

Política Nacional de Inovação: uma questão de crescimento econômico, desenvolvimento e soberania nacional

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

Resumo: Apesar da destacada expressão econômica, do pujante mercado interno e das diversas políticas de incentivo à inovação, como a Lei de Inovação de 2004, o Brasil apresenta indicadores de desempenho bastante modestos. Segundo o relatório de 2019 do *Global Innovation Index*, o País se encontra na 66ª posição na classificação mundial de inovação. Baseado em pesquisa documental e bibliográfica, busca-se explicar as razões da ineficiência do Sistema Nacional de Inovação (SNI) brasileiro. Para inspirar políticas adequadas, são apresentados exemplos bem-sucedidos de países que avançaram por meio da inovação. Também são elencados empreendimentos recentes promovidos pelo Exército Brasileiro no campo da gestão da inovação. Com base nesses estudos, são discutidas propostas a serem consideradas na definição de uma Política Nacional de Inovação holística e de longo prazo, capaz de coordenar as ações governamentais direcionadas ao setor e de promover benefícios ao crescimento econômico, ao desenvolvimento e à Soberania Nacional.

Palavras-chave: Sistema Nacional de Inovação. Inovação. Índice Global de Inovação. Tríplice 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

Recebido: 16 out. 2019

Aprovado: 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 Introdução

Ao longo da história, incontáveis avanços tecnológicos, originalmente destinados ao desenvolvimento de produtos e sistemas militares, “transbordaram” para outros setores, gerando inovações de ruptura com enormes benefícios para a sociedade (MAZZUCATO, 2014). Particularmente no Século XX, sofisticadas pesquisas de interesse militar impulsionaram inovações e o crescimento econômico dos países pioneiros.

Entretanto, nos últimos trinta anos, a globalização se intensificou, lastreada em impressionantes avanços nas comunicações digitais de abrangência planetária; e, mais recentemente, no bojo da 4ª Revolução Industrial, o ritmo de inovação atingiu patamares inusitados na história da humanidade (SCHWAB, 2016). Em suma, com apoio estatal em pesquisas básicas e aplicadas, os desenvolvimentos voltados para o mercado civil transformaram-se nos grandes impulsionadores dos avanços científicos e tecnológicos.

Contribuíram para essa conjuntura o modelo de Inovação Aberta (CHESBROUGH, 2012); a criação de redes de inovação que transcendem fronteiras nacionais; e a proliferação de ambientes de inovação, como parques, polos e distritos. Atualmente são inúmeras as demonstrações de “transbordamento às avessas”, em que inovações destinadas ao mercado convencional são robustecidas e integradas para gerar novas capacidades na área de Defesa (LESKE, 2018). Por conta disso, uma maior sinergia entre os setores de pesquisa e desenvolvimento (P&D) militares e civis, bem como a adoção dos modelos de Inovação Aberta e de Tríplice Hélice (ETZKOWITZ, 2005, 2010) na Defesa são uma tendência mundial a orientar a edição de diretrizes nacionais.

As estratégias de Desenvolvimento e de Defesa dependem cada vez mais de inovações (GALDINO, 2019b). De fato, em um mundo globalizado, pautado pela grande competitividade e no qual emergem novas e desafiadoras ameaças assimétricas, a inovação torna-se fundamental para o aumento da produtividade, do crescimento econômico e da autonomia em áreas sensíveis à Defesa Nacional.

A área de Defesa é altamente demandante de ciência, tecnologia e inovação (LONGO, 1984). Por conta disso, tanto o Livro Branco de Defesa (BRASIL, 2016a) quanto a Política Nacional de Defesa e a Estratégia Nacional de Defesa (BRASIL, 2016b) destacam a associação, a vinculação e a mútua dependência entre a Estratégia de Defesa e a Estratégia de Desenvolvimento, bem como a necessidade do desenvolvimento científico e tecnológico para promover autonomia em áreas importantes, como a cibernética, a nuclear e a espacial. A sinergia entre instituições civis e militares que labutam para promover a inovação pode tornar eficiente, eficaz e parcimonioso o uso dos recursos públicos, sobretudo em um país com déficit de desenvolvimento em diversos setores da sociedade e com poucos meios para investir em ciência e tecnologia, especialmente na área de Defesa.

O Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército Brasileiro (SCTIEx) passa por um processo de transformação, objetivando criar um ambiente favorável à inovação; fortalecer a Base Industrial de Defesa do Brasil; e, particularmente, intensificar a integração e a cooperação entre academia, governo e empresas.

Tendo em vista a interação do Sistema Setorial de Inovação do Setor de Defesa e, em particular, do SCTIEx com o Sistema Nacional de Inovação (SNI) (AZEVEDO, 2018, p. 151), é natural que a capacidade de inovação do primeiro dependa visceralmente da do segundo. Assim sendo, é essencial para a Defesa nacional a existência de um SNI forte e pujante, compatível com a grandeza do Brasil, de sua economia, de seu mercado e de suas riquezas.

Apesar das várias políticas e ações voltadas para a área de inovação nos últimos quinze anos, a capacidade inovativa do Brasil é bastante modesta, conforme atestam diversos indicadores. Por exemplo, o Brasil encontra-se na 66ª posição no *ranking* internacional da inovação, segundo o relatório de 2019 do *Global Innovation Index*¹.

Torna-se, assim, imperioso estabelecer uma ampla Política Nacional de Inovação (PNI) para tirar o País dessa situação incômoda e arriscada, sobretudo no momento em que o conhecimento é o principal fator de produção. Enquanto na década de 1960 as matérias-primas contabilizavam 30% do produto bruto mundial, hoje representam menos de 4% (OPPEINHEMER, 2011, p. 9). Evidências empíricas obtidas a partir da história recente de muitos países, como a da Finlândia, mostram que as inovações tecnológicas revolucionam os meios de produção e provocam rupturas que mantêm o dinamismo da economia e contribuem mais para a elevação do Produto Interno Bruto (PIB) de um país do que o aumento do uso de recursos naturais (MONTEIRO, 2019a).

Inovações não decorrem exclusivamente de pesquisa científica. Um exemplo clássico é o contêiner, segundo Longo (1989), uma das tecnologias de maior impacto no setor de transporte nas últimas décadas. Entretanto, diversos estudos (AMARANTE, 2009; CHESBROUGH, 2012; FIGUEIREDO, 2015; LONGO, 1984; ROSENBERG, 1991; SCHWAB, 2016) mostram que as inovações capazes de impulsionar a economia, o desenvolvimento e a autonomia em setores estratégicos da área de Defesa de um país dependem cada vez mais de elevados investimentos em Ciência e Tecnologia, sobretudo na realização de pesquisa básica e aplicada, bem como em projetos de P&D.

Sob essa perspectiva, inovações dependem de políticas e ações de longo prazo. Elas resultam de um demorado processo que se inicia com o desenvolvimento de ideias e conceitos, passa por vários e sucessivos níveis de maturação tecnológica até se concretizar com a produção e comercialização de produtos e serviços (AFUAH; BAHRAM, 1995; TROTT, 2008).

