

ASPECTOS ECONÔMICOS DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA BRASILEIRA

GT 4 – Microeconomia, Organização Industrial e Economia da Tecnologia

Prof. M.Sc. Nelson Novais Júnior ¹
Prof. Dr. Dionisio de Haro Romero ²
Prof^a. Dr^a. María Angeles Cano Linares ³

RESUMO

Este trabalho visa analisar como a estrutura e a trajetória evolutiva do sistema nacional de inovação tecnológica no Brasil impactaram a indústria no contexto da reestruturação produtiva internacional. Nesse sentido, o planejamento e execução das políticas locais de desenvolvimento industrial e econômico como uma resposta necessária aos principais desafios e dinâmica estrutural real da economia brasileira, face à nova ordem econômica internacional dirigida para assegurar a introdução de inovações tecnológicas e organizacionais na base do tecido produtivo da industrial nacional, consitui fundamento sólido do desenvolvimento inovativo no Brasil e no mundo com base nas patentes industriais. Resultados para o Brasil demosntram que o Sistema Nacional de Inovação Tecnológica ainda é imaturo qunado comparado ao nível de competitividade internacional, apesar do recente crescimento na massa crítica do mesmo, impactanto segmentos industriais vitais para a soberania nacional.

Palavras-chave: Política. Indústria. Inovação. Tecnologia.

1 INTRODUÇÃO

No começo do século XXI, a inovação, especialmente a de caráter tecnológico, é um centro de atenção para a sociedade em geral e para o mundo econômico em particular (DACORSO, 2009). Incluso, poder-se-ia dizer que a inovação tecnológica é um fator chave para que os empresários logrem incrementar sua competitividade e os políticos a utilizarem como argumento para melhorar a vida dos eleitores. Claros indícios desta forma de pensar são

¹ Prof. Nelson Novais Júnior, M.Sc., Doutorando em Relações Internacionais Iberoamericanas (*Universidad Rey Juan Carlos* de Madri) Professor Assistente na *Escuela Diplomática de Madrid*, e-mail: n.novais@alumnos.urjc.es.

² Dr. Dionisio de Haro Romero, *Departamento de Historia e Instituciones Económicas y Filosofía Moral* (*Universidad Rey Juan Carlos* de Madri), e-mail: dionisio.dehara@urjc.es.

³ Dra. María Angeles Cano Linares, *Departamento de Derecho Público II* (*Universidad Rey Juan Carlos* de Madri), e-mail: angeles.cano.linares@urjc.es.

o papel crescente que desempenham as políticas públicas de inovação tecnológica e o maior esforço empresarial ou industrial que se compromete com atividades desta natureza (COUTINHO & FERRAZ, 2012).

A teoria do *catching-up* (ABRAMOVITZ, 1971) sustenta que os países retratados tecnologicamente possuem a possibilidade de fechar esta lacuna frente aos líderes tecnológicos a partir da utilização de sua “capacidade social”. Esta capacidade social está vinculada com a educação, a competência técnica, as instituições que promovem o crescimento empresarial e o regime de incentivos em geral.

Esta explicação significou um progresso, com a introdução dos aspectos institucionais. As primeiras formulações desta teoria fundamentam a possibilidade dos países de preencher esta lacuna por sua capacidade de “imitar” aos países líderes, versões posteriores incluíram outras dimensões da inovação: técnica, organizacional, institucional.

Teóricos (ALBUQUERQUE *et. al.*, 2011) apontam no sentido de que as configurações de sistemas nacionais de inovação com estruturas firmes e sustentáveis possibilitam que as inovações técnicas, organizacionais e institucionais se plassem no seno de diversos setores da economia, consolidando e ligando tais sistemas, bem como suas economias, frente a seus similares no cenário internacional de tal forma que a economia globalizada gere ganhos de escala para aqueles subsistemas mundiais mais eficazes na geração, difusão e transbordamento da inovação tecnológica por meio do binômio universidade-indústria. O crescimento potencial e endógeno de uma economia tornar-se-ia fruto ou tributária de uma política industrial e tecnológica embasada em inovações tecnológicas (ABRAMOVITZ, 2013; ALBUQUERQUE, 2009).

Desta forma, a estrutura da industrial brasileira, apesar de relativa arquitetura de pesquisa e desenvolvimento de inovações tecnológicas, necessita progredir no sentido de alcançar competitividade mundial de tal forma que aumente o nível de potencial e crescimento endógeno levando, conseqüentemente, a uma elevação do bem-estar da sociedade brasileira. Países da OCDE pesam a importância dos seus parceiros comerciais pelo nível tecnológico embutido nos produtos de exportação de suas economias frente ao comércio mundial (SANAHUJA, 2011).

As exportações de produtos brasileiros têm baixa densidade tecnológica, ou seja, os Manufaturados de Origem Industrial (MOI) possuem pouca representação no comércio internacional brasileiro fortemente concentrado em *commodities* intensivas em recursos naturais e mão-de-obra provenientes de regiões assimétricas onde as pequenas e médias



empresas agrícolas dispõem de poucos meios para inovar e diferenciar seus produtos (FRENKEL, 2009). Estudo demonstra (CASTAGNINO, 2006) a baixa densidade tecnológica presente nos principais produtos da pauta de exportação de Manufaturados de Origem Industrial (MOI) do Brasil frente ao resto do mundo no ano de 2004⁴.

