

Política Nacional de Innovación: una cuestión de crecimiento económico, desarrollo y soberanía nacional

National Innovation Policy: a matter of economic growth, development, and national sovereignty

Resumen: A pesar de la destacada expresión económica, del pujante mercado interno y de las diversas políticas de incentivo a la innovación, como la Ley de Innovación de 2004, Brasil presenta indicadores de desempeño bastante modestos. Según el informe de 2019 del *Global Innovation Index*, el País se encuentra en la 66ª posición en la clasificación mundial de innovación. Basado en la investigación documental y en la bibliográfica, se busca explicar las razones de la ineficiencia del Sistema Nacional de Innovación (SNI) brasileño. Para inspirar políticas adecuadas, son presentados ejemplos exitosos de países que avanzaron por medio de la innovación. También, son enumerados emprendimientos recientes que son promovidos por el Ejército Brasileño en el campo de la gestión de la innovación. Con base en esos estudios, son discutidas propuestas que serán consideradas en la definición de una Política Nacional de Innovación holística y de largo plazo, capaz de coordinar las acciones gubernamentales que son direccionadas al sector y de promover beneficios al crecimiento económico, al desarrollo y a la Soberanía Nacional.

Palabras clave: Sistema Nacional de Innovación. Innovación. Índice Global de Innovación. Triple Hélice.

Abstract: Despite the remarkable economic expression, the impressive internal market, and the diverse innovation incentive policies, such as the 2004 Innovation Law, Brazil's National Innovation System (NIS) still has modest performance indicators. According to the 2019 Global Innovation Index report, the country is ranked 66th in the World Innovation Ranking. Based on documentary and bibliographic research, we seek to explain the reasons for the inefficiency of Brazil's NIS. To inspire appropriate policies, successful examples are reported from countries that have progressed through innovation and recent efforts promoted by the Brazilian Army in this direction. Based on these studies, we present propositions to be considered in the definition of a holistic and long-term National Innovation Policy, capable of coordinating government actions directed towards this sector and promoting economic growth, development and assuring National Sovereignty.

Keywords: National Innovation System. Innovation. Global Innovation Index. Triple Helix.

Décio Luís Schons

Exército Brasileiro, Departamento de
Ciência e Tecnologia (DCT).
Brasília, DF, Brasil.
schons79@gmail.com

Hildo Vieira Prado Filho

Exército Brasileiro, Departamento de
Ciência e Tecnologia (DCT).
Brasília, DF, Brasil.
hildoprado1960@gmail.com

Juraci Ferreira Galdino

Exército Brasileiro, Agência de Gestão e
Inovação Tecnológica (AGITEC).
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
jfgaldino675@gmail.com

Recibido: 16 oct. 2019

Aceptado: 01 nov. 2019

COLEÇÃO MEIRA MATTOS

ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



1 Introducción

A lo largo de la historia, incontables avances tecnológicos que, originalmente, fueron destinados al desarrollo de productos y sistemas militares, “desbordaron” para otros sectores, generando innovaciones de ruptura con enormes beneficios para la sociedad (MAZZUCATO, 2014). Particularmente en el Siglo XX, sofisticadas investigaciones de interés militar impulsaron innovaciones y el crecimiento económico de los países pioneros.

Mientras tanto, en los últimos treinta años, la globalización se intensificó, estuvo fundamentada en impresionantes avances en las comunicaciones digitales de alcance planetario; y, más recientemente, en el ámbito de la 4ª Revolución Industrial, el ritmo de innovación alcanzó niveles inusitados en la historia de la humanidad (SCHWAB, 2016). En resumen, con apoyo estatal en investigaciones básicas y aplicadas, los desarrollos que fueron destinados para el mercado civil se transformaron en los grandes impulsores de los avances científicos y tecnológicos.

Contribuyeron para esa coyuntura el modelo de Innovación Abierta (CHESBROUGH, 2012); la creación de redes de innovación que trascienden fronteras nacionales; y la proliferación de ambientes de innovación, como parques, polos y distritos. Actualmente, son innumerables las demostraciones de “desborde al revés”, en que innovaciones que fueron destinadas al mercado convencional son robustecidas y son integradas para generar nuevas capacidades en el área de Defensa (LESKE, 2018). Por cuenta de eso, una mayor sinergia entre los sectores de investigación y los de desarrollo (I&D) militares y civiles, así como la adopción de los modelos de Innovación Abierta y de Triple Hélice (ETZKOWITZ, 2005, 2010) en la Defensa, son una tendencia mundial a orientar la edición de directrices nacionales.

Las estrategias de Desarrollo y las de Defensa dependen cada vez más de innovaciones (GALDINO, 2019b). De hecho, en un mundo globalizado, con base en la gran competitividad y en el cual emergen nuevas y desafiantes amenazas asimétricas, la innovación se convierte fundamental para el incremento de la productividad, del crecimiento económico y de la autonomía en áreas sensibles a la Defensa Nacional.

El área de Defensa es altamente demandante de ciencia, tecnología e innovación (LONGO, 1984). Por cuenta de eso, tanto el Libro Blanco de Defensa (BRASIL, 2016a) cuanto la Política Nacional de Defensa y la Estrategia Nacional de Defensa (BRASIL, 2016b) subrayan la asociación, la vinculación y la mutua dependencia entre la Estrategia de Defensa y la Estrategia de Desarrollo, así como la necesidad del desarrollo científico y tecnológico para promover autonomía en áreas importantes, como la cibernética, la nuclear y la espacial. La sinergia entre instituciones civiles y militares que trabajan para promover la innovación puede tornar eficiente, eficaz y parsimonioso el uso de los recursos públicos, sobre todo en un país con déficit de desarrollo en diversos sectores de la sociedad y con escasos medios para invertir en ciencia y tecnología, especialmente en el área de Defensa.

El Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ejército Brasileño (SCTIEx) pasa por un proceso de transformación, objetivando crear un ambiente favorable a la innovación; fortalecer la Base Industrial de Defensa de Brasil; y, particularmente, intensificar la integración y la cooperación entre academia, gobierno y empresas.

Teniendo como objetivo la interacción del Sistema Sectorial de Innovación del Sector de Defensa y, en particular, del SCTIEx con el Sistema Nacional de Innovación (SNI) (AZEVEDO, 2018, p. 151), es natural que la capacidad de innovación del primero dependa visceralmente de la del segundo. No obstante, es esencial para la Defensa nacional la existencia de un SNI fuerte y pujante, compatible con la grandeza de Brasil, de su economía, de su mercado y de sus riquezas.

A pesar de las varias políticas y acciones que fueron destinadas para el área de innovación en los últimos quince años, la capacidad innovadora de Brasil es bastante modesta, de acuerdo con lo que atestan diversos indicadores. Por ejemplo, Brasil se encuentra en la 66ª posición en el *ranking* internacional de la innovación, según el informe de 2019 del *Global Innovation Index*¹.

Se convierte, así, imperioso establecer una amplia Política Nacional de Innovación (PNI) para sacar el País de esa situación incómoda y arriesgada, sobre todo en el momento en que el conocimiento es el principal factor de producción. Mientras en la década de 1960 las materias primas contabilizaban el 30% del producto bruto mundial, hoy representan menos del 4% (OPPEINHEMER, 2011, p. 9). Evidencias empíricas fueron obtenidas desde la historia reciente de muchos países, como la de la Finlandia, muestran que las innovaciones tecnológicas revolucionan los medios de producción y provocan rupturas que mantienen el dinamismo de la economía y contribuyen más para la elevación del Producto Interior Bruto (PIB) de un país de que el incremento del uso de recursos naturales (MONTEIRO, 2019a).

Innovaciones no provienen, exclusivamente, de investigación científica. Un ejemplo clásico es el contenedor, según Longo (1989), una de las tecnologías de mayor impacto en el sector de transporte en las últimas décadas. Mientras tanto, diversos estudios (AMARANTE, 2009; CHESBROUGH, 2012; FIGUEIREDO, 2015; LONGO, 1984; ROSENBERG, 1991; SCHWAB, 2016) muestran que las innovaciones son capaces de impulsar la economía, el desarrollo y la autonomía en sectores estratégicos del área de la Defensa de un país que dependen cada vez más de elevadas inversiones en Ciencia y Tecnología, sobre todo en la realización de investigación básica y aplicada, así como en proyectos de I&D.

Bajo esa perspectiva, las innovaciones dependen de políticas y acciones de largo plazo. Ellas resultan de un demorado proceso que se inicia con el desarrollo de ideas y conceptos, pasa por varios y sucesivos niveles de maduración tecnológica hasta concretarse con la producción y comercialización de productos y servicios (AFUAH; BAHRAM, 1995; TROTT, 2008).