Os projetos estratégicos das Forças Armadas também passam por um ciclo de desenvolvimento longo, compreendendo a formação de pessoal especializado, passando pela realização de pesquisas pioneiras até o domínio pleno das capacidades de P&D e de produção dos Sistemas e Produtos de Defesa, particularmente das tecnologias críticas neles embarcadas. Assim são os desenvolvimentos de alto valor tecnológico agregado, como o Programa de Radares e de Rádios Definidos por Software, sob a responsabilidade do Centro Tecnológico do Exército, e os Projetos Estratégicos do Exército, gerenciados pelo Escritório de Projetos do Exército, cujo portfólio é composto de vários sistemas complexos, como os projetos Sisfron (Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras), Guarani (Família de Blindados sobre Rodas) e Astros 2020.

1 Disponível em: <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2019-report>. Acesso em: 23 out. de 2019.

Nos países em desenvolvimento e de industrialização tardia, que não dominam as tecnologias sensíveis, o processo de inovação é lento. Esse processo torna-se crítico quando o SNI é ineficiente, como no caso do Brasil. Nesse contexto as políticas de longo prazo são imprescindíveis. Diversos países, como Israel, Coreia do Sul e Finlândia, empreenderam políticas de longo prazo e se tornaram verdadeiros campeões da inovação, do crescimento econômico e do desenvolvimento social.

Além disso, em algumas áreas de alta tecnologia, a existência de uma política de Estado é essencial para compensar as falhas de mercado, visto que o retorno do investimento às corporações é incerto, lento e, muitas vezes, pequeno quando comparado aos benefícios trazidos à sociedade. Isso é particularmente grave no caso da Indústria de Defesa, que produz para um mercado monopsônico e cuja capacidade deve ser mantida e aperfeiçoada em proveito da Soberania Nacional.

Considerando o processo de industrialização tardia, um ambiente de inovação ineficiente e o precário domínio das tecnologias de base, como desenvolver uma PNI de longo prazo capaz de colocar o Brasil no rol dos países inovadores?

Baseado em pesquisa documental e bibliográfica, este artigo procura lançar luz sobre esse problema. Busca-se explicar as razões da ineficiência do SNI e dos resultados inexpressivos das políticas públicas voltadas para o setor nos últimos anos. Na tentativa de inspirar políticas adequadas, são citados exemplos bem-sucedidos de países que avançaram, por meio da inovação, no transcurso do Século XX, e empreendimentos recentes do EB visando dinamizar o seu sistema de inovação. De posse do diagnóstico e das experiências bem-sucedidas, são discutidos temas a serem considerados na elaboração de uma PNI abrangente e de longo prazo.

2 Diagnóstico do Sistema Nacional de Inovação do Brasil

Inovação é um fenômeno complexo e multidisciplinar que extrapola o campo científico-tecnológico e interage com os mais variados setores da sociedade. Ela advém direta ou indiretamente de diversos atores e fatores que formam o denominado SNI (CIMOLI, 2014; GODIN, 2009; LUNDEVALL, 2010; NICOLAU; PARANHOS, 2006).

Convém lembrar que a expressão “Sistema Nacional de Inovação” foi cunhada por Freeman (1995), para designar elementos cujas atividades e interações contribuem para criação, avanço e difusão das inovações tecnológicas de um país. A intenção ao adotar o termo “Sistema” é mostrar que a eficiência do processo inovativo depende não apenas do desempenho de elementos isolados, mas das interações entre tais elementos. Nesse diapasão, o termo “Nacional” não foi incluído apenas para definir a unidade de análise (país), mas também para refletir a natureza holística do assunto. Assim sendo, a inovação não depende apenas das empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também de como elas interagem entre si e com vários outros atores e como as instituições, inclusive as políticas, afetam o desenvolvimento do sistema (CASSIOLATO; LASTRES, 2005). As interligações são centrais no conceito do sistema e podem assumir a forma de pesquisa conjunta, intercâmbio de pessoal, ativos intangíveis protegidos em co-titularidade, compra de equipamentos para uso coletivo, compartilhamento de infraestrutura laboratorial, transferência tecnológica etc (MONTEIRO, 2018).

A real percepção da natureza holística da inovação e da necessidade das interligações entre os diversos atores envolvidos em seu processo é essencial para compreendê-la em profundidade e em todas as suas dimensões, bem como para realizar análises, estudos e diagnósticos. Estes, por sua vez, apoiarão planejamentos estratégicos visando desencadear políticas e ações voltadas para tornar o processo de inovação nacional mais eficiente e criar condições para aumentar a produtividade, a competitividade dos setores da economia, o crescimento econômico e o desenvolvimento nacional, com vistas à autonomia em áreas estratégicas para a Defesa Nacional.

Mensurar a capacidade do sistema de inovação de um país é uma tarefa bastante complexa, porém necessária para subsidiar a definição de políticas públicas e avaliar os resultados das ações estratégicas decorrentes dessas iniciativas (KHEDHAOURIA; THURIK, 2017). Muitos estudos e pesquisas são realizados com o objetivo de desenvolver indicadores de inovação (TOPÇU, 2016). Avanços marcantes têm ocorrido nessa área, como o Índice Global de Inovação e a Taxa de Eficiência de Inovação produzidos pelo *Global Innovation Index* (GII), os quais combinam mais de oitenta variáveis de um SNI².

Diversos trabalhos analisam o SNI do Brasil visando apontar os seus principais gargalos e tendências (DE NEGRI, 2018; DE NEGRI; SQUEFF, 2016; GALDINO, 2018, 2019a; MENEZES FILHO et al., 2014). Apesar das diversificadas abordagens metodológicas, recortes temporais e indicadores dessas análises, as conclusões com relação aos aspectos essenciais são semelhantes. A discussão dos gargalos lança luz sobre os grandes desafios nacionais a serem superados para tornar o ambiente de inovação eficiente e eficaz.

Considerando o GII, o Brasil não tem obtido indicadores de inovação aceitáveis. Por exemplo, desde 2013, quando essa organização consolidou a arquitetura de indicadores, composta por subíndices, pilares e sub-pilares, o Índice Global de Inovação do Brasil não figura entre os indicadores dos sessenta países mais inovadores do mundo. A situação é ainda mais grave no tocante à Taxa de Eficiência de Inovação, uma vez que neste caso o Brasil não se insere nem entre os noventa países mais eficientes do mundo.

Ademais, estudos de tendências realizados com base nesses indicadores não sinalizam a perspectiva de um futuro melhor, caso as trajetórias atuais sejam mantidas (GALDINO, 2018, 2019a). Pelo contrário, eles prenunciam um distanciamento cada vez maior dos países desenvolvidos. Segundo esses estudos, os principais gargalos à inovação são Ambiente de Negócios, Ambiente Político, Ensino (fundamental, médio e superior), Infraestrutura Geral, Crédito para a inovação e Vínculos com a Inovação (Tríplice Hélice). Indicam ainda que o SNI brasileiro é burocratizado, instável, ineficiente e inseguro, dificultando investimentos privados, sobretudo os de médio e longo prazo. Diante disso, urge realizar planejamentos estratégicos priorizando políticas e ações que contribuam para solucionar os gargalos supracitados e criar condições favoráveis ao desenvolvimento da inovação no Brasil, sob pena de progressiva perda de competitividade e distanciamento da Cadeia Global de Valor e de aumentar incessantemente o risco de o Brasil figurar no mundo globalizado como mero mercado e fornecedor de *commodities*, de recursos minerais e de produtos de pequeno valor agregado.