2 SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL

A expressão “Sistema de Inovação (SI)” surgiu nos anos 80 e se difundiu com trabalhos de Chris Freeman e Richard Nelson. Esta abordagem ganhou maior espaço no início dos anos 90 onde se analisou comparativamente os sistemas nacionais de inovação (SNI) e com trabalhos teóricos que investigavam o conceito e o desenvolvimento da estrutura do sistema de inovação (FREEMAN & SOETE, 1987). Desde então, tais autores passaram a ser referência nos trabalhos sobre SI e são amplamente citados pelos estudos posteriores neste campo.

Os países vivem hoje o desafio de se desenvolverem (ou continuar se desenvolvendo) dentro de um ambiente econômico baseado no conhecimento e caracterizado pela existência de mercados dinâmicos e competitivos. Um dos elementos-chave para transpor esse desafio é sem dúvida a busca pela inovação constante (FREEMAN & SOETE, 2008). Em busca da inovação, cada país deve planejar seu crescimento, organizar e estruturar ações voltadas para esse objetivo, ou seja, os países devem construir ambientes favoráveis ao seu crescimento, instituindo seus Sistemas Nacionais de Inovação - SNI.

Um Sistema Nacional de Inovação pode ser visto como um grupo articulado de instituições dos setores público e privado (agências de fomento e financiamento, instituições financeiras, empresas públicas e privadas, instituições de ensino e pesquisa, etc.) cujas atividades e interações geram, adotam, importam, modificam e difundem novas tecnologias, sendo a inovação e o aprendizado seus aspectos cruciais ((FRENKEL, 2009).

⁴ KAM (*Knowledge Assesment Methodology*) é uma metodologia desenvolvida no marco do Programa K4D (*Knowledge for Development*), que consiste em uma série de 80 variáveis estruturais e qualitativas, que servem como *proxies* dos quatro eixos da economia da tecnologia: 1) um sistema econômico e institucional que promova os incentivos para um uso eficiente do conhecimento existente e novo e que promova motivação empreendedora; 2) uma população educada e capacitada que possa criar compartilhar e usar corretamente o conhecimento; 3) uma infraestrutura de comunicação dinâmica que permita a comunicação, disseminação e processamento efetivos da informação; e 4) um sistema de inovação eficiente, composto por empresas, universidades, centros tecnológicos, consultores e outros atores que possam utilizar o crescente *stock* de conhecimento, adaptá-lo as necessidades locais e gerar nova tecnologia. Disponível em: <<http://info.worldbank.org/etools/kam2005/index.htm>>. Acesso em 13/03/2011.



É consenso na literatura sobre o tema que o Brasil possui um SNI imaturo, pouco eficiente se comparado aos sistemas de inovação de países desenvolvidos. No caso do Brasil, o progresso tecnológico tem sido uma consequência do desenvolvimento e não o seu motor, um subproduto de certos investimentos e não algo inerente ao processo de formação de capital. À falta de uma política de fomento e disciplina de assimilação do progresso tecnológico, chegou-se a uma situação em que empresas estrangeiras são as principais beneficiárias do avanço da técnica que se assimila.

Trata-se de um problema que requer uma abordagem global, no quadro de uma política que vise fomentar a criação e a adaptação de novas técnicas, bem como sua assimilação (FURTADO, 1961). Nesse sentido, uma nova visão em relação ao desenvolvimento a partir das especificidades locais torna-se necessária no contexto do Brasil. A abordagem dos sistemas de inovação se apresenta como um importante instrumento para este fim.

A razão que sustenta esse interesse reside na idéia de que em uma economia global, onde as fronteiras administrativas perdem sua eficácia, tanto as indústrias como as instituições de uma região ou país estão obrigadas a desenvolver novos elementos que lhes permitam alcançar e manter um alto grau de competitividade econômica. Por outro lado o recente sucesso de países asiáticos na superação do subdesenvolvimento, por via da inovação tecnológica na indústria, justifica o interesse pelo tema (DE NEGRI; SALERNO & DE CASTRO, 2010). O parque industrial brasileiro é considerado um dos maiores e mais diversificados entre os países em desenvolvimento. Contudo, a inserção internacional mais dinâmica e competitiva desta indústria está em função de uma trajetória de desenvolvimento sustentável e progressivamente acelerado de novas tecnologias e formas de organização da produção.

No contexto das relações econômicas internacionais a competitividade de uma indústria está baseada na diferenciação de produtos e processos vinculados à inovação tecnológica gerada no seno de um sistema de inovação consolidado que possibilite segurança nacional e competitividade para o crescimento e desenvolvimento econômico (DE NEGRI; SALERNO & DE CASTRO, 2010).

Neste sentido (ALBUQUERQUE, 2012):

Existe um razoável consenso de que o esforço tecnológico das firmas na indústria brasileira é ainda insuficiente ou está abaixo do que poderia ser desejado para uma economia que pretende alcançar taxas de crescimento mais altas e inserir-se de forma mais virtuosa no comércio internacional.