Los proyectos estratégicos de las Fuerzas Armadas también pasan por un ciclo de desarrollo largo, comprendiendo la formación de personal especializado, pasando por la realización de investigaciones pioneras hasta el dominio pleno de las capacidades de P&D I&D y de producción de los Sistemas y de los Productos de Defensa, particularmente de las tecnologías críticas que están en ellos embarcadas. Así son los desarrollos de alto valor tecnológico agregado, como el Programa de Radares y de Radios Definidos por Software, bajo la responsabilidad del Centro Tecnológico del Ejército, y los Proyectos Estratégicos del Ejército, que son gestionados por la Oficina de Proyectos del Ejército, cuyo portafolio es compuesto de varios sistemas complejos, como los proyectos Sisfron (Sistema Integrado de Monitoreo de Fronteras), Guarani (Familia de Blindados sobre Ruedas) y Astros 2020.

1 Disponible en: <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2019-report>. Accedido en: 23 oct. 2019.

En los países en desarrollo y de industrialización tardía, que no dominan las tecnologías sensibles, el proceso de innovación es despacio. Ese proceso se convierte crítico cuando el SNI es ineficiente, como en el caso de Brasil. En ese contexto las políticas de largo plazo son imprescindibles. Diversos países, como Israel, Corea del Sur y Finlandia, emprendieron políticas de largo plazo y se tornaron verdaderos campeones de la innovación, del crecimiento económico y del desarrollo social.

Además de eso, en algunas áreas de alta tecnología, la existencia de una política de Estado es esencial para compensar los fallos de mercado, ya que el retorno de la inversión a las corporaciones es inseguro, despacio y, muchas veces, pequeño cuando comparado a los beneficios traídos a la sociedad. Eso es, particularmente, grave en el caso de la Industria de Defensa, que produce para un mercado monopsonio y cuya capacidad debe ser mantenida y ser perfeccionada en provecho de la Soberanía Nacional.

Considerando el proceso de industrialización tardía, un ambiente de innovación ineficiente y el precario dominio de las tecnologías de base, ¿cómo desarrollar una PNI de largo plazo capaz de ponerle a Brasil en el rol de los países innovadores?

Basado en investigación documental y bibliográfica, este artículo busca arrojar luz sobre ese problema. Se busca explicar las razones de la ineficiencia del SNI y de los resultados inexpresivos de las políticas públicas volcadas para el sector en los últimos años. En el intento de inspirar políticas adecuadas, son mencionados ejemplos exitosos de países que avanzaron, por medio de la innovación, en el transcurso del Siglo XX, y emprendimientos recientes del EB con el objetivo de dinamizar su sistema de innovación. De posesión del diagnóstico y de las experiencias exitosas, son discutidos temas que serán considerados en la elaboración de una PNI de alcance y de largo plazo.

2 Diagnóstico del Sistema Nacional de Innovación de Brasil

Innovación es un fenómeno complejo y multidisciplinario que extrapola el campo científico-tecnológico e interactúa con los más variados sectores de la sociedad. Ella proviene directamente o indirectamente de diversos actores y factores que forman el denominado SNI (CIMOLI, 2014; GODIN, 2009; LUNDVALL, 2010; NICOLAU; PARANHOS, 2006).

Conviene acordar que la expresión “Sistema Nacional de Innovación” fue acuñada por Freeman (1995), para designar elementos cuyas actividades e interacciones contribuyen para la creación, el avance y la difusión de las innovaciones tecnológicas de un país. La intención al adoptar el término “Sistema” es mostrar que la eficiencia del proceso innovador depende no solamente del desempeño de elementos aislados, sino de las interacciones entre tales elementos. En ese contexto, el término “Nacional” no fue incluido solamente para definir la unidad de análisis (país), sino también para reflejar la naturaleza holística del asunto. No obstante, la innovación no depende solamente de las empresas y organizaciones de enseñanza e investigación, sino también de cómo ellas interactúan entre sí y con varios otros actores y como las instituciones, incluso las políticas, afectan el desarrollo del sistema (CASSIOLATO; LASTRES, 2005). Las interconexiones son centrales en el concepto del sistema y pueden asumir la manera de investigación conjunta, intercambio de personal, activos intangibles que son protegidos en cotitularidad, compra de equipos para uso colectivo, compartido de infraestructura de laboratorio, transferencia tecnológica etc. (MONTEIRO, 2018).

La real percepción de la naturaleza holística de la innovación y de la necesidad de las interconexiones entre los diversos actores que están involucrados en su proceso es esencial para comprenderla en profundidad y en todas sus dimensiones, así como para realizar análisis, estudios y diagnósticos. Estos, a su vez, apoyarán planeamientos estratégicos con el objetivo de desencadenar políticas y acciones que son destinadas para convertir el proceso de innovación nacional más eficiente y crear condiciones para incrementar la productividad, la competitividad de los sectores de la economía, el crecimiento económico y el desarrollo nacional, con el objetivo de autonomía en áreas estratégicas para la Defensa Nacional.

Mensurar la capacidad del sistema de innovación de un país es una tarea bastante compleja, sin embargo, necesaria para subsidiar la definición de políticas públicas y evaluar los resultados de las acciones estratégicas provenientes de esas iniciativas (KHEDHAOURIA; THURIK, 2017). Muchos estudios e investigaciones son realizados con el objetivo de desarrollar indicadores de innovación (TOPÇU, 2016). Avances visibles están ocurriendo en esa área, como el Índice Global de Innovación y la Tasa de Eficiencia de Innovación son producidos por *Global Innovation Index* (GII), los cuales combinan más de ochenta variables de un SNI².

Diversos trabajos analizan el SNI de Brasil con el objetivo de indicar sus principales cuellos de botella y tendencias (DE NEGRI, 2018; DE NEGRI; SQUEFF, 2016; GALDINO, 2018, 2019a; MENEZES FILHO et al., 2014). A pesar de los diversificados abordajes metodológicos, recortes temporales e indicadores de esos análisis, las conclusiones con relación a los aspectos esenciales son similares. La discusión de los cuellos de botella lanza luz sobre los grandes retos nacionales para que sean superados para convertir el ambiente de innovación eficiente y eficaz.

Considerando GII, Brasil no está obteniendo indicadores de innovación aceptables. Por ejemplo, desde 2013, cuando esa organización consolidó la arquitectura de indicadores, compuesta por subíndices, pilares y sub-pilares, el Índice Global de Innovación de Brasil no figura entre los indicadores de los sesenta países más innovadores del mundo. La situación es todavía más grave en lo que se refiere a la Tasa de Eficiencia de Innovación, una vez que en este caso Brasil no se inserte ni entre los noventa países más eficientes del mundo.

Además, estudios de tendencias que fueron realizados con base en esos indicadores no señalizan la perspectiva de un futuro mejor, caso las trayectorias actuales sean mantenidas (GALDINO, 2018, 2019a). Por lo contrario, ellos pronuncian un alejamiento cada vez mayor de los países desarrollados. Según esos estudios, los principales cuellos de botella a la innovación son Ambiente de Negocios, Ambiente Político, Enseñanza (primaria, secundaria y superior), Infraestructura General, Crédito para la innovación y Vínculos con la Innovación (Triple Hélice). Indican todavía que el SNI brasileño es burocratizado, inestable, ineficiente e inseguro, dificultando inversiones privadas, sobre todo los de mediano y largo plazo. Delante de eso, urge realizar planeamientos estratégicos priorizando políticas y acciones que contribuyan para solucionar los cuellos de botella que fueron mencionados anteriormente y crear condiciones favorables al desarrollo de la innovación en Brasil, bajo condena de progresiva pérdida de competitividad y alejamiento de la Cadena Global de Valor y de incrementar incesantemente el riesgo de Brasil figurar en el mundo globalizado como mero mercado y suministrador de *commodities*, de recursos minerales y de productos de pequeño valor agregado.

2 Más detalles sobre los indicadores del IGI pueden ser obtenidos en el sitio <https://www.globalinnovationindex.org>.

La bajísima cualidad de las enseñanzas secundaria y primaria es uno de los principales cuellos de botella nacionales. En el Programa de Evaluación de Estudiantes Internacionales (PISA), de OCDE, Brasil están obteniendo las últimas colocaciones en las pruebas de matemáticas (SASSAKI et al., 2018). La enseñanza superior también posee evaluación muy débil, resultado de la pequeña cantidad de profesionales que están conectados a las áreas de las ciencias exactas e ingenierías. El punto fuerte es el excepcional desempeño de las actividades de I&D, a pesar de la pequeña cantidad de investigadores por millón de habitantes, cuando es comparado con los promedios mundiales y, particularmente, con las de los países más innovadores (GALDINO, 2019a).