2 Maiores detalhes sobre os indicadores do IGI podem ser obtido em <https://www.globalinnovationindex.org>.

A baixíssima qualidade dos ensinos médio e fundamental é um dos principais gargalos nacionais. No Programa de Avaliação de Estudantes Internacionais (PISA), da OCDE, o Brasil vem obtendo as últimas colocações nas provas de matemática (SASSAKI et al., 2018). O ensino superior também possui avaliação muito fraca, fruto da pequena quantidade de profissionais ligados às áreas das ciências exatas e engenharias. O ponto forte é o excepcional desempenho das atividades de P&D, apesar da pequena quantidade de pesquisadores por milhão de habitantes, quando comparado com as médias mundiais e, particularmente, com as dos países mais inovadores (GALDINO, 2019a).

Num aparente paradoxo, a produção científica brasileira tem crescido nos últimos anos. O percentual da produção de artigos científicos de autores brasileiros na produção mundial passou de aproximadamente 1,2% em 1991 para mais de 3% em 2015 (DE NEGRI, 2018). Apesar desse aumento bastante significativo, a qualidade da produção acadêmica nacional, expressa em termos de citações, não vem crescendo na mesma proporção. Pelo contrário, o Brasil está ficando para trás nesse aspecto. Aqui é relevante destacar que a produção nacional é muito baixa nas áreas que alavancam a inovação na Era do Conhecimento e na 4ª Revolução Industrial, como as engenharias, a ciência da computação e a ciência dos materiais. Esse perfil de produção científica é bem diverso daquele dos países inovadores, nos quais a produção científica nessas áreas representa uma parcela muito expressiva da produção total. No Brasil, as áreas que apresentam percentualmente um melhor desempenho são odontologia, veterinária, artes e ciências humanas (DE NEGRI, 2018; MENEZES FILHO et al., 2014). Sob esse prisma, não se vislumbram na conjuntura brasileira reflexos de uma política nacional abrangente e de longo prazo e que pudesse ter criado uma estrutura de formação de recursos humanos com foco na inovação. O que existe é uma desconexão entre as áreas nas quais o Brasil possui maior competência e aquelas que geram inovação e crescimento econômico com maior eficiência e eficácia. Ao se concentrar a análise nas áreas mais conectadas com a inovação, verifica-se que o Brasil possui produção científica abaixo da média mundial e muito menor do que a dos países inovadores.

Em termos de patentes, o Brasil apresenta um desempenho bastante modesto. Além disso, 80% dos depósitos de patentes efetuados no território nacional são de não residentes e apenas 7% são oriundos de empresas nacionais. Esse quadro é bem diferente do que ocorre nos países inovadores, nos quais os residentes respondem por grande porcentagem dos depósitos, sendo em sua maioria de empresas (DE NEGRI, 2018; MENEZES FILHO et al., 2014), setor responsável por promover a inovação com o lançamento de novos produtos e serviços no mercado.

Mesmo nas áreas em que o Brasil possui boa competência acadêmica, a burocracia excessiva e um ambiente de negócios pouco dinâmico e protecionista dificultam o aproveitamento dos conhecimentos produzidos nas universidades para a concepção de novos produtos. A Lei de Inovação, de 2004, provocou a criação de Núcleos de Inovação Tecnológica e a intensificação dos incentivos à proteção dos ativos intangíveis originados nas Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICT). Além disso, as patentes de invenção passaram a ser contabilizadas como forma de avaliação dos pesquisadores nacionais pelos órgãos de fomento. Em consequência, aumentou a quantidade de pedidos de patentes das universidades brasileiras. Todavia, não se tem notícia

de acréscimo no número de licenciamentos tecnológicos ou de negociações dessas patentes. Não basta, portanto, aumentar o número de patentes: o resultado final desejado é que tais patentes sejam transferidas para o setor produtivo e que gerem inovações.

A quantidade de pesquisadores por milhão de habitantes do Brasil é muito baixa, menor até do que a da Argentina e do Chile, e a maioria deles não é alocada no setor produtivo, mas na academia e em órgãos públicos. A quantidade de engenheiros por milhão de habitantes também é bastante pequena. Apesar disso, há desemprego no setor e os salários médios são mantidos estáveis ao longo do tempo, indicando que não há mercado para absorver um percentual maior de formandos nas áreas de engenharia.

As colaborações entre governo, academia e empresas vêm sendo incentivadas por diversas políticas, como a Lei de Inovação, e modalidades de fomento, como a EMBRAPPII e os editais Inova, porém os resultados não são expressivos. Na realidade, os indicadores do GII mostram uma queda nos índices que avaliam essas vinculações nos últimos cinco anos (GALDINO, 2019a). É fundamental desenvolver uma cultura de inovação para reduzir a fragmentação e a desarticulação entre os atores do SNI, em particular, dos integrantes da Tríplice Hélice (AZEVEDO, 2018; CUNHA; AMARANTE, 2011).

Os incentivos fiscais para a inovação (Lei do Bem e Lei da Informática) aumentaram nos últimos anos em relação ao Produto Interno Bruto (PIB), os créditos para inovação oriundos do BNDES e FINEP cresceram bastante de 2007 até 2014 e o mesmo ocorreu com o dispêndio nacional em P&D em relação ao PIB, mas os indicadores de inovação não capturam tendências de melhoras.

No Brasil, as universidades, cujas vocações principais são a geração de conhecimento, a formação, a especialização e o aperfeiçoamento de recursos humanos, abrigam a maior parcela da infraestrutura de pesquisa científica. Diferentemente do que ocorre nos países desenvolvidos, no Brasil há poucas estruturas ou instituições dedicadas exclusivamente à pesquisa científica aplicada, como a EMBRAPA, a FIOCRUZ, o Centro Brasileiro de Pesquisa em Energia e Materiais e as ICT militares, como o Centro Tecnológico do Exército.

Em um amplo levantamento realizado pelo IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) sobre a infraestrutura de pesquisa nacional, abrangendo cerca de 2000 laboratórios nacionais, constatou-se que o Brasil possui poucos laboratórios expressivos, indicando que os investimentos são pulverizados em uma grande quantidade de pequenas infraestruturas laboratoriais (DE NEGRI; SQUEFF, 2016).

Cabe destacar que, diferentemente dos países inovadores, no Brasil os ministérios finalísticos, tais como Defesa, Saúde e Agricultura, possuem poucos recursos para investir em inovação. De fato, MEC e MCTIC respondem pela grande maioria dos investimentos na área de pesquisa. Isso tem uma consequência importante: nos países em que os ministérios finalísticos possuem volume significativo de recursos para investir em inovação, há maior propensão ao desenvolvimento de Ciência e Tecnologia como missão, portanto, para resolver problemas concretos de médio e longo prazos, impulsionando a geração de inovações nos respectivos setores. Diferentemente disso, no Brasil a C&T prioriza a geração de conhecimento e não a apropriação dele para o crescimento econômico e o desenvolvimento social.

Com relação à Infraestrutura, as médias dos indicadores mundiais vêm crescendo a um ritmo mais acelerado do que os indicadores nacionais. O Brasil, à exceção da área de TIC, vem perdendo posições no *ranking* internacional, segundo indicadores do GII dos últimos cinco anos.