Segundo economistas (SUTZ, 2008; TEUBAL & AVNIMELECH, 2004; YOGUEL, 2003) a mudança tecnológica tornou-se endogeneizada no modelo econômico de desenvolvimento de Solow e Romer porque um setor produz novas tecnologias para outros setores da economia. Assim, difunde-se e transborda o processo de inovação tecnológica em diversos segmentos produtivos da economia, impulsionando o nível macroeconômico de produção nacional no que se convencionou denominar de Irradiação Tecnológica.

A inovação passa ser utilizada para maximizar os lucros das indústrias e empresas existindo um alto grau de apropriação dos efeitos de difusão e transbordamento já que não existe competência perfeita e a tecnologia não se difunde instantaneamente em toda a economia, pois há uma trajetória de crescimento e desenvolvimento no tempo. Desta maneira, o crescimento do produto está relacionado diretamente com o investimento em novas tecnologias (fundamentalmente na forma de IDT+i) e com o grau de apropriação destas tecnologias (COOMBS; SAVIOTTI & WALSH, 2007).

Neste cenário, a cristalização de tal fato será possibilitada por fatores como as características da estrutura produtiva nacional, a capacidade do Sistema Nacional de Inovação Tecnológica (SNIT) do Brasil, entendido este sistema como todos os agentes econômicos, privados e públicos, responsáveis pela política científica e tecnológica no âmbito nacional, o grau de acessibilidade aos novos conhecimentos e o nível de formação e educação que possui a mão-de-obra.

Diante deste contexto duas alternativas existem na hora de afrontar tal problema. A primeira refere-se ao desenvolvimento de uma estratégia de manutenção de baixos custos de produção, com uma implicação negativa sobre o nível salarial, e, portanto, com um nível de desenvolvimento endógeno reduzido (NELSON, 1998). A segunda é optar por especialização em produtos de alto valor agregado que exigem um alto grau de inovação tecnológica, mas assegura vantagens comparativas mais duradouras, constantes e sustentáveis. A segunda, que é a alternativa mais atrativa, requer uma estrutura adequada de dotação de recursos tecnológicos e humanos que, geralmente, são escassos e custosos.

Os economistas não foram alheios às questões relacionadas com a inovação tecnológica. De fato, a curiosidade por esta matéria existe desde os primeiros passos da Economia como ciência, ainda que nem sempre abordada de forma apropriada e com a mesma intensidade. Mostrou-se como um assunto difícil de ser analisado pelo desenvolvimento teórico, o que há levado, em diversas ocasiões, a ter um papel secundário nos modelos que tratam de explicar o funcionamento da realidade econômica (ALONSO, 2009).



Não obstante, a ciência econômica foi reconhecendo paulatinamente sua relevância, especialmente a partir das aportações realizadas por Schumpeter na primeira metade do século passado (GILPIN, 2002), o que permitiu o desenvolvimento de todo um espectro de trabalho que se distancia da tradição neoclássica, abrindo um campo de investigação paralelo dentro de um enfoque evolucionista e institucionalista matizado por análises quantitativas (econométricas ou econofísica) e qualitativas (metodologia KAM).

Em definitivo, a inovação tecnológica (MEIRELLES & ROSSETTI, 2011), entendida como a conversão do conhecimento tecnológico em novos produtos ou processos para sua introdução no mercado, é um fenômeno complexo. Em geral, no processo de inovação tecnológica as indústrias não são agentes econômicos isolados, mas componentes de rede ou sistema de inovação tecnológica nacional e internacional onde um grande número de outros atores que interatuam em um contexto socioeconômico específico, transmitindo e transbordando conhecimentos de forma diversa (NELSON & WINTER, 2012).

Por esta razão, faz-se necessário superar as aproximações parciais que vinculam exclusivamente esta conversão como uma expansão da demanda de mercado ou como empuxo da oferta tecnológica e abordá-la de uma forma integrada no chamado Sistema Nacional de Inovação Tecnológica (SNIT) do Brasil.

Expoentes da ciência econômica (FRENKEL, 2009) desenvolveram o conceito de Sistema Nacional de Inovação, considerando que esses sistemas são um arranjo institucional responsável por tornar endógeno o progresso tecnológico à dinâmica econômica de um país. Segundo essa concepção, o progresso tecnológico não é derivado apenas da operação das forças de mercado e, sim, consequência de inovações em indústrias que envolvem agências governamentais, universidades, centros de pesquisas e até mesmo o sistema financeiro como suporte dos fundos para pesquisa e investimento.

3 O SISTEMA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E INDUSTRIAL NO BRASIL

No que se refere à intervenção pública brasileira neste sistema, detecta-se um gradual incremento com o passar dos anos, ampliando, simultaneamente, sua linhas de atuação como consequência das diferentes aportações teóricas existentes. Tradicionalmente, a Teoria das Falhas de Mercado serviu para justificar as limitações deste mecanismo de fluxo vetorial em relação com a utilização de recursos em tarefas inovadoras. Posteriormente, surgem outras orientações que, apartando-se da influencia da maximização do benefício e considerando o

comportamento da indústria no entorno de incerteza, apresentou-se como justificativa para apoiar a intervenção pública no âmbito da ciência e tecnologia brasileira. Apesar de seu crescimento sustentável, quando comparado com a maioria dos sistemas nacionais de inovação dos demais países do mundo nos quais existe um volume substancial de produtos do tipo MOI (Manufaturados de Origem Industrial), o SNIT do Brasil padece de uma dinâmica entrópica positiva que possa responder de forma adequada aos cenários das relações econômicas internacionais bilaterais, multilaterais ou de integração (POSSAS, 1996).