En un aparente paradojo, la producción científica brasileña está creciendo en los últimos años. El porcentual de la producción de artículos científicos de autores brasileños en la producción mundial pasó de aproximadamente el 1,2% en 1991 para más del 3% en 2015 (DE NEGRI, 2018). A pesar de ese incremento bastante significativo, la cualidad de la producción académica nacional, que fue expresada en los términos de citas, no está creciendo en la misma proporción. Por otra parte, Brasil está quedándose hacia tras en ese aspecto. Aquí es relevante subrayar que la producción nacional es muy baja en las áreas que desarrollan la innovación en la Era del Conocimiento y en la 4ª Revolución Industrial, como las ingenierías, la ciencia de la computación y la ciencia de los materiales. Ese perfil de producción científica es bien diverso de aquel de los países innovadores, en los cuales la producción científica en esas áreas representa una parcela muy expresiva de la producción total. En Brasil, las áreas que presentan, porcentualmente, un mejor desempeño son odontología, veterinaria, artes y ciencias humanas (DE NEGRI, 2018; MENEZES FILHO et al., 2014). Bajo este prisma, no se vislumbran en la coyuntura brasileña reflejos de una política nacional alcance y de largo plazo y que pudiera haber creado una estructura de formación de recursos humanos con enfoque en la innovación. El que hay es una desconexión entre las áreas en las cuales Brasil posee mayor competencia y aquellas que generan innovación y crecimiento económico con mayor eficiencia y eficacia. Al concentrarse al análisis en las áreas más conectadas con la innovación, se certifica que Brasil posee producción científica abajo del promedio mundial y mucho menor de que la de los países innovadores.

En términos de patentes, Brasil presenta un desempeño bastante modesto. Además de eso, el 80% de los depósitos de patentes que fueron efectuados en el territorio nacional son de no residentes y solamente el 7% son oriundos de empresas nacionales. Ese marco es bien distinto del que ocurre en los países innovadores, en los cuales los residentes responden por gran porcentaje de los depósitos que son, en su mayoría, de empresas (DE NEGRI, 2018; MENEZES FILHO et al., 2014), sector responsable por promover la innovación con el lanzamiento de nuevos productos y servicios en el mercado.

Hasta en las áreas en que Brasil posee buena competencia académica, la burocracia excesiva y un ambiente de negocios poco dinámico y proteccionista dificultan el aprovechamiento de los conocimientos que fueron producidos en las universidades para la concepción de nuevos productos. La Ley de Innovación, de 2004, resultó la creación de Núcleos de Innovación Tecnológica y la intensificación de los incentivos a la protección de los activos intangibles que fueron originados en las Instituciones Científicas, Tecnológicas y de Innovación (ICT). Además de eso, las patentes de invención pasaron a ser contabilizadas como modo de evaluación de los investigadores nacionales por los órganos de fomento. En consecuencia, incrementó la cantidad de solicitudes de patentes de las universidades bra-

sileñas. Todavía, no se sabe de incremento en el número de permisos tecnológicos o de negociaciones de esas patentes. No es lo suficiente, por lo tanto, incrementar el número de patentes: el resultado final deseado es que tales patentes sean transferidas para el sector productivo y que generen innovaciones.

La cantidad de investigadores por millón de habitantes de Brasil es muy baja, menor hasta de que la de Argentina y de Chile, y la mayoría de ellos no es asignada en el sector productivo, sino en la academia y en órganos públicos. La cantidad de ingenieros por millón de habitantes también es bastante pequeña. A pesar de eso, hay desempleo en el sector y los sueldos medios son mantenidos estables a lo largo del tiempo, indicando que no hay mercado para absorber un porcentaje mayor de estudiantes en las áreas de ingeniería. De hecho, el mercado nacional no es competitivo y demanda poco en términos de innovación.

Las colaboraciones entre gobierno, academia y empresas son incentivadas por diversas políticas, como la Ley de Innovación, y modalidades de fomento, como la EMBRAPA y los pliegos de condiciones de Innovación, sin embargo, los resultados no son expresivos. En la realidad, los indicadores del GII muestran un descenso en los índices que evalúan esas vinculaciones en los últimos cinco años (GALDINO, 2019a). Es fundamental desarrollar una cultura de innovación para reducir la fragmentación y la desarticulación entre los actores del SNI, en particular, de los integrantes de la Tríplice Triple Hélice (AZEVEDO, 2018; CUNHA; AMARANTE, 2011).

Los incentivos fiscales para la innovación (Ley del Bien y la Ley de la Informática) incrementaron en los últimos años en relación al Producto Interior Bruto (PIB), los créditos para innovación que fueron oriundos del BNDES (não tem o nome por extenso no texto) y FINEP (não tem o nome por extenso no texto) crecieron bastante de 2007 hasta 2014 y lo mismo ocurrió con el dispendio nacional en I&D en relación al PIB, pero los indicadores de innovación no capturan indicios de tendencias de mejoras.

En Brasil, las universidades, cuyas vocaciones principales son la generación de conocimiento, la formación, la especialización y el perfeccionamiento de recursos humanos, cubren la mayor parcela de la infraestructura de investigación científica. Diferentemente de que ocurre en los países desarrollados, en Brasil hay pocas estructuras o instituciones que son dedicadas, exclusivamente, a la investigación científica aplicada, como EMBRAPA, FIOCRUZ, Centro Brasileño de Investigación en Energía y Materiales e ICT militares, como el Centro Tecnológico del Ejército.

En una amplia recopilación que fue realizada por IPEA (Instituto de Investigación Económica Aplicada) sobre la infraestructura de investigación nacional, abarcando cerca de 2000 laboratorios nacionales, se constató que Brasil posee pocos laboratorios expresivos, indicando que las inversiones son pulverizadas en una gran cantidad de pequeñas infraestructuras de laboratorios (DE NEGRI; SQUEFF, 2016).

Conviene subrayar que, diferentemente de los países innovadores, en Brasil los ministerios finalísticos, (não sei se o termo finalísticos seria o mais adequado.) tales como el de la Defensa, el de Salud y el de la Agricultura, poseen pocos recursos para invertir en innovación. De hecho, MEC y MCTIC responden por la gran mayoría de las inversiones en el área de investigación. Eso tiene una consecuencia importante: en los países en que los ministerios finalísticos poseen volumen significativo de recursos para invertir en innovación, hay mayor propensión al desarrollo de Ciencia y Tecnología como misión, por lo tanto, para resolver problemas concretos de mediano y largo plazos, impulsando la generación de innovaciones en los respectivos sectores. Diferentemente de eso, en Brasil C&T prioriza la generación de conocimiento y no la apropiación de él para el crecimiento económico y el desarrollo social.

Con relación a la Infraestructura, los promedios de los indicadores mundiales están creciendo a un ritmo más acelerado de que los indicadores nacionales. Brasil, a la excepción del área de TIC, está perdiendo posiciones en el *ranking* internacional, según indicadores de GII de los últimos cinco años.

De entre los indicadores nacionales que fueron capturados por GII, sobresalen, negativamente, los conectados a las instituciones y que evalúan el ambiente político, el ambiente regulatorio y el ambiente de negocios. En esos indicadores, Brasil figura entre los países con peor desempeño³. Es urgente la realización de reformas con el objetivo de automatizar y simplificar los cobros tributarios y los procedimientos de apertura y el cierre de empresas, así como reducir la burocracia y proporcionar seguridad jurídica a inversiones privadas de mediano y largo plazos.

Ese diagnóstico sumario evidencia algunos de los principales retos en la búsqueda por el perfeccionamiento de la capacidad de innovación de Brasil. Es interesante mencionar la adopción de algunas iniciativas que fueron realizadas a lo largo de los últimos 15 años que tienen el objetivo de solucionar algunos de los problemas que fueron indicados previamente, sin embargo, sin resultados expresivos (MORAIS, 2017). Un ejemplo emblemático es la Ley del Bien (Ley n° 11.196/2005), que contempla dispositivos para atraer mayor número de doctores y maestros para el sector industrial, por intermedio de la subvención de la remuneración de esos investigadores. No obstante, esa medida parece no ser eficaz, principalmente en el que se refiere a los doctores, ya que la mayor parte de esos profesionales continua empleada en el sector público, de acuerdo con lo que ya ha sido mencionado aquí. El asunto precisa ser tratado de manera holística: si el mercado no demanda innovación, los incentivos puntuales son inocuos.

3 Experiencias Internacionales de Éxito en Innovación

Corea del Sur consiguió superar sus dificultades económicas y despuntar en la innovación tecnológica. Desde los años 1980, ese país adoptó algunas políticas públicas con vistas al desarrollo científico y tecnológico y a la obtención de una base industrial de alta tecnología por medio de la formación y de la atracción de científicos e ingenieros de alto nivel, del fortalecimiento de la educación, de la realización de programas de entrenamiento en el exterior y de la repatriación de talentos. Incrementó la productividad industrial, promoviendo alianzas entre ICT, universidades y empresas y la cooperación con otros países. Reconoció la importancia de la ciencia y de la tecnología para el desarrollo del país y creó institutos de investigación en áreas especializadas. Priorizó el desarrollo de la capacidad tecnológica, mediante la formación de científicos e ingenieros. Despertó en los jóvenes el interés por la ciencia, incentivó el desarrollo de la propiedad industrial y abrió el mercado (FREITAS et al., 1989; PONTES, 2019).