Dentre os indicadores nacionais capturados pelo GII, sobressaem negativamente os ligados às instituições e que avaliam o ambiente político, o ambiente regulatório e o ambiente de negócios. Nesses indicadores, o Brasil figura entre os países com pior desempenho³. É urgente a realização de reformas visando automatizar e simplificar cobranças tributárias e procedimentos de abertura e fechamento de empresas, bem como reduzir a burocracia e proporcionar segurança jurídica a investimentos privados de médio e longo prazos.

Esse diagnóstico sumário evidencia alguns dos principais desafios na busca pelo aprimoramento da capacidade de inovação do Brasil. É interessante mencionar a adoção de algumas iniciativas realizadas ao longo dos últimos 15 anos que visam a solucionar alguns dos problemas apontados previamente, porém sem resultados expressivos (MORAIS, 2017). Um exemplo emblemático é a Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005), que contempla dispositivos para atrair maior número de doutores e mestres para o setor industrial, por intermédio da subvenção da remuneração desses pesquisadores. Contudo, essa medida parece não ser eficaz, principalmente no que se refere aos doutores, visto que a maior parte desses profissionais continua empregada no setor público, conforme já mencionado aqui. O assunto precisa ser tratado de forma holística: se o mercado não demanda inovação, incentivos pontuais são inócuos.

3 Experiências Internacionais de Sucesso em Inovação

A Coreia da Sul conseguiu superar suas dificuldades econômicas e despontar na inovação tecnológica. A partir dos anos 1980, esse país adotou algumas políticas públicas visando ao desenvolvimento científico e tecnológico e à obtenção de uma base industrial de alta tecnologia por meio da formação e atração de cientistas e engenheiros de alto nível, do fortalecimento da educação, da realização de programas de treinamento no exterior e da repatriação de talentos. Aumentou a produtividade industrial, promovendo alianças entre ICT, universidades e empresas e a cooperação com outros países. Reconheceu a importância da ciência e tecnologia para o desenvolvimento do país e criou institutos de pesquisa em áreas especializadas. Priorizou o desenvolvimento da capacidade tecnológica, mediante a formação de cientistas e engenheiros. Despertou nos jovens o interesse pela ciência, incentivou o desenvolvimento da propriedade industrial e abriu o mercado (FREITAS et al., 1989; PONTES, 2019).

Outro exemplo de sucesso é o Japão, que se tornou potência mundial devido ao desenvolvimento científico e tecnológico. Para atingir metas de desenvolvimento ainda na década de 1980, ocorreram vultosos investimentos em P&D tanto pelo governo quanto pelo setor empresarial (SICSÚ, 1989, p. 37). Foi dada ênfase ao conhecimento da legislação mundial sobre a propriedade industrial e se atribuiu prioridade máxima ao setor educacional, a ponto de o Japão dispor hoje de um dos melhores sistemas educacionais do mundo. Foi assim desenvolvida uma excepcio-

3 No relatório de 2019, o Brasil aparece na 80ª posição em um conjunto de 120 países. <https://www.globalinnovationindex.org/analysis-indicator>

nal capacidade de inovar através da imitação, a partir da aquisição de produtos importados que eram aperfeiçoados e lançados nos mercados doméstico e internacional.

Em Israel, que também despontou no setor tecnológico, a educação é a prioridade do governo. Além disso, também no final de década da 1980, o país já possuía considerável nível de integração entre indústrias e universidades (CALÁBRIA; SICSU, 1989).

Esse breve relato mostra que países com realidades socioculturais díspares priorizaram a disponibilização de educação de excepcional qualidade em todos os níveis, focaram na formação de pessoal nas áreas vocacionadas para a inovação, estabeleceram uma boa articulação entre centros de pesquisa, governo e setor produtivo, introduziram políticas para incentivar as atividades de P&D, valorizaram a produção e a difusão do conhecimento, bem como a sua aplicação prática e consequente apropriação, por meio da propriedade intelectual.

O interessante livro “Basta de Histórias! A Obsessão Latino-Americana com o Passado e as 12 Chaves do Futuro”, do laureado jornalista Andrés Oppenheimer, mostra como a melhoria da educação em todos níveis, sobretudo nos ensinos fundamental e médio, a valorização dos profissionais da educação e o incentivo à ciência, tecnologia e inovação transformaram, ao longo do século passado, as trajetórias de países como Finlândia, Cingapura, Coreia do Sul, Índia, China e Israel. A trajetória desses países é uma evidência empírica convincente de que melhorar a educação, a ciência, a tecnologia e a inovação não é uma tarefa impossível. Mostra também que os países que avançam não são os que vendem matérias-primas ou produtos manufaturados básicos, mas os que produzem bens e serviços de maior valor agregado, por uma razão muito simples: vivencia-se a era da economia do conhecimento.

É instigante perceber que essas iniciativas foram bem-sucedidas em países com culturas, estruturas políticas, econômicas e sociais tão díspares. Outros trabalhos mostram que a utilização de práticas como a emulação, a adoção de política industrial, o investimento em inovações tecnológicas e a atuação ativa do Estado conduziram países com grandes diferenças socioculturais ao desenvolvimento (ZAGATO, 2019).

Um convite à reflexão, o livro supracitado ressalta a necessidade de uma estratégia que valorize a educação voltada, desde os primeiros anos escolares, para as ciências, sem deixar de lado os valores humanísticos. Mostra a importância de valorizar, reconhecer, respeitar e recompensar com os melhores salários a profissão de professor em todos os níveis, de modo que ela seja almejada pelos jovens. Essa certamente é uma prática sobremaneira inspiradora!

Suzigan e Albuquerque (2008) identificam que a acumulação de recursos monetários e financeiros foi outro fator que contribuiu para o progresso científico e tecnológico de várias nações, pois possibilitou a criação de crédito para financiamento de pesquisa e desenvolvimento, além de fomentar o processo de industrialização. A partir da observação dos desdobramentos do *New Deal*⁴ norte-americano, concluem que um sistema financeiro sólido, a par da consolidação das finanças públicas com austeridade fiscal e tributária, foi condição para que um eficiente sistema de inovação fosse criado nos EUA, com significativos gastos públicos federais em pesquisa e desenvolvimento, o que possibilitou que o país passasse a se distinguir a partir da década de 1950.

4 O *New Deal* foi o nome dado à série de programas implementados nos Estados Unidos entre 1933 e 1937, com o objetivo de recuperar e reformar a economia norte-americana.

Analisando o SNI norte-americano, Rosenberg (2000) observa os diferenciais de suas universidades em relação às de outros países. A partir das constatações desse autor, conclui-se que as instituições científicas e tecnológicas melhor contribuirão para o desenvolvimento tecnológico se responderem a demandas econômicas; descentralizarem as atividades; necessitarem competir por recursos com outras ICT para realizar seus projetos; compuserem uma ampla rede de informações que permita alto grau de especialização e diversidade; e mantiverem compromisso com a pesquisa aplicada desde a formação acadêmica dos recursos humanos.

Esses fatores aproximam as instituições científicas e tecnológicas das empresas e as mantêm conscientes das efetivas demandas do mercado. Quanto mais estreita essa relação, maior será o impacto positivo sobre o crescimento econômico e eficiente o SNI.