Neste sentido a comparação entre as principais variáveis da economia da tecnologia do Brasil com o G-7 mais Austrália e Nova Zelândia confirmam a assimetria, desfavorável ao Brasil, entre os sistemas de inovações tecnológicas na indústria (CASTAGNINO, 2006).

Com independência do argumento que se utilize, a intervenção do setor público se materializou em um amplo abanico de medidas que abarca as ajudas financeiras e medidas fiscais com o fito de promover condutas cooperativas no Brasil; a regulação, para estabelecer um marco legal favorável; a criação de distintas infraestruturas de apoio à pesquisa e investigação para facilitar o processo inovador na indústria brasileira; e, também, outras medidas como a compra pública e as medidas políticas na pesquisa, educação e formação superior (BRITTO & ALBUQUERQUE, 2000).

A atuação pública (SUZIGAN *et al.*, 2014) se vê respaldada pela capacidade que os agentes públicos, devido às configurações administrativas e legais, possuem em materializar políticas públicas em escala nacional voltadas para a inovação tecnológica assim como pela capacidade de aglutinar os diversos agentes econômicos. A partir dos anos 1960, nos países ocidentais e, com certo atraso, no Brasil, optou-se pela criação e consolidação de infraestruturas tecnológicas entre as quais se encontram o Sistema Nacional de Inovação Tecnológica (SNIT). Este tipo de iniciativa, que se dissemina na atualidade por todo o mundo, persegue a reprodução da realidade surgida de maneira espontânea, mas direcionada pela ação pública em outras zonas como exemplificam o circuito científico-industrial integrado do Sistema Nacional de Tecnologia dos Estados Unidos e o Sistema de IDT+i da União Européia.

As mudanças institucionais e tecnológicas oriundas do processo de transformação da economia brasileira desde o início da década de 1990, caracterizando-a como uma economia de desenvolvimento crescente, foram de amplo e profundo impacto (SUZIGAN *et al.*, 2014). O Sistema Nacional de Inovação Tecnológica (SNIT) do Brasil possui alta concentração de agentes relacionados com atividade de IDT+i da indústria que incrementa as possibilidades de



êxito do sistema em criar uma massa crítica suficiente para iniciar um processo que, em médio prazo, origine sua própria dinâmica empreendedora e inovadora que, efetivamente, faça frente às constantes rupturas de paradigmas gerenciais e tecnológicos da atividade industrial vistas à elevação no nível de potencial e crescimento endógeno e de bem-estar na economia brasileira.

Um dos maiores desafios da sociedade atual é o de gerar, aplicar e divulgar o conhecimento científico produzido e de transformar esse conhecimento em inovação tecnológica. O crescimento de países como Estados Unidos, Alemanha e Japão demonstra como um ambiente nacional favorável pode ter uma considerável influência no estímulo às atividades inovadoras (CARLSON, 2013). Sobre esse ambiente nacional favorável, desenvolveu-se a literatura dedicada ao tema o conceito de Sistemas Nacionais de Inovação Tecnológica (SNIT).

É possível perceber, então, que o nível de articulação entre os diversos atores que compõem um SNIT, principalmente no que diz respeito à diminuição da distância entre eles por meio de uma mecânica de financiamento, administração e coordenação, é o que determina *per se* a capacidade deste em gerar inovação (ALBUQUERQUE & SICSÚ, 2000). Partindo da definição e da conceituação dos Sistemas Nacionais de Inovação Tecnológica trazida por diversos autores (ALBUQUERQUE, 1996), assim como das heterogeneidades encontradas nos sistemas de inovação de diversos países, sugere a divisão desses sistemas em três categorias: uma primeira, que abrange os sistemas de inovação que capacitam os países a se manterem na liderança do progresso tecnológico internacional (sistemas referentes aos dos principais países capitalistas desenvolvidos); uma segunda, que envolve os sistemas de países que possuem como principal objetivo a difusão de inovações, países capacitados a absorver criativamente os avanços gerados nos centros mais avançados; e, por fim, uma terceira categoria das quais participam os países cujos sistemas de inovação não se completaram, são imaturos.

O Brasil (SUZIGAN & ALBUQUERQUE, 2008) se enquadra nesta terceira categoria, ou seja, o país construiu uma infraestrutura mínima de ciência e tecnologia que, combinada com a sua baixa articulação com o setor produtivo, contribuiu pouco com o desempenho econômico do país. Dessa forma, devem-se investigar as causas e consequências que estão imbricadas na importância da inovação tecnológica na indústria brasileira para o desenvolvimento econômico nacional e seus efeitos sobre a dinâmica de competição que envolve o mercado cada vez mais globalizado e marcado por rupturas de paradigmas.