Otro ejemplo exitoso es el Japón, que se tornó potencia mundial debido al desarrollo científico y tecnológico. Para alcanzar metas de desarrollo todavía en la década de 1980, ocurrieron grandes montos de inversiones en I&D tanto por el gobierno cuanto por el sector empresarial (SICSÚ, 1989, p. 37). Fue dada énfasis al conocimiento de la legislación mundial sobre la propiedad industrial y se atribuyó prioridad máxima al sector educacional, a punto de Japón disponer hoy de uno de los mejores sistemas educacionales del mundo. Así fue desarrollada una excepcional capacidad de

3 En el informe de 2019, Brasil aparece en la 80ª posición en un conjunto de 120 países. <https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator>

innovar a través de la imitación, desde la adquisición de productos importados que eran perfeccionados y eran lanzados en los mercados doméstico e internacional.

En Israel, que también surgió en el sector tecnológico, la educación es la prioridad del gobierno. Además de eso, también en el final de década de 1980, el país ya poseía considerable nivel de integración entre industrias y universidades (CALÁBRIA; SICSÚ, 1989).

Ese breve relato muestra que países con realidades socioculturales dispares priorizaron poner a disposición de educación de excepcional cualidad en todos los niveles, enfocaron en la formación de personal en las áreas que son destinadas para la innovación, establecieron una buena articulación entre centros de investigación, gobierno y sector productivo, introdujeron políticas para incentivar las actividades de I&D, valoraron la producción y la difusión del conocimiento, así como su aplicación práctica y consecuente apropiación, por medio de la propiedad intelectual.

El interesante libro “¡Ya basta de Historias! La Obsesión Latinoamericana con el Pasado y las 12 Claves del Futuro”, del laureado periodista Andrés Oppenheimer, muestra como la mejora de la educación en todos niveles, sobre todo en las enseñanzas primaria y secundaria, la valoración de los profesionales de la educación y el incentivo a la ciencia, tecnología e innovación transformaron, a lo largo del siglo pasado, las trayectorias de países como Finlandia, Singapur, Corea del Sur, India, China e Israel. La trayectoria de esos países es una evidencia empírica convincente de que mejorar la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación no es una tarea imposible. Muestra también que los países que avanzan no son los que venden materias primas o productos manufacturados básicos, sino los que producen bienes y servicios de mayor valor agregado, por una razón muy sencilla: se vivencia la era de la economía del conocimiento.

Es alentador percibir que la receta que fue mencionada anteriormente que funcionó muy bien en países con culturas, estructuras políticas, económicas y sociales tan dispares. Otros trabajos muestran que la utilización de prácticas como la emulación, la adopción de política industrial, la inversión en innovaciones tecnológicas y la actuación activa del Estado condujeron países con grandes diferencias socioculturales al desarrollo (ZAGATO, 2019).

Una invitación a la reflexión, el libro subraya la necesidad de una estrategia que valore la educación destinada, desde los primeros años escolares, para las ciencias, sin dejar de lado los valores humanísticos. Muestra la importancia de valorar, reconocer, respetar y recompensar con los mejores sueldos la profesión de profesor en todos los niveles, de modo que ella sea anhelada por los jóvenes. ¡Esa ciertamente es una práctica sobremana inspiradora!

Suzigan y Albuquerque (2008) identifican que la acumulación de recursos monetarios y financieros fue otro factor que contribuyó para el progreso científico y tecnológico de varias naciones, pues posibilitó la creación de crédito para financiamiento de investigación y desarrollo, además de fomentar el proceso de industrialización. Desde la observación de los desdoblamientos del *New Deal*⁴ norteamericano, concluyen que un sistema financiero sólido, al tanto de la consolidación de las finanzas públicas con austeridad fiscal y tributaria, fue precondition para que un eficiente sistema de innovación fuera creado en EUA, con significativos gastos públicos federales en investigación y desarrollo, el que posibilitó que el país pasara a distinguirse desde la década de 1950.

⁴ *New Deal* fue el nombre dado a la serie de programas que fueron implementados en Estados Unidos entre 1933 y 1937, con el objetivo de recuperar y reformar la economía norteamericana.

Analizando el SNI norteamericano, Rosenberg (2000) observa los diferenciales de sus universidades en relación a las de otros países. Desde las constataciones de ese autor, se concluye que las instituciones científicas y tecnológicas mejor contribuirán para el desarrollo tecnológico si responden a demandas económicas; descentralizan las actividades; si necesitan competir por recursos con otras ICT para realizar sus proyectos; componen una amplia red de informaciones que permita alto grado de especialización y diversidad; y mantienen compromiso con la investigación aplicada desde la formación académica de los recursos humanos.

Esos factores se acercan a las instituciones científicas y tecnológicas de las empresas y las mantienen conscientes de las efectivas demandas del mercado. Cuanto más estrecha esa relación, mayor será el impacto positivo sobre el crecimiento económico y eficiente el SNI.

4 Las Contribuciones del Ejército Brasileño para Impulsar la Innovación

En consecuencia de un amplio estudio que fue realizado por el Estado-Mayor del Ejército, el Ejército Brasileño (EB) inició un proceso de transformación con el objetivo precipuo de transmutar estructuras que fueron concebidas bajo la égida de la Era Industrial en una organización capaz de hacer frente a los retos que fueron suscitados por la Era del Conocimiento (BRASIL, 2010; PRADO FILHO, 2014).

Ese proceso de transformación es basado por acciones que son agrupadas en siete vectores (BRASIL, 2010), del cual el intitulado “C&T y Modernización del Material” es el de mayor interés en el área de innovación tecnológica. En esa vertiente o en ese vector, se destacan las tecnologías que integran la Era del Conocimiento y de la 4ª Revolución Industrial, inteligencia y prospección tecnológica, así como cambios organizacionales, incluso con la creación de nuevas estructuras y procesos, como la Agencia de Gestión e innovación Tecnológica del Ejército Brasileño (AGITEC).

Insertada en el cerne del proceso de transformación del Sistema de Ciencia, Tecnología e innovación del Ejército (SCTIEx), la AGITEC lidia con áreas fundamentales de la Era del Conocimiento y con modelos de innovación modernos, cuyas implantaciones, en su plenitud, representarán una ruptura de paradigma con relación al modelo aún vigente en el SCTIEx, particularmente en el que se refiere a las actividades de I&D.

Gestión del Conocimiento, Gestión de la Propiedad Intelectual, Informaciones Tecnológicas, Prospección Tecnológica y Promoción de la Cultura de Innovación son áreas complejas, multidisciplinarias y abarcadoras que pasan a ganar destaque con la creación de la AGITEC. En ese contexto, sobresalen los modelos de Innovación Abierta y Triple Hélice (CHESBROUGH, 2012; ETZKOWITZ, 2005) que fueron propuestos y fueron discutidos hace mucho tiempo en el ámbito mundial, que son de difícil implantación, sobre todo en el área de la Defensa y de la Seguridad Nacional, particularmente, cuando las estructuras políticas, económicas y sociales desarrollaron a lo largo de siglos una cultura de poca interdependencia y cooperación entre los actores principales del SNI y, especialmente, cuando el concepto de Soberanía Nacional no figura en el ideario popular como necesidad básica y apremiante.

Pasar de un modelo de innovación tradicional, que es denominado comúnmente de Innovación Cerrada, en que la participación de la parcela civil de la sociedad en actividades de I&D de la Defensa se da, principalmente, bajo la manera de contratos, para un modelo cooperativo de innovación en que los diversos actores (Fuerzas Armadas, Universidades, Empresas tradicionales y empresas

emergentes (*startups*), Inversores Ángeles y Órganos de Fomento) participan de un mismo emprendimiento y comparten resultados, impone serios y estimuladores retos, como la gestión del secreto, de la propiedad intelectual, del permiso de tecnología, de los dividendos que son generados por las innovaciones, además de los habituales retos de crearse innovación en área de alto valor agregado y de alto riesgo tecnológico, como generalmente es el caso de la Defensa. Pese esos retos, la ruptura del modelo se convierte imperiosa, pues la ampliación de la participación de la sociedad brasileña en asuntos de Defensa, sobre todo en aquellos que son destinados a las áreas de Ciencia, Tecnología e innovación, es condición necesaria para atenderse a las enormes demandas de un país continente, de manera soberana. Con la creación del SisDIA (Sistema Defensa, Industria y Academia de Innovación) y de la AGITEC, el Ejército priorizó el fortalecimiento de los vínculos entre academia, industria y gobierno.

Celoso de su misión constitucional, el Ejército emprende una caminata incesante para perfeccionar los procesos de gestión y gobernanza, utilizando conceptos consagrados, procedimientos modernos y buenas prácticas en las diversas áreas en que actúa. En su proceso de transformación, el Ejército identificó la prospección tecnológica como área indispensable y que precisa ser perfeccionada, para suministrar subsidios a los decisores de alto nivel de la Institución en el que se refiere a los conocimientos y a las tecnologías que deben ser obtenidos en mediano y largo plazos en provecho de los Objetivos Nacionales Permanentes (ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA, 2019).

Delante de lo expuesto, EB, en que pese el proceso de reducción de efectivo en el 10% en los próximos 10 años, creó la AGITEC, novel Organización Militar con los objetivos fundamentales de identificar las tecnologías que son portadoras de futuro y que podrán llegar a tener papel central en la Defensa y Seguridad de Brasil, promocionar la cultura de la innovación, proteger los activos intangibles de la Institución y realizar la gestión del conocimiento científico-tecnológico, particularmente de sus proyectos de I&D. Para tal, invirtió en la capacitación de recursos humanos y armó una amplia y sofisticada infraestructura física y de laboratorio.