4 As Contribuições do Exército Brasileiro para Impulsionar a Inovação

Em decorrência de um amplo estudo realizado pelo Estado-Maior do Exército, o Exército Brasileiro (EB) iniciou um processo de transformação com o objetivo precípua de transmutar estruturas concebidas sob a égide da Era Industrial em uma organização capaz de enfrentar os desafios suscitados pela Era do Conhecimento (BRASIL, 2010; PRADO FILHO, 2014).

Esse processo de transformação é lastreado por ações agrupadas em sete vetores (BRASIL, 2010), sendo o intitulado “C&T e Modernização do Material” o de maior interesse na área de inovação tecnológica. Nessa vertente ou vetor, destacam-se as tecnologias que integram a Era do Conhecimento e da 4ª Revolução Industrial, inteligência e prospecção tecnológica, bem como mudanças organizacionais, inclusive com a criação de novas estruturas e processos, como a Agência de Gestão e Inovação Tecnológica do Exército Brasileiro (AGITEC).

Inserida no cerne do processo de transformação do Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército (SCTIEx), a AGITEC lida com áreas fulcrais da Era do Conhecimento e com modelos de inovação modernos, cujas implantações, em sua plenitude, representarão uma quebra de paradigma com relação ao modelo ainda vigente no SCTIEx, particularmente no que se refere às atividades de P&D.

Gestão do Conhecimento, Gestão da Propriedade Intelectual, Informações Tecnológicas, Prospecção Tecnológica e Promoção da Cultura de Inovação são áreas complexas, multidisciplinares e abrangentes que passam a ganhar destaque com a criação da AGITEC. Nesse diapasão, sobressaem os modelos de Inovação Aberta e Tríplice Hélice (CHESBROUGH, 2012; ETZKOWITZ, 2005) que, propostos e discutidos há muito tempo, no âmbito mundial, são de difícil implantação, sobretudo na área da Defesa e Segurança Nacional, particularmente quando as estruturas políticas, econômicas e sociais desenvolveram ao longo de séculos uma cultura de pouca interdependência e cooperação entre os atores principais do SNI e, especialmente, quando o conceito de Soberania Nacional não figura no ideário popular como necessidade básica e premente.

Passar de um modelo de inovação tradicional, comumente denominado de Inovação Fechada, em que a participação da parcela civil da sociedade em atividades de P&D da Defesa se dá, principalmente, sob a forma de contratos, para um modelo cooperativo de inovação em que os diversos atores (Forças Armadas, Universidades, Empresas tradicionais e *startups*, Investidores

Anjos e Órgãos de Fomento) participam de um mesmo empreendimento e compartilham resultados, impõe sérios e instigantes desafios, como a gestão do sigilo, da propriedade intelectual, do licenciamento de tecnologia, dos dividendos gerados pelas inovações, além dos corriqueiros desafios de se criar inovação em área de alto valor agregado e de alto risco tecnológico, como geralmente é o caso da Defesa. A despeito desses desafios, a ruptura do atual modelo torna-se imperiosa, pois a ampliação da participação da sociedade brasileira em assuntos de Defesa, sobretudo naqueles voltados às áreas de Ciência, Tecnologia e Inovação, é condição necessária para se atender às enormes demandas de um país continente, de forma soberana. Com a criação do SisDIA (Sistema Defesa, Indústria e Academia de Inovação) e da AGITEC, o Exército priorizou o fortalecimento dos vínculos entre academia, indústria e governo.

Cioso de sua missão constitucional, o Exército empreende uma caminhada incessante para aperfeiçoar os processos de gestão e governança utilizando conceitos consagrados, procedimentos modernos e boas práticas nas diversas áreas em que atua. No seu processo de transformação, o Exército identificou a prospecção tecnológica como área indispensável e que precisa ser aperfeiçoada, para fornecer subsídios aos decisores de alto nível da Instituição no tocante aos conhecimentos e tecnologias que devem ser obtidos em médio e longo prazos em proveito dos Objetivos Nacionais Permanentes (ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA, 2019).

Diante do exposto, o EB, em que pese o processo de redução de efetivo em 10% nos próximos 10 anos, criou a AGITEC, novel Organização Militar com os objetivos fulcrais de identificar as tecnologias portadoras de futuro e que poderão vir a ter papel central na Defesa e Segurança do Brasil, promover a cultura da inovação, proteger os ativos intangíveis da Instituição e realizar a gestão do conhecimento científico-tecnológico, particularmente de seus projetos de P&D. Para tal, investiu na capacitação de recursos humanos e montou uma ampla e sofisticada infraestrutura física e laboratorial.

A área de Defesa tem interesse em todos os tipos de conhecimento. Não há, porém, país que consiga manter-se no estado da arte, ou mesmo em alto nível de desenvolvimento, em todas as áreas do conhecimento humano. A priorização se impõe, mas ela precisa ser conduzida com critério e cautela, levando-se em conta as oportunidades, as necessidades, a vocação nacional e, fundamentalmente, a noção daquilo que se pretende ser como Nação. Nesse mister, o Exército vem desenvolvendo metodologias para inferir sobre o alinhamento estratégico das tecnologias prospectadas, por meio da avaliação do impacto de cada uma das tecnologias prospectadas nas capacidades pretendidas pelo Exército em médio e longo prazos.

Não obstante a complexidade dessas atribuições, está sendo aprimorada a metodologia para revelar as tecnologias críticas, aquelas que podem ser negadas ou quando importadas criam vulnerabilidades nos sistemas militares.

Assim sendo, considerando os aspectos de prospecção tecnológica, criticidade e alinhamento estratégico, são levantados subsídios para os decisores estratégicos do EB se posicionarem com relação aos temas que devem suscitar a realização de cursos de mestrado e doutorado no Brasil e no exterior, as linhas e temas de pesquisa que devem ser incentivadas, os projetos de P&D que devem ser iniciados de forma autônoma ou em colaboração com outros países, bem como as áreas em que se torna imperioso acelerar o desenvolvimento por meio de licenciamento ou transferência de tecnologias, muitas vezes lançando mão de contratos de *offset*.

Cabe destacar que, concomitantemente aos trabalhos de prospecção, são mapeados os pesquisadores, as ICT, as *startups* e as empresas nacionais que possuem conhecimento nas tecnologias e áreas de interesse do EB, para serem envolvidos nos seus empreendimentos de P&D. Esses trabalhos abrangem também países e instituições estrangeiras que possuem condições técnicas de colaborar e acelerar o desenvolvimento pretendido.

A Gestão do Conhecimento Científico e Tecnológico é outra área em que o Exército está investindo. Atualmente, o conhecimento tácito prepondera, os empreendimentos de pesquisa e desenvolvimento dos projetos estratégicos envolvem muitos atores de variadas *expertises* e são de longo prazo. Assim sendo, a gestão dos conhecimentos críticos e dos recursos humanos assume papel fundamental. Nesse sentido, ressalta-se a importância da proposição de métodos, processos e procedimentos para gerir adequadamente os conhecimentos gerados pelo EB, especificamente no campo científico e tecnológico. Esse é um desafio que vem sendo enfrentado com uma combinação engenhosa de arte e ciência.

O EB estruturou o seu Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), cuja missão é proteger os ativos intangíveis gerados no âmbito da Instituição e de dinamizar o portfólio desses ativos, que é muito modesto, apesar do desenvolvimento de sofisticadas tecnologias genéricas e duas de alto valor agregado. Dessa forma, o Exército não apenas se alinha à Lei de Inovação, como também poderá vir a colaborar ainda mais com o crescimento econômico e a geração de empregos, mediante a externalização de tecnologias de base de sua propriedade intelectual.