A demonstração acima possui diversos vetores de coordenação e atuação que inviabiliza uma simplista e singular conclusão para a estrutura do SNIT da indústria brasileira. Mais além desta observação pragmática, a existência de uma economia com as características da brasileira, pressupõe uma análise a partir de ambientes internos e externos ao SNIT o que, definitivamente, sintetiza a dinâmica do SNIT na indústria brasileira e suas perspectivas no curto e médio prazo.

Concretamente, busca-se estabelecer a relação causal quantitativa entre nível de financiamento público para P&D no Brasil com o número de patentes registradas de tal forma que se possa estabelecer uma análise sólida da política de P&D no âmbito nacional.

Para enumerar os efeitos associados a uma ação, deve-se adotar uma visão ampla de tal maneira que se incorpore tanto os efeitos diretos, que refletem as consequências originadas por uma determinada atuação, como os efeitos indiretos, que se originam pela interdependência complexa do tipo inercial que tenha a política ou a ação primordial e, também, os induzidos, que relacionam os estímulos posteriores provocados pelos efeitos diretos e indiretos no espaço-campo de irradiação da inovação tecnológica industrial (FERNÁNDEZ, 1972).

Ademais, não se deve computar elementos que vão ter uma influência negativa na hora de valorar as consequências de uma medida como é o denominado peso morto das políticas ou *deadweight*, que se refere à evolução que havia seguido à questão estudada em ausência da intervenção e que deve ser descontado do impacto apreciado inicialmente; o efeito deslocamento ou substituição ao existir a possibilidade de que uma medida tenha um impacto em outro âmbito fora do previsto ou uma substituição de agentes aos que estava dirigida a medida; e o efeito de apalancamento⁵, que se refere à quantidade de financiamento de origem privado investida em um projeto assistido que pode se atribuir apoio público ao projeto.

Neste sentido apontam economistas (SUZIGAN *et al.*, 2014) que o nível de patentes de um país, bem como sua evolução ao longo do tempo, leva consigo elementos de política industrial pública e privada difíceis de serem mensuradas por meio de enquetes, transferindo ao nível de aplicabilidade da P&D a sua função social, eficiência e eficácia. Para estes autores, as patentes demonstram o esforço tecnológico (CARLSON, 2013) dos diversos setores de um país no sentido de buscar níveis de desenvolvimento industrial compatíveis com os padrões de outros sistemas de inovação industrial e tecnológica maduros.

⁵ Este termo tornou-se difundido desde o ano de 2000 por força da atuação do sistema de inovação da União Européia (UE). Cf. RODRIGUES, M. **Estratégias de desenvolvimento na OCDE**. Lisboa: Editora Calouste Gulbekian, 2004.



O modelo de verificação de inovações tecnológicas via patentes, refere-se às condições de apropriação econômica, um dos determinantes do progresso tecnológico na literatura econômica (FREEMAN & SOETE, 2008).

Teóricos assinalam que o nível de patentes, a despeito de sua não captação de estratégias de mercado e de entropia generalizada e cruzada de dados, oferece uma razoável matriz de análise de desenvolvimento científico e tecnológico assim como de sua política de médio e longo prazo no setor industrial (RIBEIRO, 2009).

Com base em no conjunto de condições políticas, econômicas, estratégicas e de planejamento existe a necessidade de realizar o registro de patentes ou mesmo não fazê-lo. Independente da estratégia adotada, as patentes resultam de investimento em P&D bem como da difusão de tecnologia no mercado e de apropriação econômica da geração desta tecnologia segundo o Ciclo do Produto de Vernon para geração de uma inovação tecnológica registrada, ou seja, uma patente (RIBEIRO, 2009).

Para se gerar uma nova tecnologia uma massa crítica científica se faz necessária nos diversos setores de P&D. Cabe esta tarefa para as universidades, institutos e centros de formação avançada.

No Brasil, o número de doutores por cada cem mil habitantes está abaixo da média dos países OCDE (estes apresentam sistema consolidado de inovação tecnológica). No Brasil, em 2004, a média de doutores para cada cem mil habitantes era de 4,4 (CARDOSO, 2009) enquanto que Suíça tinha 263,6 PhD/100 mil hab., a Suécia 42,6, Portugal 37,7, a Finlândia 35,6, a Coreia do Sul 35,5, a Alemanha 31,5, a Áustria 29,9, o Reino Unido 25,5 a Austrália 23,7 e a Rússia 20,8. Os Estados Unidos (CARDOSO, 2009) estavam na 18ª posição com 14,4 doutores por 100 mil hab., a China na 30ª posição com 1,8 PhD/100 mil hab. e a Índia em 32ª posição com 1,3 (o rateio destes países deve levar em conta sua alta população, sendo ambos os que formam mais doutores entre os países em desenvolvimento).

No Brasil existe uma política de formação de capital humano crítico. O Brasil (MCT, 2011) apresenta valores para a formação de capital humano crítico para a inovação tecnológica conforme tabela 1.