El área de Defensa tiene interés en todos los tipos de conocimiento. No hay, sin embargo, país que consiga mantenerse en el estado del arte, o mismo en alto nivel de desarrollo, en todas las áreas del conocimiento humano. La priorización se impone, pero ella precisa ser conducida con criterio y cautela, llevándose en cuenta las oportunidades, las necesidades, la vocación nacional y, fundamentalmente, la noción de lo que se pretende ser como Nación. En ese contexto, el Ejército está desarrollando metodologías para inferir sobre el alineamiento estratégico de las tecnologías prospectadas, suministrando subsidios para el planeamiento. Tal alineamiento es realizado evaluando el impacto de cada una de las tecnologías que son prospectadas en las capacidades que son pretendidas por el Ejército en mediano y largo plazos.

No obstante, la complejidad de esas atribuciones es perfeccionada con la metodología para revelar las tecnologías críticas, las que pueden ser rechazadas o cuando importadas crean vulnerabilidades en los sistemas militares.

Así que, considerando los aspectos de prospección tecnológica, la criticidad y el alineamiento estratégico, son obtenidos subsidios para los decisores estratégicos del EB para que se posicionen con relación a los temas que deben suscitar la realización de cursos de maestría y doctorado en Brasil y en el exterior, las líneas y los temas de investigación que deben ser incentivados, los proyectos de I&D que deben ser iniciados de manera autónoma o en colaboración con otros países, así como las áreas en que se torna imperioso acelerar el desarrollo por medio de permiso o transferencia de tecnologías, muchas veces utiliza contratos de *offset*.

Conviene subrayar que, concomitantemente a los trabajos de prospección, son mapeados los investigadores, las ICT, las empresas emergentes (*startups*) y las empresas nacionales que poseen conocimiento en las tecnologías y áreas de interés del EB, para que sean involucrados en los sus emprendimientos de I&D. Esos trabajos abarcan, también, países e instituciones extranjeras que poseen condiciones técnicas de colaborar y acelerar el desarrollo que es pretendido.

La Gestión del Conocimiento Científico y Tecnológico es otra área en que el Ejército está invirtiendo. Actualmente, el conocimiento tácito prepondera, los emprendimientos de investigación y desarrollo de los proyectos estratégicos que involucran a muchos actores de variadas competencias (*expertises*) y son de largo plazo. Así que, la gestión de los conocimientos críticos y de los recursos humanos asume papel fundamental. En ese sentido, se subraya la importancia de la proposición de métodos, procesos y procedimientos para gestionar, adecuadamente, los conocimientos que son generados por el EB, específicamente en el campo científico y tecnológico. Ese es un reto que se está haciendo frente con una combinación ingeniosa de arte y ciencia.

El EB estructuró su Núcleo de Innovación Tecnológica (NIT), cuya misión es proteger los activos intangibles que son generados en el ámbito de la Institución y de dinamizar el portafolio de esos activos, que es muy modesto, a pesar del desarrollo de sofisticadas tecnologías genéricas y duales de alto valor agregado. De esa manera, el Ejército no solamente se alinea a la Ley de Innovación, sino también podrá venir a colaborar aún más con el crecimiento económico y la generación de empleos, mediante la externalización de tecnologías de base de su propiedad intelectual.

Además de eso, con base en la escala de nivel de disponibilidad tecnológica (FRANÇA JUNIOR; GALDINO, 2019), el Ejército está desarrollando una metodología para promover la comunicación clara, concisa y objetiva entre los diversos actores (*stakeholders*) del SCTIEx para que se promuevan la confianza y la colaboración en los emprendimientos que son vinculados al área de innovación, siguiendo así una tendencia observada en otros órganos y sectores (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2018; FRANÇA JUNIOR; LAKEMOND; HOLMBERG, 2017; INNOVAIR, 2016; ROCHA, 2017; STRAUB, 2015).

5 Propuestas de Políticas Públicas para el Sector de Innovación

Hay muchos óbices para que sean superados para que Brasil pueda destacarse en el campo de la Innovación. Además de los aspectos que son presentados, la dimensión continental, la gran diversidad fisiográfica, las desigualdades regionales y las vocaciones nacionales deben ser consideradas como importantes condicionantes en los planeamientos y estudios para elaborar políticas que son destinadas a la innovación. Promover la innovación en un país con esas características es aún más desafiador.

Todavía, es preciso definir qué pretende Brasil ser como Nación y realizar estudios estratégicos para priorizar las acciones para que sean desencadenadas para convertir realidad el futuro que es pretendido. En ese contexto, para definir la PNI, a continuación están algunas cuestiones importantes que, en complemento a las que ya han sido presentadas, particularmente en la Sección 2, que precisan ser discutidas:

- Lo que se desea acerca de la innovación: ¿reducir la brecha (*gap*) tecnológica, recorriendo el camino de los pioneros, o impulsando la frontera del conocimiento en áreas embrionarias, que son portadoras de futuro y son alineadas con la vocación nacional?

- ¿Cómo identificar las áreas estratégicas, las tecnologías portadoras de futuro y como ser un actor global importante en el mediano plazo en esas áreas?
- ¿Cuáles son las alianzas y las cooperaciones internacionales más prometedoras en los campos de la Ciencia, Tecnología e innovación?
- ¿Cómo medir el avance tecnológico del País en las áreas estratégicas?
- ¿Cómo evitar la fuga de cerebros, repatriar a investigadores brasileños y atraer a investigadores extranjeros para Brasil?
- Delante de la escasez de recursos, de la globalización de mercados, del conocimiento y de la competencia, ¿cuáles son las áreas que Brasil debe enfocar en términos de innovación (considerando sus virtudes y capacidades)?
- ¿Cómo alinear iniciativas entre las tres dimensiones de la Triple Hélice?
- ¿Cómo referirse a la cuestión del largo plazo en una era en que los cambios son intensos, imprevisibles, volátiles y complejos?
- ¿Cómo promover alianzas entre las diversas entidades de C&T?
- ¿Cómo dar publicidad y transparencia a las iniciativas, posibilitando la participación en masa de la sociedad en proyectos de interés público?
- ¿Cómo abolir “feudos” en las tres “hélices”, direccionando las iniciativas en el sentido de que tengan valor estratégico para el País y fomentando la colaboración entre tales componentes?
- ¿Cómo aprovechar los conocimientos que son generados en las universidades en favor del crecimiento y del desarrollo social de Brasil?
- ¿Cómo garantizar la concreción y la continuidad de las políticas de Estado?
- ¿Cómo promover el desarrollo científico y tecnológico como misión?
- ¿Cómo incrementar los recursos para inversiones en C,T&I que son destinados a los ministerios finalísticos, en particular al Ministerio de la Defensa?
- ¿Cómo involucrar a los ciudadanos y el sector privado en el fomento a la innovación tecnológica?

- ¿Cómo promover el incremento de la cualidad de vida de los brasileños por medio de la innovación tecnológica?
- ¿Cómo incrementar la cultura de innovación y, con eso, potenciar las interacciones entre los actores de la Triple Hélice, con el objetivo de dinamizar el proceso innovador?
- ¿Cómo promover la comunicación aclarada, concisa y objetiva entre los diversos actores (*stakeholders*) del SNI para que no ocurran desacuerdos y se promueva la confianza y la colaboración?

De acuerdo con lo que ha sido discutido en las secciones precedentes, muchas de esas cuestiones fueron enfrentadas y fueron superadas por otros países. Además de eso, algunas propuestas son practicadas por el Ejército para resolver problemas de su sistema de innovación que son similares a los del SNI de Brasil. Siguen discusiones sobre temas que deben ser discutidos en el ámbito de la elaboración de la PNI.

a) Priorización de las inversiones en P, D&I

Los ejemplos de éxito que son extraídos de la comunidad internacional muestran que es necesario priorizar la aplicación de las inversiones que son destinadas a la innovación según una estrategia bien establecida y que considere las reales posibilidades y necesidades del País, concentrando esfuerzos y recursos en objetivos claros y específicos en determinados sectores que tengan potencial para desarrollar la economía (CORREA FILHO et al., 2013).

La dilución de los recursos financieros con inversión en varios sectores, como ocurre en Brasil (DE NEGRI, 2018), puede ser atrayente desde el punto de vista político, pero se muestra inadecuada para el fomento económico, ya que para desarrollar un determinado sector relevante para la economía es necesario concentrar los recursos (MONTEIRO, 2018). En ese sentido, es básico mapear los sectores que tienen potencial para que se conviertan los impulsores del desarrollo económico del País, principalmente los de alta tecnología que posibiliten sustancial valor agregado y que requieran incremento del nivel de especialización de la mano de obra, pues pueden representar mayor retorno de inversiones y mejores sueldos (FERNANDES, 2007 apud MONTEIRO, 2019a).

