

Sistema Nacional de Innovación: Reflexiones y análisis del caso chileno

National Innovation System: Reflections and analysis of the Chilean case

Carmen Araneda Guirriman^{1}, Liliana Pedraja Rejas¹, Emilio Rodríguez Ponce²*

RESUMEN

El presente trabajo tiene por finalidad presentar una discusión y reflexión crítica sobre la innovación, para lo que se analizará el Sistema Nacional de Innovación de Chile y el rol de la definición de políticas públicas. Se reflexiona en torno a las definiciones del Sistema Nacional de innovación, se analiza el caso chileno, se consideran los actores involucrados y los recursos destinados y se comparan los gastos destinados a las actividades de investigación y desarrollo. Finalmente, se reflexiona sobre la definición de política pública del Sistema Nacional de Innovación y se concluye que es necesario resaltar la importancia que tiene el rol del Estado en la definición de estas políticas y en la asignación de los recursos para una implementación exitosa.

Palabras clave: Sistema Nacional de Innovación, innovación, políticas públicas.

ABSTRACT

This paper aims to present a critical discussion and reflection on innovation, for which the national innovation system of Chile and the role of the definition of public policies will be analyzed. It reflects on the definitions of the national innovation system, analyzes the Chilean case, considers the actors involved and the resources allocated and compare the expenditures for research and development. Finally, it reflects on the definition of public policy of the national innovation system and it is concluded that it is necessary to highlight the importance of the role of the State in the definition of these policies and in the allocation of resources for successful implementation.

Key words: National Innovation System, innovation, public policies.

Introducción

El factor más importante en la sociedad contemporánea, conocida también como sociedad del conocimiento, es el uso intensivo del conocimiento y de las innovaciones tecnológicas y la información en la economía (Gaugas y Tiron, 2017). Es en este contexto, donde la innovación puede ser considerada como una fuerza desequilibrante que a su vez es considerada como un factor estratégico que conduce hacia el desarrollo económico (Saviotti *et al.*, 2014), siendo también un elemento clave para el

desarrollo de las sociedades en la actualidad, ya que por medio de la generación e implementación del conocimiento en innovaciones se puede lograr el desarrollo.

La innovación, por consiguiente, puede ser percibida como un proceso que forma parte de las capacidades de creación, transmisión y asimilación del conocimiento que es generado producto de la interacción de las organizaciones y de los individuos en diferentes niveles (OCDE, 2009). La innovación, por tanto, puede considerarse como el resultado del encuentro entre las nuevas oportunidades

¹ Escuela de Ingeniería Industrial, Informática y de Sistemas. Universidad de Tarapacá. Arica, Chile.

² Instituto de Alta Investigación. Universidad de Tarapacá. Arica, Chile.

* Autor por correspondencia: caraneda@uta.cl

tecnológicas y las necesidades de los clientes (Lundvall, 2011), donde las organizaciones se ajustan y responden a estos nuevos requerimientos por medio de la aplicación tanto de los antiguos como nuevos conocimientos en la generación de nuevas propuestas de valor.

Vinculado a la innovación se encuentra el concepto de Sistema Nacional de Innovación, el que emerge como parte del marco conceptual del estudio de la ciencia, la tecnología y la innovación durante la década de 1980 (Godin, 2009), y fue establecido en oposición a la creencia de que todos los países podrían seguir los mismos patrones de crecimiento económico de otros países, puesto que la innovación no se lleva a cabo de la misma forma en las distintas naciones, donde, por ejemplo, se asignan diferentes cantidades de recursos a la investigación y desarrollo (I+D) y a la educación superior, entre otros aspectos (Saviotti *et al.*, 2014).

Diversas definiciones existen respecto al Sistema Nacional de Innovación, donde una definición más amplia abarca todas las interrelaciones de los actores institucionales que crean, difunden y aprovechan las innovaciones, mientras que otras definiciones incorporan organizaciones que se orientan principalmente a la búsqueda e investigación para las innovaciones, como lo son los departamentos de innovación y desarrollo, las universidades y las instituciones públicas (Chung, 2001). Es así como se puede considerar que el sistema nacional de innovación ha sido desarrollado como un concepto para captar y entender las relaciones entre los productores, usuarios, instituciones y gobierno (Lundvall, 2011).

El marco de referencia del Sistema Nacional de Innovación sugiere que el objetivo último del sistema de investigación es la innovación, sistema que por lo demás está compuesto por una serie de sectores, dentro de los que destaca el gobierno, la universidad, la industria y su entorno (Godin, 2009). En consecuencia, el sistema nacional de innovación enfatiza la variedad de relaciones dinámicas entre los actores innovadores como el conductor primario de las iniciativas nacionales de innovación (Deák y Peredy, 2015). Es posible establecer que la característica más general del término de Sistema Nacional de Innovación es la interacción entre sus componentes, lo cual justifica su nombre, por lo tanto, este tipo de sistemas está constituido por sus componentes y sus interrelaciones (Saviotti *et al.*, 2014). El Sistema