Tabela 1: Brasil: número de doutores por ano e setor de atuação

Ano	Setores				TOTAL
	Governo	Ensino superior	Empresarial	Privado sem fins lucrativos	
2000	1.812	26.351	1.390	131	29.052
2001	2.077	29.603	1.290	153	32.296
2002	2.341	32.854	1.196	175	35.545
2003	2.724	39.534	1.110	203	42.271
2004	3.107	46.213	1.482	231	49.455
2005	3.326	50.904	1.979	241	54.759
2006	3.545	55.595	1.853	250	59.439
2007	3.829	60.035	1.737	322	63.923
2008	4.113	64.474	1.631	394	68.416
2009	4.570	71.838	1.534	392	75.791
2010 ⁽¹⁾	5.026	79.202	1.444	390	83.172

Nota: 1) Estimativa baseada em dados preliminares

Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil (2011)

Observa-se, pela tabela, um crescimento no número de doutores no período de 10 anos. Um crescimento progressivo, crescimento superior a 100%, porém não exponencial. Também se verifica que a maior parte deste contingente de massa crítica está alocada nas academias, universidades e institutos de pesquisa. No setor produtivo empresarial e privado sem fins de lucro tal contingente é bastante reduzido. O setor de administração governamental apresenta uma elevação na qualificação dos seus quadros, porém o número também é reduzido quando comparado com o total de funcionários da administração. Os dados oferecidos não permitem uma discussão sobre a natureza e a finalidade da qualificação adquirida pelo funcionário da administração governamental. Assim, a qualificação pode estar relacionada com progressão na carreira, atualização de conhecimentos ou meio para mudança de atuação profissional.

Os países que possuem um Sistema Nacional de Inovação Tecnológica maduro apresentam um nível de doutores por habitante acima da média dos países em desenvolvimento. O caso da China é emblemático porque é o país que nos últimos anos avançou em setores como eletrônica, engenharia aeroespacial, nuclear, biotecnologia, química fina e informática. De forma paralela, a Índia segue trajetória similar.

Este crescimento no número de doutores está sustentado por uma política de financiamento de P&D governamental, passível de ampliação e aprofundamento, plasmada pelos fundos governamentais conforme a tabela 2.



Tabela 2: Brasil: nível de financiamento da pós-graduação por dependência administrativa⁽¹⁾

Anos	Dependência administrativa (em milhões de R\$)			
	Federais	Estaduais	Particulares	Total
2000	1.523,4	1.544,4	143,6	3.211,4
2001	1.590,4	1.758,9	179,3	3.528,6
2002	1.861,4	1.971,3	241,9	4.074,6
2003	2.159,3	2.098,4	321,0	4.578,7
2004	2.542,9	1.849,7	359,6	4.752,2
2005	2.616,1	1.965,3	413,6	4.995,0
2006	3.319,5	2.001,6	467,6	5.788,7
2007	4.391,9	3.022,9	670,7	8.085,4
2008	5.033,1	3.600,3	746,6	9.380,0
2009	5.050,7	3.715,1	806,5	9.572,3
2010	6.069,8	4.508,0	832,4	11.410,2

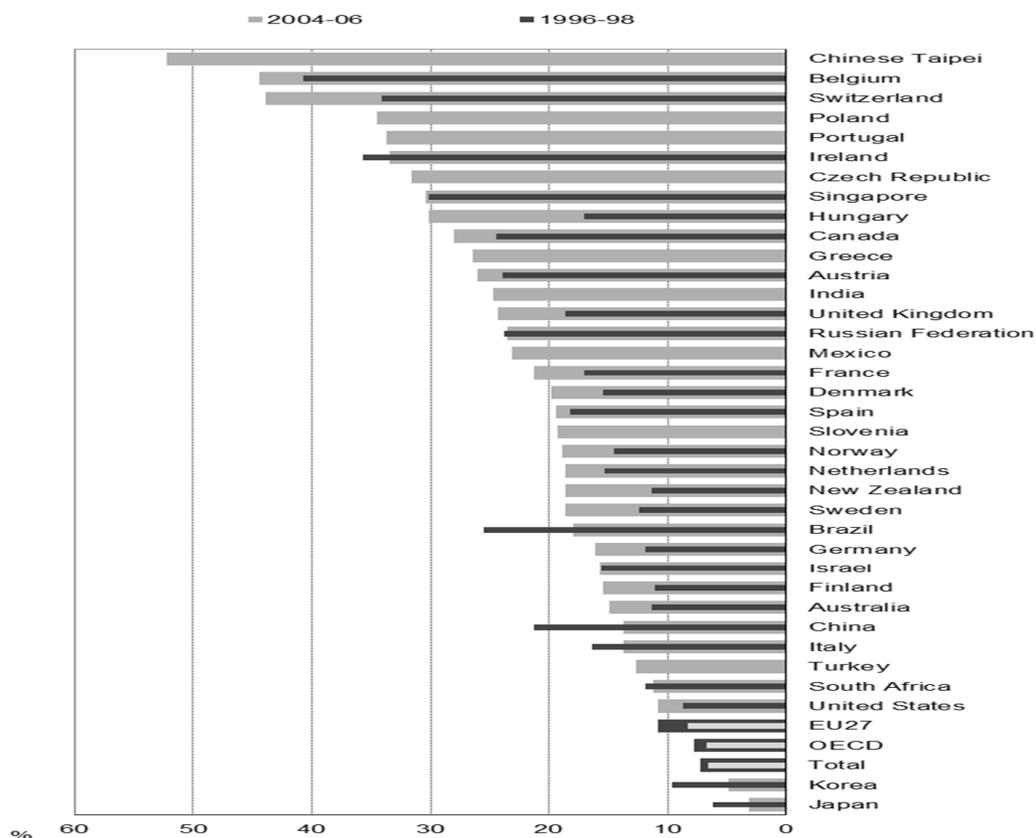
Nota: 1) Considerados os gastos com pós-graduação (mestrado, doutorado e pós-doutorado) como *proxy* dos dispêndios em P&D das IES.