Além disso, com base na escala de nível de prontidão tecnológica (FRANÇA JUNIOR; GALDINO, 2019), o Exército está desenvolvendo uma metodologia para promover a comunicação clara, concisa e objetiva entre os diversos *stakeholders* do SCTIEx para que se promovam a confiança e a colaboração nos empreendimentos ligados à área de inovação, seguindo assim uma tendência observada em outros órgãos e setores (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2018; FRANÇA JUNIOR; LAKEMOND; HOLMBERG, 2017; INNOVAIR, 2016; ROCHA, 2017; STRAUB, 2015).

5 Propostas de Políticas Públicas para o Setor de Inovação

Há muitos óbices a serem superados para que o Brasil possa se destacar no campo da Inovação. Além dos aspectos apresentados, a dimensão continental, a grande diversidade fisiográfica, as desigualdades regionais e as vocações nacionais devem ser consideradas como importantes condicionantes nos planejamentos e estudos para elaborar políticas voltadas à inovação. Promover a inovação em um país com essas características é ainda mais desafiador.

Todavia, é preciso definir o que o Brasil pretende ser como Nação e realizar estudos estratégicos para priorizar as ações a serem desencadeadas para tornar realidade o futuro pretendido. Nesse diapasão, para definir a PNI, seguem algumas questões importantes que, em complemento às que já foram apresentadas, particularmente na Seção 2, precisam ser discutidas:

- O que se deseja acerca da inovação: encurtar o *gap* tecnológico, trilhando o caminho dos pioneiros, ou impulsionar a fronteira do conhecimento em áreas embrionárias, portadoras de futuro e alinhadas com a vocação nacional?

- Como identificar as áreas estratégicas, as tecnologias portadoras de futuro e como ser um ator global importante no médio prazo nessas áreas?
- Quais são as alianças e cooperações internacionais mais promissoras nos campos da Ciência, Tecnologia e Inovação?
- Como medir o avanço tecnológico do País nas áreas estratégicas?
- Como evitar a fuga de cérebros, repatriar pesquisadores brasileiros e atrair pesquisadores estrangeiros para o Brasil?
- Diante da escassez de recursos, da globalização de mercados, do conhecimento e da concorrência, quais são as áreas que o Brasil deve focar em termos de inovação (considerando suas virtudes e capacidades)?
- Como alinhar iniciativas entre as três dimensões da Tríplice Hélice?
- Como abordar a questão do longo prazo numa era em que as mudanças são intensas, imprevisíveis, voláteis e complexas?
- Como promover parcerias entre os diversos entes de C&T?
- Como dar publicidade e transparência às iniciativas, possibilitando a participação em massa da sociedade em projetos de interesse público?
- Como abolir “feudos” nas três “hélices”, direcionando as iniciativas no sentido de que tenham valor estratégico para o País e fomentando a colaboração entre tais componentes?
- Como aproveitar os conhecimentos gerados nas universidades em prol do crescimento e desenvolvimento social do Brasil?
- Como garantir a concretização e a continuidade das políticas de Estado?
- Como promover o desenvolvimento científico e tecnológico como missão?
- Como aumentar os recursos para investimentos em C,T&I destinados aos ministérios finalísticos, em particular ao Ministério da Defesa?
- Como envolver os cidadãos e o setor privado no fomento à inovação tecnológica?

- Como promover o aumento da qualidade de vida dos brasileiros por meio da inovação tecnológica?
- Como incrementar a cultura de inovação e, com isso, potencializar as interações entre os atores da Tríplice Hélice, visando dinamizar o processo inovativo?
- Como promover a comunicação clara, concisa e objetiva entre os diversos *stakeholders* do SNI para se evitar desentendimentos e promover a confiança e a colaboração?

Conforme discutido nas seções precedentes, muitas dessas questões foram enfrentadas e superadas por outros países. Além disso, algumas propostas estão sendo colocadas em prática pelo Exército para resolver problemas de seu sistema de inovação que são assemelhados aos do SNI do Brasil. Seguem discussões sobre temas que devem ser discutidos no bojo da elaboração da PNI.

a) Priorização dos investimentos em P, D&I

Os exemplos de sucesso extraídos da comunidade internacional mostram que é necessário priorizar a aplicação dos investimentos voltados à inovação segundo uma estratégia bem estabelecida e que considere as reais possibilidades e necessidades do País, concentrando esforços e recursos em objetivos claros e específicos em determinados setores que tenham potencial para alavancar a economia (CORREA FILHO et al., 2013).

A diluição dos recursos financeiros com investimento em vários setores, como ocorre no Brasil (DE NEGRI, 2018), pode ser atraente do ponto de vista político, porém mostra-se inadequada para o fomento econômico, haja vista que para alavancar um determinado setor relevante para a economia é necessário concentrar os recursos (MONTEIRO, 2018). Nesse sentido, é basilar mapear os setores que têm potencial para se tornarem os impulsores do desenvolvimento econômico do País, principalmente os de alta tecnologia que possibilitem substancial valor agregado e que requeiram incremento do nível de especialização da mão de obra, pois podem representar maior retorno de investimentos e melhores salários (FERNANDES, 2007 apud MONTEIRO, 2019a).

Assim, é essencial desenvolver metodologias de prospecção tecnológica para inferir sobre as tecnologias portadoras de futuro e coerentes com as aspirações nacionais. A partir da geração de produtos nesses setores intensivos em tecnologia surgirão atividades correlatas dos fornecedores e prestadores de serviços que envolvem tecnologias avançadas, gerando o desenvolvimento de outros setores, fato que amplia as atividades econômicas nas quais o País consegue atuar, possibilitando a internalização de tecnologias e fomentando a pesquisa e o desenvolvimento voltados à inovação.

É notório que o desenvolvimento de setores de alta tecnologia pode representar um trunfo para a inserção ativa do País no cenário geopolítico e econômico internacional. A priorização de investimentos governamentais, concentrando recursos em setores estratégicos que garantam o domínio de tecnologias sensíveis com grande potencial de gerar inovação, pode ocasionar mudanças no SNI. Tais inovações têm potencial para gerar novos materiais, produtos e serviços,

criando áreas de atividade econômica que resultarão em mudanças organizacionais nas empresas brasileiras e nas suas relações com o mercado (MONTEIRO, 2019a).

A escolha dos setores a serem fomentados precisa levar em conta a transversalidade das tecnologias, a fim de causar reflexos na maior quantidade de setores possível, de forma que as inovações geradas se constituam em um vértice da reindustrialização da economia nacional. Uma boa PNI precisa manter o seu foco no aspecto econômico, priorizando aquilo que possa efetivamente gerar um novo produto ou serviço com valor comercial, independentemente dos anseios pessoais de grupos que encaram a Ciência como um fim em si mesma.

b) Fortalecimento do Sistema Nacional de Inovação do Brasil

Na Seção 2 mostra-se que o SNI brasileiro apresenta inúmeras deficiências que precisam ser superadas. Essas deficiências envolvem todos os pilares do Índice Global de Inovação, portanto transcendem aspectos ligados ao campo da ciência e tecnologia e devem ser tratadas de forma holística. Sobretudo, é preciso que o mercado demande inovação. Assim sendo, iniciativas com esse intento devem ser desencadeadas pelos diversos ministérios, cujas políticas e ações estratégicas devem ser complementares e coordenadas. É inócua, por exemplo, aumentar a oferta de engenheiros se não há mercado para absorvê-los; aumentar a quantidade de patentes se elas não são negociadas; ou prever o uso compartilhado de infraestruturas laboratoriais públicas em um ambiente em que impera insegurança jurídica. É essencial desenvolver a cultura de inovação, buscando ampliar a integração e a interação entre todos os atores do Sistema de Inovação, com foco em determinados valores, crenças e padrões de comportamento (AZEVEDO, 2017, 2018).