Así, es esencial desarrollar metodologías de prospección tecnológica para inferir sobre las tecnologías portadoras de futuro y coherentes con las aspiraciones nacionales. Desde la generación de productos en esos sectores intensivos en tecnología surgirán actividades correlacionadas de los suministradores y prestadores de servicios que involucren tecnologías avanzadas, generando el desarrollo de otros sectores, hecho que amplía las actividades económicas en las cuales el País consigue accionar, posibilitando la internalización de tecnologías y fomentando la investigación y el desarrollo que son destinados a la innovación.

Es notable que el desarrollo de sectores de alta tecnología puede representar una ventaja para la inserción activa del País en el escenario geopolítico y económico internacional. La priorización de inversiones gubernamentales, concentrando recursos en sectores estratégicos que garantizan el dominio de tecnologías sensibles, con gran potencial de generar innovación, puede ocasionar cambios en el SNI. Tales innovaciones tienen potencial para generar nuevos materiales, productos

y servicios, creando áreas de actividad económica que resultarán en cambios organizacionales en las empresas brasileñas y en sus relaciones con el mercado (MONTEIRO, 2019a).

La escoja de los sectores que serán fomentados precisa considerar la transversalidad de las tecnologías, con el objetivo de causar reflejos en la mayor cantidad de sectores posible, de manera que las innovaciones que son generadas se constituyan en un vértice de la reindustrialización de la economía nacional. Una buena PNI precisa mantener su enfoque en el aspecto económico, priorizando lo que pueda, efectivamente, generar un nuevo producto o servicio con valor comercial, independientemente de los anhelos personales de grupos que hacen frente a la Ciencia como un fin en sí misma.

b) Fortalecimiento del Sistema Nacional de Innovación de Brasil

En la Sección 2 se muestra que el SNI brasileño presenta innumerables deficiencias que precisan ser superadas. Esas deficiencias involucran todos los pilares del Índice Global de Innovación, por lo tanto trascienden aspectos que están vinculados al campo de la ciencia y tecnología y deben ser tratadas de manera holística. Sobre todo, es preciso que el mercado demande innovación. Así que, iniciativas con ese intento deben ser desencadenadas por los diversos ministerios, cuyas políticas y acciones estratégicas deben ser complementarias y ser coordinadas. Es inocuo, por ejemplo, incrementar la oferta de ingenieros si no hay mercado para absolverlos; incrementar la cantidad de patentes si ellas no son negociadas; o prever el uso compartido de infraestructuras de laboratorios públicas en un ambiente en que impera inseguridad jurídica. Es esencial desarrollar la cultura de innovación, buscando ampliar la integración y la interacción entre todos los actores del Sistema de Innovación, con enfoque en determinados valores, creencias y estándares de comportamiento (AZEVEDO, 2017, 2018).

En que pese la naturaleza abarcadora del asunto, especial atención debe ser dada a las instituciones que están vinculadas a la generación y a la apropiación del conocimiento, así como a las conexiones entre esas instituciones (ZHANG; CHEN; FU, 2019).

Las deficiencias existentes en los procesos de investigación, desarrollo e innovación repercuten en la dificultad de las organizaciones en apropiarse del esfuerzo de innovación emprendido, ya que el inicio de los mecanismos internos de identificación y consolidación de los conocimientos, y de la protección y exploración de las tecnologías e innovaciones que son generadas desde ellas. Precisan, todavía, que sean sanados los fallos, las lagunas y las antinomias en los procedimientos y en las normas legales específicas que suministren protección al proceso de investigación y desarrollo volcado a la innovación en el País. Una eficiente apropiación de los activos inmateriales y la adopción de medidas proactivas que atiendan a las oportunidades de mejora en el proceso de investigación, desarrollo e innovación asumen especial importancia para la eficacia de la PNI, pues constituyen fuente de receta para reinversión en las Instituciones Científicas y Tecnológicas e importante diferencial para el desarrollo de la industria nacional, en virtud de la posibilidad de garantizar las ventajas económicas provenientes de la propiedad intelectual (MONTEIRO, 2018).

Para perfeccionar los mecanismos de la Triple Hélice, la academia, las empresas y el Gobierno precisan discutir, conjuntamente, los rumbos de la PNI. El modelo de la Triple Hélice es utilizado por varios países en el sentido de estimular el surgimiento de núcleos de innovación tecnológica y transferencia de tecnología, incubadoras de empresas, nuevas legislaciones y nuevos mecanismos de fomento. No obstante, en Brasil, la interacción entre las instituciones de investigación y las empresas se limita al establecimiento de

meros puntos de contacto, como consecuencia probable del surgimiento tardío tanto de las instituciones de investigación cuanto de la industrialización brasileña (SUZIGAN; ALBUQUERQUE, 2008).

Como fue mostrado aquí, hay varios casos de iniciativas exitosas en otros países que precisan ser estudiadas para la construcción de una política adecuada a la realidad nacional. Es fundamental que las políticas públicas estén relacionadas entre sí con el objetivo de garantizar que, además de recursos financieros e incentivos fiscales, haya infraestructura y recursos humanos capacitados que efectivamente posibiliten la innovación. La promoción del desarrollo tecnológico e innovador precisa ser tratada de modo integrado al desarrollo industrial; en ese sentido, es posible afirmar que la generación de la innovación depende de la Política Nacional de Innovación y de la Política Industrial Nacional, que son elaboradas y son efectuadas de manera consistente de modo a dar destaque a la industria.

c) Encargo Tecnológico Gubernamental Eficiente

El Marco Legal de Ciencia Tecnología e innovación innovó en el que se refiere a las contrataciones públicas que son destinadas a la Investigación, Desarrollo e innovación. Esa es una importante iniciativa de estímulo a la innovación y al desarrollo tecnológico, pues el Estado es el protagonista de la innovación en las principales economías del mundo y una estructura jurídica eficiente y eficaz posibilita la contratación segura y célere de empresas e instituciones que están destinadas a ese trabajo. Todavía, aún con los esfuerzos recientes, persisten dificultades para la plena utilización del instituto del encargo tecnológico (MONTEIRO, 2019b).

En ese sentido, es conveniente examinar la experiencia norteamericana, que estableció un completo reglamento jurídico con esa finalidad por intermedio del Reglamento de Adquisición Federal de los Estados Unidos de América (*Federal Acquisition Regulation* – FAR). El FAR está insertado en el título 48, capítulo 1, del Código de Regulación Federal de los Estados Unidos. Cada departamento federal norteamericano puede complementar el FAR según la naturaleza de actuación de sus agencias ejecutivas. La legislación estadounidense tiene por objetivo expresado entregar, de manera oportuna, el producto o servicio de mejor valor para el cliente, manteniendo la confianza del público y el cumplimiento de los objetivos de la política pública (FAR sección 1.102[a]).

El FAR trae en su ámbito el reconocimiento de la política de compras del gobierno norteamericano de que ciertas adquisiciones son permeadas por la subjetividad y por el impacto económico y social, a ejemplo de las destinadas a la investigación, al desarrollo y a la innovación. En ese sentido, en varios pasajes del FAR hay evidencias de que el precio de adquisición no debe ser el único elemento a ser considerado, presentando un tratamiento adecuado a la cuestión del desarrollo tecnológico y de la innovación. Por reconocer la relevancia del desarrollo tecnológico, esa reglamentación trata de manera diferenciada los procesos de adquisición que involucran riesgo, alta complejidad y asimetría de informaciones. Así, la interacción del Estado con suministradores privados en las adquisiciones de P&D I&D es visto como “alianza” y no meramente como una contratación común, en la cual la unilateralidad sea la tónica. Se certifica que, con el objetivo de sondear e interactuar con el mercado, el FAR prevé la amplia utilización del *Request for Information* (FAR, subsección 52.215-3) antes de efectuar las contrataciones; prevé, también, que los pliegos de condición de licitación sean diferenciados cuando está presente el riesgo tecnológico proveniente de la naturaleza del conocimiento

y de la técnica que son involucrados (RAUEN, 2014). Se evidencia que la legislación norteamericana inspiró dispositivos del Marco Legal de C,T&I brasileño; todavía, aquella es mucho más flexible y eficaz, una vez que la norma brasileña todavía contenga el “enyesamiento” característico de la Ley General de Licitaciones, al exigir que el proceso selectivo contenga criterios previos y ciertos concernientes al objeto contratado, quedando poca margen de libertad para el contratado innovar de acuerdo con las reales necesidades del mercado y de acuerdo con las percepciones de los riesgos que están involucrados.

d) Mejora en los Criterios de Gobernanza

Además del uso de herramientas sofisticadas de inteligencia de mercado, prospección tecnológica, alineamiento estratégico, criticidad y mecanismos de comunicación, para promoverse gobernanza y gestión de la innovación es indispensable desarrollar indicadores de innovación fidedignos. A pesar de los avances, como los que fueron alcanzados por GII, aún hay muchas oportunidades de mejora en esa área de investigación.