Fonte: Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil (2011)

Este incremento no nível de financiamento em P&D se reflete no número de publicações indexadas de nível internacional provenientes do Brasil. O índice global de produção de conhecimento é uma condição necessária para sua aplicabilidade tecnológica, uma vez que, o conhecimento gerado permite estabelecer aplicações tecnológicas passíveis de serem registradas e comercializadas dentro do sistema industrial nacional desde que não se configure segredo industrial ou atualização tecnológica de uma marca já registrada. Neste sentido, o Brasil apresentou um salto de 0,79% da produção do conhecimento mundial em 1996 para 2,22% em 2010.

Em relação com a América Latina, este nível estava em 38.3% em 1996 e, em 2010, chegou a 53,4% do conhecimento gerado na região (MCT, 2011). Com o conhecimento gerado pela massa crítica em seus diversos nichos o número de patentes triádicas provenientes do Brasil (OCDE, 2009) apresentou comportamento relativo visto no gráfico 1.

Gráfico 1: Patentes triádicas registrada por país



Fonte: OCDE (2009)

O nível de patentes triádicas, para o Brasil, reduziu-se entre os dois períodos considerados pela OCDE (1996-1998/2004-2006). Os países que possuem sistema de inovação tecnológica consolidados apresentaram elevação entre os dois períodos considerados. A UE-27 e os países OCDE apresentaram crescimento sustentável no nível de patentes triádicas registradas que consubstanciam elementos de tecnologia em diversas áreas.

4 CONCLUSÕES

O sistema nacional de P&D do Brasil é singular comparado aos demais sistemas de inovação das economias mais avançadas, portanto, requer ações específicas para seguir uma trajetória de inovação sustentável e competitiva no longo prazo. Assim, a formação de pós-graduação no Brasil está voltada para a formação de quadros para o ensino de graduação e pós-graduação nas universidades e centros de pesquisa. Os doutores no Brasil conseguem sua inserção laboral nas universidades e institutos de pesquisa e sua quantidade é inferior ao necessário para um SNIT competitivo mundialmente.

No setor empresarial a variação foi diminuta. Isto revela uma pouca coordenação entre o setor formativo e empresarial, fato também verificado no setor privado sem fins de lucro. Isto revela que nível, mecânica e canais de transferência do financiamento de P&D e de capital humano, no Brasil, padecem de uma contradição implícita na medida em que tais elementos sofrem corrosão da própria estrutura administrativa, pública e privada, que não estão coordenadas eficientemente dentro do Sistema Nacional de Inovações Tecnológicas voltadas para o desenvolvimento industrial. Confirma-se a visão de que a relativa posição e trajetória do sistema de inovação da indústria brasileira frente à dinâmica de competição que envolve o mercado cada vez mais globalizado e marcado por reestruturação, rupturas e criação de paradigmas na economia mundial não são sustentáveis.

Com relação ao padrão da atividade tecnológica no setor privado, parece existir uma relação clara entre a função assumida pelas indústrias na execução das atividades tecnológicas e o grau de desenvolvimento do setor conforme demonstra os países que possuem SNIT já consolidados. No Brasil, apesar da resposta positiva do setor aos programas de financiamento, capacitação e treinamento implantados pelo governo federal na última década, este padrão de atividade não está nos níveis internacionais consolidados.

Existe uma correlação causal entre o Sistema Nacional de Inovação Tecnológica e o número de patentes registradas. A política científica (IDT+i) eficiente é um vetor de crescimento e desenvolvimento econômico porque permite gerar inovações tecnológicas que alavancam o nível econômico de uma nação ao estimular a competição frente ao resto do mundo ao mesmo tempo em que a população aumenta o bem-estar por meio da difusão tecnológica.

A política brasileira se revelou pouco eficiente nos anos 1990 assumindo um protagonismo relativo nos 2000, verificado pela redução de patentes. Tal redução, todavia,



deve ser analisada sob o prisma de que atualmente a velocidade das difusões tecnológicas ocorre com um nível superior ao da década anterior. Isto revela que o SNIT do Brasil, apesar dos avanços na última década, ainda necessita de ajustes para enfrentar a competição econômica no setor tecnológico frente ao resto do mundo.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOVITZ, M. **Resource and output in the United States since 1870.** In: N. Rosenberg (org.), *The Economics of Technological Change*. Londres: Penguin Books, 1971.

_____ **The search for the sources of growth: areas of ignorance, old and new.** *The Journal of Economic History*, v. 53, n. 2, Jun, 1993.

ALBUQUERQUE, E.M. **Sistema Nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia.** Revista de Economia Política, vol. 16, n.º 3 (63), julho-setembro/1996.