Em que pese a natureza abrangente do assunto, especial atenção deve ser dada às instituições ligadas à geração e à apropriação do conhecimento, bem como às ligações entre essas instituições (ZHANG; CHEN; FU, 2019).

As deficiências existentes nos processos de pesquisa, desenvolvimento e inovação repercutem na dificuldade das organizações em apropriar-se do esforço de inovação empreendido, haja vista a incipiência dos mecanismos internos de identificação e consolidação dos conhecimentos, e da proteção e exploração das tecnologias e inovações geradas a partir delas. Precisam ainda ser sanadas as falhas, lacunas e antinomias nos procedimentos e nas normas legais específicas que fornecem proteção ao processo de pesquisa e desenvolvimento voltado à inovação no País. Uma eficiente apropriação dos ativos imateriais e a adoção de medidas proativas que atendam às oportunidades de melhoria no processo de pesquisa, desenvolvimento e inovação assumem especial importância para a eficácia da PNI, pois constituem fonte de receita para investimento nas Instituições Científicas e Tecnológicas e importante diferencial para o desenvolvimento da indústria nacional, em virtude da possibilidade de garantir as vantagens econômicas decorrentes da propriedade intelectual (MONTEIRO, 2018).

Para aperfeiçoar os mecanismos da Tríplice Hélice, a academia, empresas e Governo precisam discutir conjuntamente os rumos da PNI. O modelo da Tríplice Hélice tem sido utilizado por vários países no sentido de estimular o surgimento de núcleos de inovação tecnológica e transferência de tecnologia, incubadoras de empresas, novas legislações e novos mecanismos de fomento. Porém, no Brasil, a interação entre as instituições de pesquisa e as empresas limita-se ao estabeleci-

mento de meros pontos de contato, como consequência provável do surgimento tardio tanto das instituições de pesquisa quanto da industrialização brasileira (SUZIGAN; ALBUQUERQUE, 2008).

Como mostrado aqui, há vários casos de iniciativas bem-sucedidas em outros países que precisam ser estudadas para a construção de uma política adequada à realidade nacional. É fundamental que as políticas públicas estejam relacionadas entre si a fim de garantir que, além de recursos financeiros e incentivos fiscais, haja infraestrutura e recursos humanos capacitados que efetivamente possibilitem a inovação. A promoção do desenvolvimento tecnológico e inovativo precisa ser tratada de modo integrado ao desenvolvimento industrial; nesse sentido, é possível afirmar que a geração da inovação depende da Política Nacional de Inovação e da Política Industrial Nacional, elaboradas e efetivadas de forma consistente de modo a dar destaque à indústria.

c) Encomenda Tecnológica Governamental Eficiente

O Marco Legal de Ciência Tecnologia e Inovação inovou no que concerne às contratações públicas destinadas à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Essa é uma importante iniciativa de estímulo à inovação e ao desenvolvimento tecnológico, pois o Estado têm sido o protagonista da inovação nas principais economias do mundo e um arcabouço jurídico eficiente e eficaz possibilita a contratação segura e célere de empresas e instituições vocacionadas a esse mister. Todavia, malgrado os esforços recentes, persistem dificuldades para a plena utilização do instituto da encomenda tecnológica (MONTEIRO, 2019b).

Nesse sentido, é relevante examinar a experiência norte-americana, que estabeleceu um completo regramento jurídico com essa finalidade por intermédio do Regulamento de Aquisição Federal dos Estados Unidos da América (*Federal Acquisition Regulation* – FAR). O FAR está inserido no título 48, capítulo 1, do Código de Regulação Federal dos Estados Unidos. Cada departamento federal norte-americano pode suplementar o FAR, segundo a natureza de atuação das suas agências executivas. A legislação estadunidense tem por objetivo expresso entregar, em tempo hábil, o produto ou serviço de melhor valor para o cliente, mantendo a confiança do público e o cumprimento dos objetivos da política pública (FAR seção 1.102[a]).

O FAR traz em seu bojo o reconhecimento da política de compras do governo norte-americano de que certas aquisições são permeadas pela subjetividade e pelo impacto econômico e social, a exemplo daquelas voltadas à pesquisa, desenvolvimento e inovação. Nesse sentido, em várias passagens do FAR há evidências de que o preço de aquisição não deve ser o único elemento a ser considerado, apresentando um tratamento adequado à questão do desenvolvimento tecnológico e da inovação. Por reconhecer a relevância do desenvolvimento tecnológico, essa regulamentação trata de maneira diferenciada os processos de aquisição que envolvem risco, alta complexidade e assimetria de informações. Destarte, o relacionamento do Estado com fornecedores privados nas aquisições de P&D é encarado como “parceria” e não meramente como uma contratação comum, na qual a unilateralidade seja a tônica. Verifica-se que, a fim de sondar e interagir com o mercado, o FAR prevê a ampla utilização do *Request for Information* (FAR, subseção 52.215-3) antes de efetuar as contratações; prevê, também, que os editais de licitação sejam diferenciados quando está presente o risco tecnológico decorrente da natureza do conhecimento e da técnica envolvidos

(RAUEN, 2014). Evidencia-se que a legislação norte-americana inspirou dispositivos do Marco Legal de C,T&I brasileiro; todavia, aquela é muito mais flexível e eficaz, uma vez que a norma brasileira ainda contém o “engessamento” característico da Lei Geral de Licitações, ao exigir que o processo seletivo contenha critérios prévios e certos concernentes ao objeto contratado, restando pouca margem de liberdade para o contratado inovar conforme as reais necessidades do mercado e de acordo com as percepções dos riscos envolvidos.

d) Melhoria nos Critérios de Governança

Além do uso de ferramentas sofisticadas de inteligência de mercado, prospecção tecnológica, alinhamento estratégico, criticidade e mecanismos de comunicação, para se promover governança e gestão da inovação é indispensável desenvolver indicadores de inovação fidedignos. Apesar dos avanços, como os alcançados pelo GII, ainda há muitas oportunidades de melhoria nessa área de pesquisa.

A avaliação do desempenho das políticas relacionadas à inovação tradicionalmente se concentra em análises estáticas de insumos e produtos de inovação, como ocorre, por exemplo, com o GII. Entretanto, essa abordagem possui limitações já evidenciadas pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), pois, apesar de possibilitar uma importante fonte de informação sobre o conteúdo e a direção em que rumo a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico, não é capaz de retratar o verdadeiro grau de produtividade e crescimento de uma economia em decorrência das inovações. Esse modelo convencional fornece um quadro estático que não leva em conta a dinâmica das inter-relações entre os atores que atuam no processo de inovação.