La evaluación del desempeño de las políticas que están relacionadas a la innovación tradicionalmente se concentra en análisis estáticos de insumos y productos de innovación, como ocurre, por ejemplo, con GII. Mientras tanto, ese abordaje posee limitaciones ya evidenciadas por la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico), pues, a pesar de posibilitar una importante fuente de información sobre el contenido y la dirección en que rumba la investigación y el desarrollo tecnológico, no es capaz de retratar el verdadero grado de productividad y crecimiento de una economía que es proveniente de las innovaciones. Ese modelo convencional suministra un marco estático que no lleva en cuenta la dinámica de las interrelaciones entre los actores que actúan en el proceso de innovación.

Los modelos más recientes buscan evidenciar la importancia de las interacciones o conexiones entre las personas y las instituciones que integran los SNI y, por lo tanto, están involucradas en el desarrollo de innovaciones. En ese sentido, es necesario establecer procedimientos para la obtención de datos acerca de los flujos de conocimiento que ocurren entre las instituciones en el proceso innovador y efectuar el mapeo de los ambientes de innovación para identificar los involucrados y sus interrelaciones. La OCDE ya ha tomado la iniciativa de desarrollar nuevos tipos de indicadores de flujo de innovación, incluyendo en sus estadísticas la movilidad de los recursos humanos, la difusión del conocimiento y la caracterización de empresas innovadoras.

Se subraya que una política de innovación adecuada precisa enfatizar el papel de las actividades conjuntas de investigación y otras colaboraciones técnicas entre empresas e instituciones públicas. De ese modo, son de gran importancia los incentivos y una adecuada estructura jurídica que posibiliten y promuevan alianzas que estén relacionadas a la investigación de tecnologías críticas con la participación gubernamental. Así, una política eficiente buscará fomentar las redes de innovación y proyectar los flujos de información, vínculos y alianzas de manera eficiente.

En síntesis, la integración y la coordinación de políticas públicas con reflejos en el proceso innovador, el uso de indicadores convencionales y de flujo de conocimiento, el mapeo de los ambientes de innovación nacionales, las herramientas de prospección tecnológica y de inteligencia de mercado, el alineamiento estratégico y la criticidad componen un marco de trabajo (*framework*) importante para realizar la gestión y la gobernanza del SNI.

6 Consideraciones Finales

Motivado por los bajos índices de desempeño del SNI de Brasil, este artículo trató del tema de innovación, particularmente, sobre cuestiones que deben ser ampliamente discutidas para subsidiar la elaboración de una PNI abarcador, como el tema requiere.

Quedó aclarado que el Sistema Sectorial de Innovación del Sector de Defensa es indisoluble del SNI brasileño. Se destacó la Ciencia y Tecnología como condición necesaria para impulsar el ambiente de innovación nacional.

Fue enfatizada la naturaleza de largo plazo de la acumulación de las capacidades tecnológicas, sobre todo en países de industrialización tardía y que no domina tecnologías críticas como Brasil. Se subrayó, así, la necesidad de que la PNI involucre acciones estratégicas de largo plazo.

Se presentó un breve diagnóstico del SNI nacional en el cual se evidenciaron los principales cuellos de botella, que se deben hacer frente de manera integrada y no aisladamente, como muchas de las acciones que han sido emprendidas por Brasil a lo largo de los últimos años.

Algunas experiencias y prácticas similares y exitosas que fueron adoptadas en países de culturas y realidades dispares entre y sí y en relación a Brasil fueron comentadas. Se destaca entonces la universalidad de prácticas tales como una educación sólida y que es destinada para las áreas que desarrollan la ciencia, la tecnología y la innovación y la indispensable valoración de los profesionales que trabajan con la educación en todos los niveles.

Se mostró que el Ejército se fija en el tema y desde 2009, cuando inició su proceso de transformación, está emprendiendo esfuerzos para ampliar su capacidad de innovación y así proporcionar a la Fuerza Terrestre medios para cumplir sus misiones constitucionales en un contexto cada vez más dinámico e incierto.

Inspiradas en teorías y prácticas consagradas en el mundo, las acciones del Ejército están en curso e involucran incluso cambios organizacionales, como la creación de nuevas estructuras.

Se pasó a subrayar la importancia de la dualidad, con el objetivo de externalizar los conocimientos y las tecnologías que son generadas internamente y con sus socios para contribuir de manera más eficaz con el desarrollo nacional; de intensificarse su modesto portafolio de activos intangibles; y de crear mejores condiciones para incrementar la participación de la parcela civil de la sociedad brasileña en asuntos de interés de la Defensa, especialmente en el campo de la C,T&I.

Es fundamental subrayar que el Ejército desencadenó esfuerzos para incrementar su capacidad de realizar prospección tecnológica y alineamiento estratégico. Con eso, se busca priorizar sus acciones estratégicas, su capital humano y sus recursos financieros, identificando, aun en la etapa de iniciación y de crecimiento del ciclo de vida de las tecnologías, las portadoras de futuro y que podrán impactar fuertemente en las capacidades que son pretendidas por el Ejército en el mediano y en el largo plazo.

Fueron presentadas algunas cuestiones centrales, cuyas respuestas ofrecen condicionantes y subsidios a la elaboración de la PNI de Brasil. Finalmente, fueron discutidas algunas propuestas para que fueran incluidas en la PNI, tales como el fortalecimiento del SNI de Brasil, el uso eficiente del expediente de encargo tecnológico gubernamental, la mejora de los criterios de gobernanza y la priorización de las inversiones que son destinadas para la P, D&I.

Es cada vez más importante invertir en herramientas de prospección y planeamiento estratégico y establecer metas y objetivos que son enfocados en las áreas portadoras de futuro. Se convierte perentorio realizar planeamiento de mediano y largo plazos para retirar Brasil del enorme retraso en el campo de la innovación y ponerlo en posición compatible con su musculatura fisiográfica y económica, sobre todo en áreas que están en el cerne de la 4ª RI. La búsqueda, en la mayoría de las veces sin resultados, de intentar suplantar el “gap tecnológico”, sobre todo en áreas inherentes a la Era Industrial, debe quedarse en segundo plano.

Brasil es un país de grandes oportunidades, es dotado de muchas riquezas que precisan ser explotadas de manera sostenible y está repleto de talentos en diversas áreas del conocimiento que precisan ser mapeados, ser apoyados y ser empleados adecuadamente.

Además de constituirse en uno de los mayores mercados del mundo, Brasil posee innumerables vocaciones, una de las mayores biodiversidades y abundancia de recursos minerales y naturales, el que genera una amplia gama de posibilidades de innovaciones. Brasil no se sitúa en las regiones donde ocurren las principales tensiones mundiales, no hay aquí movimientos separatistas y, a pesar de las dimensiones continentales, se comparte un mismo idioma y fuertes lazos culturales, a pesar de las especificidades regionales. Hay en Brasil ambientes de innovación sofisticados en el Sur y en el Sureste, sin olvidar que las propias debilidades nacionales pueden ser transformadas en grandes oportunidades.

Para destacarse en el campo de la ciencia, de la tecnología y de la innovación es preciso contar con capital humano altamente cualificado, en todos los niveles; poseer una infraestructura de investigación avanzada; disponer de un ambiente regulatorio desburocratizado, sólido, consistente, que incentive la inversión privada de riesgo y de largo plazo; cumplir acuerdos, contratos y leyes; tener un sistema de propiedad intelectual ágil, que garantice el retorno de las inversiones; y contar con una estructura de mercado que favorezca la competición, sin proteccionismos. No obstante, lo esencial es que haya una educación básica de calidad para formar ciudadanos aclarados y consumidores exigentes. Eso impulsará el mercado de la innovación y creará las condiciones para el inicio de un círculo virtuoso.

Agradecimientos

Al Centro de Gestión de Estudios Estratégicos, por las preguntas que fueron formuladas y que constituyen una invitación estimulante a la reflexión sobre temas centrales para el desarrollo de Brasil; y a los integrantes del Departamento de Ciencia y Tecnología, por los valiosos subsidios que fueron ofrecidos para la elaboración de este artículo.

Referencias

AFUAH, A. N.; BAHRAM, N. The Hypercube of Innovation. **Research Policy**, Amsterdam, v. 24, n. 1, p. 51-76, 1995.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Introdução ao IMATEC como ferramenta de avaliação de maturidade tecnológica em projetos espaciais**. Brasília, DF: Agência Espacial Brasileira, 2018.

AMARANTE, J. C. **O voo da humanidade e 101 tecnologias que mudaram a face da Terra**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2009.

AZEVEDO, C. E. F. **Incremento da cultura de inovação**: passo essencial para o desenvolvimento da base industrial de defesa e ampliação do poder dissuasório. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2017.

AZEVEDO, C. E. F. Os elementos de análise da cultura de inovação no setor de Defesa e seu modelo tridimensional. **Coleção Meira Mattos**: revista das ciências militares, Rio de Janeiro, v. 12, n. 45, p. 145-167, dez. 2018.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **O processo de transformação do Exército**. 3. ed. Brasília, DF: EME, 2010.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro Branco de Defesa Nacional**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2016a. Versão sob apreciação do Congresso Nacional (Lei Complementar 97/1999, art. 9º, § 3º). Disponível em: <https://bit.ly/2qpIoV1>. Acessado em: 30 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2016b. Versão sob apreciação do Congresso Nacional (Lei Complementar 97/1999, art. 9º, § 3º). Disponível em: <https://bit.ly/2NHGZBv>. Acessado em: 30 mar. 2017.