_____ **A nova teoria do crescimento: notas para uma apreciação crítica.** *Archetypon*, ano 4, n. 11, 1996.

ALBUQUERQUE, E.M.; BRITTO, G.; CAMARGO, O.S.; KRUSS, G. **Global interactions between firms and universities: Global Innovation Networks as first steps towards a Global Innovation System.** Belo Horizonte: Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2011.

ALBUQUERQUE, E.M; SICSÚ, J. **Inovação Institucional e Estímulo ao Investimento Privado.** São Paulo: São Paulo em Perspectiva, vol.14, n.º 3, jul./set. 2000.

ALONSO. J.A. **Lecciones sobre economía mundial.** Madrid: Editorial Thomson Cívitas, 4.º edición, 2009.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Anuário Estatístico**, Brasília, 2011.



BRITTO, J.; ALBUQUERQUE, E.M. **Clusters industriais na economia brasileira: uma análise exploratória a partir de dados da RAIS**. Campinas: ANPEC, Anais do XXVIII Encontro Nacional de Economia, 2000.

CARDOSO, N. H. **Economia da Tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2009.

CARLSON, B. **Technological Systems and Economic Performance: The Case of Factory Automation**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2013.

CASTAGNINO, M. **Estructura tecnológica en productos exportados de países Iberoamericanos: Argentina, Brasil y México**. Madrid: Editorial Ministerio de Asuntos Exteriores y de Cooperación (MAEC), España, 2006.

COOMBS, R.; SAVIOTTI, P.; WALSH, V. **Economics and Technological Change**. London: The Macmillan Press, 2007.

COUTINHO, L.; FERRAZ, J.C. **Estudo sobre a competitividade da indústria brasileira**. Campinas: Papirus/Unicamp, 2012.

DACORSO, A.L.R. **Tomada de decisão e risco: a administração da inovação em pequenas indústrias químicas**. São Paulo: FEA-USP, 2009.

DE NEGRI, J.A.; SALERNO, M.S.; CASTRO, A.B. **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Capítulo 1. *In* DE NEGRI, J.A.; SALERNO, M.S. (Org.) *Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras*. Brasília: IPEA, 2010.

FERNÁNDEZ, F.: **Evaluación económica de los polos de desarrollo**. Madrid: Instituto de Desarrollo Económico, 1972.

FREEMAN, C.; SOETE, L. **A Economia da Inovação Industrial**. Campinas: Editora UNICAMP, 2008.



_____ **A Economia da Inovação Industrial.** Campinas: Editora UNICAMP, 2008.

_____ **What is industrial innovations?** Massachusets: MIT, 1987.

FRENKEL, J. **Estudo da competitividade da indústria brasileira: sistemas de apoio fiscal-creditício ao risco tecnológico e à competitividade.** Campinas: Unicamp, 2009.

GILPIN, R. **A Economia Política das Relações Internacionais.** Rio de Janeiro: Editora Elsevier-Campus, 2002.

MEIRELLES, J.L.F.; ROSSETTI, N. **Financiamento da Inovação Tecnológica no Brasil: Análise do período 1998-2005.** VII Congresso Virtual Brasileiro de Administração. Disponível em: <http://www.convibra.com.br/upload/paper/adm/adm_1667.pdf>. Acesso em 14/06/2011.

NELSON, R. **Innovations Systems.** Yale: Yale University Press, 1998.

NELSON, R.; WINTER, S. G. *An evolutionary theory of economic change.* Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Handbook of Economic Globalisation Indicators.** Paris, 2009.

POSSAS, M. **Competitividade: fatores sistêmicos e política industrial.** In: A. B. Castro, M. Possas, A. Proença (org.), “Estratégias empresariais na indústria brasileira: discutindo mudanças”. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1996.

RIBEIRO, F.P. **The economics of thechnical change and international trade.** London: Harvester Wheastsheaf, 2009.

RODRIGUES, M. **Estratégias de desenvolvimento na OCDE.** Lisboa: Editora Calouste Gulbekian, 2004.

SANAHUJA, J.A. **Las inversiones extranjeras en los países latinoamericanos.** Cuadernos de la Escuela Diplomática de Madrid, Madrid, 2011.

SUTZ, J., **La innovación realmente existente en América Latina: Medidas y Lecturas.** Rio de Janeiro: IE/UFRJ, 2008.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. **A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil.** Texto de Discussão nº 329, Belo Horizonte, 2008.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R.; SAMPAIO, S.E. K. **Aglomerações industriais no Estado de São Paulo.** Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (CEDEPLAR), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, Disponível em <www.cedeplar.ufmg.br/download/wilson%20suzigan.pdf>. Acesso em 16/05/2014.

TEUBAL, M.; AVNIMELECH, G., **From Direct Government Support Of Innovative SME's to Targeting Venture Capital/Private Equity (Vc/Pe) & Innovative Clusters.** *In Innovation And Technology Policy (ITP) Cycle Model For Industrializing Economies*, The Hebrew University of Jerusalem, Jerusalem, 2004.

YOGUEL, G. **Innovación y aprendizaje: las redes y los sistemas locales.** *In Aportes para una Estrategia pyme en la Argentina*, CEPAL, Buenos Aires, 2003.