Os modelos mais recentes procuram evidenciar a importância das interações ou ligações entre as pessoas e as instituições que integram os SNI e, portanto, envolvidas no desenvolvimento de inovações. Nesse sentido, é necessário estabelecer procedimentos para a obtenção de dados acerca dos fluxos de conhecimento que ocorrem entre as instituições no processo inovativo e efetuar o mapeamento dos ambientes de inovação para identificar os envolvidos e suas inter-relações. A OCDE já tomou a iniciativa de desenvolver novos tipos de indicadores de fluxo de inovação, incluindo em suas estatísticas a mobilidade dos recursos humanos, a difusão do conhecimento e a caracterização de empresas inovadoras.

Ressalta-se que uma política de inovação adequada precisa enfatizar o papel das atividades conjuntas de pesquisa e outras colaborações técnicas entre empresas e instituições públicas. Destarte, são de grande valia os incentivos e um adequado arcabouço jurídico que possibilitem e promovam parcerias relacionadas à pesquisa de tecnologias críticas com a participação governamental. Assim, uma política eficiente buscará fomentar as redes de inovação e projetar os fluxos de informação, vínculos e parcerias de maneira eficiente.

Em síntese, a integração e coordenação de políticas públicas com reflexos no processo inovativo, o uso de indicadores convencionais e de fluxo de conhecimento, o mapeamento dos ambientes de inovação nacionais, as ferramentas de prospecção tecnológica e de inteligência de mercado, o alinhamento estratégico e a criticidade compõem um *framework* importante para realizar a gestão e a governança do SNI.

6 Considerações Finais

Motivado pelos baixos índices de desempenho do SNI do Brasil, este artigo abordou o tema de inovação, particularmente, sobre questões que devem ser amplamente discutidas para subsidiar a elaboração de uma PNI abrangente, como o tema requer.

Ficou claro que o Sistema Setorial de Inovação do Setor de Defesa é indissociável do SNI brasileiro. Destacou-se a Ciência e Tecnologia como condição necessária para impulsionar o ambiente de inovação nacional.

Foi enfatizada a natureza de longo prazo do acúmulo das capacidades tecnológicas, sobretudo em países de industrialização tardia e que não domina tecnologias críticas como o Brasil. Resaltou-se, assim, a necessidade de que a PNI envolva ações estratégicas de longo prazo.

Apresentou-se um breve diagnóstico do SNI nacional no qual se evidenciaram os principais gargalos, que devem ser enfrentados de forma integrada e não isoladamente, como muitas das ações empreendidas pelo Brasil ao longo dos últimos anos.

Algumas experiências e práticas assemelhadas e bem-sucedidas adotadas em países de culturas e realidades díspares entre e si e em relação ao Brasil foram comentadas. Sobressai então a universalidade de práticas tais como uma educação sólida e vocacionada para as áreas que alavancam a ciência, a tecnologia e a inovação e a indispensável valorização dos profissionais que labutam com a educação em todos os níveis.

Mostrou-se que o Exército está atento ao tema e desde 2009, quando iniciou o seu processo de transformação, vem empreendendo esforços para ampliar sua capacidade de inovação e assim proporcionar à Força Terrestre meios para cumprir suas missões constitucionais em um contexto cada vez mais dinâmico e incerto.

Inspiradas em teorias e práticas consagradas no mundo, as ações do Exército estão em andamento e envolvem inclusive mudanças organizacionais, como a criação de novas estruturas.

Passou-se a ressaltar a importância das tecnologias duais, a fim de externalizar os conhecimentos e tecnologias geradas internamente e com seus parceiros para contribuir de forma mais eficaz com o desenvolvimento nacional; de se intensificar seu modesto portfólio de ativos intangíveis; e de criar melhores condições para aumentar a participação da parcela civil da sociedade brasileira em assuntos de interesse da Defesa, especialmente no campo da C,T&I.

É mister destacar que o Exército desencadeou esforços para aumentar a sua capacidade de realizar prospecção tecnológica e alinhamento estratégico. Com isso, busca-se priorizar suas ações estratégicas, seu capital humano e seus recursos financeiros, identificando, ainda na fase de iniciação e de crescimento do ciclo de vida das tecnologias, aquelas portadoras de futuro e que poderão impactar fortemente as capacidades pretendidas pelo Exército no médio e longo prazo.

Foram apresentadas algumas questões centrais, cujas respostas oferecem condicionantes e subsídios à elaboração da PNI do Brasil. Por fim, foram discutidas algumas propostas para serem incluídas na PNI, tais como o fortalecimento do SNI do Brasil, o uso eficiente do expediente de encomenda tecnológica governamental, a melhoria dos critérios de governança e a priorização dos investimentos voltados para a P, D&I.

É cada vez mais importante investir em ferramentas de prospecção e planejamento estratégico e estabelecer metas e objetivos focados nas áreas portadoras de futuro. Torna-se peremptório realizar planejamento de médio e longo prazos para retirar o Brasil do enorme atraso no campo da inovação e colocá-lo em posição compatível com sua musculatura fisiográfica e econômica, sobretudo em áreas que estão no cerne da 4ª RI. A busca, na maioria das vezes infrutífera, de tentar suplantar o “gap tecnológico”, sobretudo em áreas inerentes à Era Industrial, deve ficar em segundo plano.

O Brasil é um país de grandes oportunidades, dotado de muitas riquezas que precisam ser exploradas de forma sustentável e repleto de talentos em diversas áreas do conhecimento que precisam ser mapeados, apoiados e empregados adequadamente.

Além de constituir-se em um dos maiores mercados do mundo, o Brasil possui inúmeras vocações, uma das maiores biodiversidades e abundância de recursos minerais e naturais, o que gera uma ampla gama de possibilidades de inovações. O Brasil não se situa nas regiões onde ocorrem as principais tensões mundiais, não há aqui movimentos separatistas e, apesar das dimensões continentais e das especificidades regionais, compartilha-se um mesmo idioma e fortes laços culturais. Há no Brasil ambientes de inovação sofisticados no Sul e no Sudeste, sem esquecer que as próprias deficiências nacionais podem ser transformadas em grandes oportunidades.

Para se destacar no campo da ciência, tecnologia e inovação é preciso contar com capital humano altamente qualificado, em todos os níveis; possuir uma infraestrutura de pesquisa de ponta; dispor de um ambiente regulatório desburocratizado, sólido, consistente, que incentive o investimento privado de risco e de longo prazo; cumprir acordos, contratos e leis; ter um sistema de propriedade intelectual ágil, que garanta o retorno dos investimentos; e contar com uma estrutura de mercado que favoreça a competição, sem protecionismos. Porém o essencial é que se tenha uma educação básica de qualidade para formar cidadãos esclarecidos e consumidores exigentes. Isso impulsionará o mercado da inovação e criará as condições para o início de um círculo virtuoso.

Agradecimentos

Ao Centro de Gestão de Estudos Estratégicos, pelas perguntas formuladas e que constituem um convite instigante à reflexão sobre temas fulcrais para o desenvolvimento do Brasil; e aos integrantes do Departamento de Ciência e Tecnologia, pelos valiosos subsídios oferecidos para a elaboração deste artigo.

Referências

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>. Acesso 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>. Acesso 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.

LUNDVALL, 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>. Acesso 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>. Acesso 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.