CALÁBRIA, C. O.; SICSÚ, A. B. Política científica e tecnológica em Israel. *In*: SICSÚ, A. B. (org.). **Política científica e tecnológica no Japão, Coreia do Sul e Israel**. Rio de Janeiro: CTEM/CNPq, 1989. p. 173-210. (Série Estudos e Documentos, 10).

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Sistemas de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 34-45, jan./mar. 2005.

CHESBROUGH, H. **Inovação aberta**: como criar e lucrar com a tecnologia. Porto Alegre: Bookman, 2012.

CIMOLI, M. National System of Innovation: a note on technological asymmetries and catching-up perspectives. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 5-30, 2014.

CORREA FILHO, S. L. S.; BARROS, D. C.; CASTRO, B. H. R.; FONSECA, P. V. R.; GORNSZTEJN, J. Panorama sobre a indústria de defesa e segurança no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 38, p. 373-408, 2013.

CUNHA, M. B.; AMARANTE, J. C. A. O livro branco e a base científica, tecnológica, industrial e logística de defesa. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2011.

DE NEGRI, F. (org.). **Novos caminhos para a inovação no Brasil**. Washington, DC: Wilson Center, 2018.

DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. (org.). **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília, DF: Ipea, 2016.

ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA (Brasil). **Metodologia do planejamento estratégico**. Rio de Janeiro: Ed. ESG, 2019.

ETZKOWITZ, H. Reconstrução criativa: hélice tripla e inovação regional. **Revista de Inteligência Empresarial**, Rio de Janeiro, n. 23, 2005.

ETZKOWITZ, H. Hélice Tríplice: metáfora dos anos 90 descreve bem o mais sustentável modelo de sistema de inovação. [Entrevista cedida a] Luciano Valente. **Conhecimento & Inovação**, Campinas, v. 6, n. 1, 2010.

FIGUEIREDO, P. N. **Gestão da inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

FRANÇA JUNIOR, J. A.; GALDINO, J. F. Gestão de sistemas de material de emprego militar: o papel dos níveis de prontidão tecnológica. **Coleção Meira Mattos: revista das ciências militares**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 47, p. 155-176, 2019.

FRANÇA JUNIOR, J. A.; LAKEMON, N.; HOLMBERG, G. Mechanisms of Innovation in Complex Products Systems: an innovation system approach. **Revista Militar de Ciência e Tecnologia**, v. 34, n. 1, p. 47-54, 2017.

FREEMAN, C. The 'National System of Innovation' in Historical Perspective. **Cambridge Journal of Economics**, Cambridge, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.

FREITAS, A. G.; SICSÚ, A. B.; SILVA, N. P.; MELO, L. C. P. Política científica e tecnológica na Coreia do Sul. *In*: SICSÚ, A. B. (org.). **Política científica e tecnológica no Japão, Coreia do Sul e Israel**. Rio de Janeiro: CTEM/CNPq, 1989. p. 127-172. (Série Estudos e Documentos, 10).

GALDINO, J. F. Sistema nacional de inovação do Brasil. **Coleção Meira Mattos**: revista das ciências militares, Rio de Janeiro, v. 12, n. 45, p. 129-144, dez. 2018.

GALDINO, J. F. Análise de desempenho dos insumos de inovação do Sistema Nacional de Inovação do Brasil. **Exacta**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 75-93, abr./jun. 2019a.

GALDINO, J. F. Reflexos da Era do Conhecimento e da 4ª Revolução Industrial na Defesa, **Artigos Estratégicos**, Brasília, DF, v. 6, n. 1, p. 7-27, 2019b.

GODIN, B. National Innovation System: the system approach in historical perspective. **Science, Technology, & Human Values**, Thousand Oaks, v. 34, n. 4, p. 476-501, July 2009.

INNOVAIR. **The Swedish Aerospace Research and Innovation Agenda**. [S. l.]: [s. n.], 2016.

KHEDHAOURIA, A.; THURIK, R. Configurational Conditions of National Innovation Capability: a fuzzy set analysis approach. **Technological Forecasting and Social Change**, Amsterdam, v. 120, p. 48-58, July 2017.

LESKE, A. D. C. A Review on Defense Innovation: From spin-off to spin-in. **Brazilian Journal of Political Economy**, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 377-391, June 2018.

LONGO, W. P. **Tecnologia e soberania nacional**. São Paulo: Nobel, 1984.

LONGO, W. P. Ciência tecnologia: evolução, inter-relação e perspectivas. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 9., 1989. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: Abepro, 1989. V. 1. p. 42-49.

LUNDEVALL, B.-Å. **National Systems of Innovation**: Toward a theory of innovation and interactive learning. [S. l.]: Anthem, 2010.

MAZZUCATO, M. **O Estado empreendedor**: desmascarando o mito do setor público vs. o setor privado. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

MENEZES FILHO, N.; KOMATSU, B.; LUCCHESI, A.; FERRARIO, M. **Políticas de inovação no Brasil**. São Paulo: Insper, ago. 2014. (Policy Paper, 11).

MONTEIRO, M. **O fortalecimento do Sistema Nacional de Inovação para o desenvolvimento econômico brasileiro**. Rio de Janeiro, 2018. Não publicado.

MONTEIRO, M. **Apropriação do esforço de inovação tecnológica no exército brasileiro: o caso do rádio definido por *software***. 2019. Dissertação (Mestrado) – Academia de Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento, Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, 2019a.

MONTEIRO, M. **Desafios para a implementação da encomenda tecnológica nas contratações públicas brasileiras**. Rio de Janeiro, 2019b. Não publicado.

MORAIS, J. M. (org.). **Políticas de apoio à inovação tecnológica do Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações**. Brasília, DF: Ipea, 2017.

NICOLAU, J. A.; PARANHOS, J. Notas sobre o conceito de inovação. **Textos de Economia**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 23-37, jan./jun. 2006.

OPPEINHEMER, A. **Basta de histórias!** A obsessão latino-americana com o passado e as 12 chaves do futuro. São Paulo: Objetiva, 2011.

PONTES, N. Entenda como a Coreia do Sul passou da miséria à potência tecnológica. **G1**, [São José dos Campos], 3 dez. 2015. Disponível em: <https://glo.bo/2PMotum>. Acessado em: 22 set. 2019.

PRADO FILHO, H. V. **A transformação do exército brasileiro e o novo sistema de ciência, tecnologia e inovação do Exército: contribuições para a soberania nacional**. Brasília, DF: Escola Superior de Guerra, 2014.

RAUEN, A. T. Encomendas tecnológicas nos Estados Unidos: possibilidades do Regulamento Federal de Aquisições. **Radar**, Brasília, DF, n. 36, p. 49-56, dez. 2014. Disponível em: <https://bit.ly/36A1Xuo>. Acessado em: 21 set. 2019.

ROCHA, D.; MELO, F. C. L.; RIBEIRO, J. Uma adaptação da metodologia TRL. **Revista Gestão em Engenharia**, São José dos Campos, v. 4, n. 1, p. 45-56, 2017.

ROSENBERG, N. Critical Issues in Science Policy Research. **Science and Public Policy**, n. 18, n. 6, p. 335-346, 1991.

ROSENBERG, N. **Schumpeter and the Endogeneity of Technology: Some American perspectives**. London: Routledge, 2000.

SASSAKI, A. H.; DI PIETRA, G.; MENEZES FILHO, N.; KOMATSU, B. **Por que o Brasil vai mal no PISA?** Uma análise dos determinantes do desempenho no exame. São Paulo: Insper, jun. 2018. (Policy Paper, 31).

SCHWAB, K. B. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SICSÚ, A. B. Política científica e tecnológica no Japão. *In*: SICSÚ, A. B. (org.). **Política científica e tecnológica no Japão, Coreia do Sul e Israel**. Rio de Janeiro: CTEM/CNPq, 1989. p. 3-5. (Série Estudos e Documentos, 10).

STRAUB, J. In Search of Technology Readiness Level (TRL) 10. **Aerospace Science and Technology**, Amsterdam, v. 46, p. 312-320, 2015.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. **A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2008. (Série Texto de Discussão, 329).

TOPÇU, U. C. **Innovation Measurement Revisited Comparison Of Three Main Measures**. Zagreb: [s. n.], 2016. p. 245-253.

TROTT, P. **Innovation Management and New Product Development**. Upper Saddle River: Financial Times/Prentice Hall, 2008.

ZAGATO, L. Ainda é possível que os países em desenvolvimento façam seu *catching up* no século XXI? **Brazilian Journal of Political Economy**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 527-543, jul./set. 2019.

ZHANG, Y.; CHEN, K.; FU, X. Scientific Effects of Triple Helix Interactions Among Research Institutes, Industries and Universities. **Technovation**, Amsterdam, 2019. No prelo.