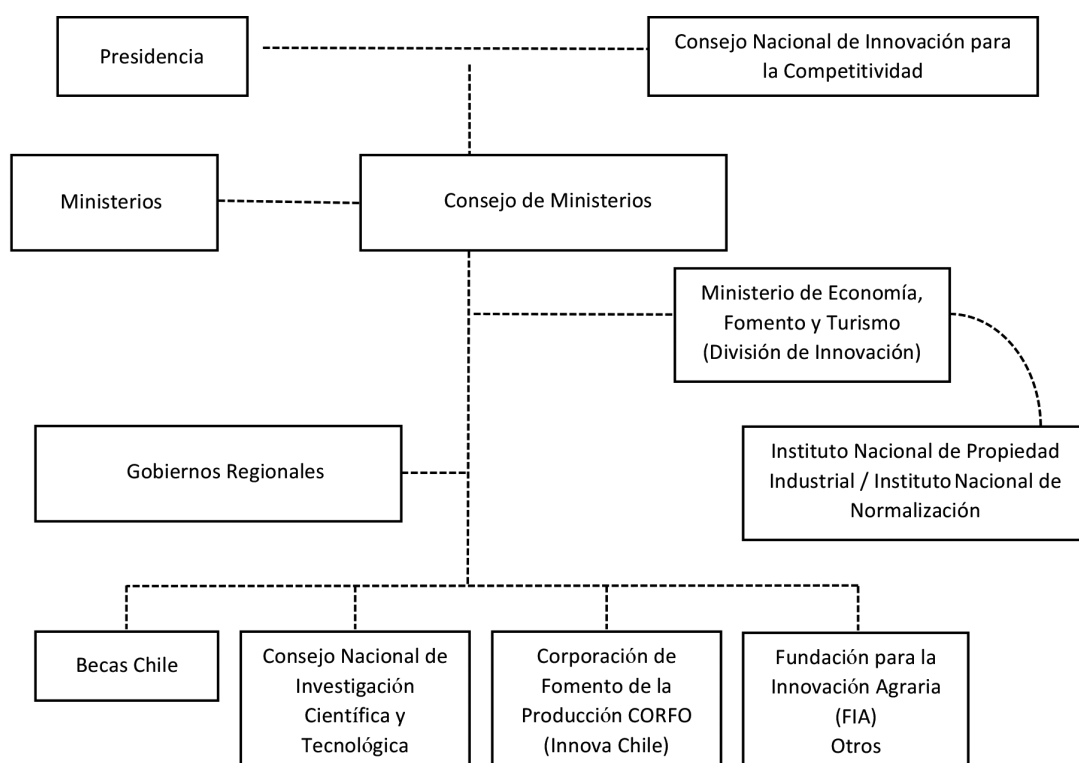
Nacional de Innovación depende, por consiguiente, de la interacción funcional entre varios subsistemas como el gobierno e instituciones, la investigación académica e industrial, el sistema educacional, las finanzas, así como las instituciones de transferencia tecnológica (Paier *et al.*, 2017), configurándose de esta forma una red de interacciones, donde diversos actores sociales relevantes en un territorio determinado interactúan en el marco de los procesos de innovación.

Chile y el Sistema Nacional de Innovación

En Chile se ha estado trabajando en la generación de una institucionalidad para el Sistema Nacional de Innovación, como ocurre con la creación del Consejo Nacional de Innovación y el Comité de Ministros de la Innovación para la Competitividad, buscando de esta manera un mayor impacto de las iniciativas por medio de una mayor coordinación institucional, articulación de los instrumentos y seguimiento de los resultados de las políticas públicas implementadas (División de Innovación, 2015).

Es así como el Sistema Nacional de Innovación, definido por el Ministerio de Economía Fomento y Turismo, por medio de su División de Innovación, determina las distintas instituciones y organismos que se encuentran asociadas a la implementación de los planes y programas de innovación que forman parte de la Agenda de Productividad, Innovación y Crecimiento. Encargándose además de la ejecución del Fondo de Innovación para la Competitividad, donde, por lo demás se vela respecto al cumplimiento de los objetivos y funcionamiento y de asistir a dicho ministerio respecto a los lineamientos, decisiones, planes y programas orientados a la innovación (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2017).

Esto se puede apreciar en el siguiente organigrama del Sistema Nacional de Innovación (Figura 1), definido por la División de Innovación perteneciente al Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile, donde claramente predominan las instituciones públicas, dejando de lado las universidades, por ejemplo, que son claves dentro de la articulación de actores en pos del desarrollo de innovaciones. Esto, fundamentalmente porque la transferencia tecnológica que se lleva a cabo desde las universidades es un activo estratégico para el desarrollo de las economías regionales



Fuente: Adaptado del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo: División de Innovación, 2017.

Figura 1. Organigrama Sistema Nacional de Innovación (Chile).

(Miesing *et al.*, 2014). De igual modo, otro actor relevante, que a primera vista no se visualiza en este esquema hace referencia a las empresas, las que son clave para la generación de ventaja competitiva en los territorios, situación que se ve aún más fortalecida cuando se genera además una interacción con otras organizaciones y participan de la transferencia tecnológica.

Es posible observar en el organigrama de la Figura 1 que los organismos que forman parte de este sistema son de naturaleza pública, sin considerar en la definición de dicho esquema de relaciones a los organismos privados. No obstante aquello, existen una serie de instrumentos establecidos por la División de Innovación del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, y que se vinculan a este sistema, como son, por ejemplo, los Anillos de Investigación en Ciencia y Tecnología, o los Contratos Tecnológicos para la Innovación, de CORFO, solo por mencionar algunos, los que suman más de 120 en total (División de Innovación, 2017). Junto con lo anterior, existe una definición de un Plan Nacional

de Innovación 2014-2018, en el que se reconoce la importancia que tiene el rol del Estado en apoyar la generación de conocimiento y su utilización para acelerar el conocimiento mediante la innovación. Por tanto, este plan pretende, en grandes rasgos, masificar los procesos de innovación en las empresas, fortaleciendo sus capacidades de realizar investigación, la vinculación entre la generación y la aplicación del conocimiento (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2015).

En el caso de Suiza, por ejemplo, el Estado juega un papel fundamental, ya que es el ente que define a la innovación como un resultado que se logra primeramente por la investigación (Marx y Brunner, 2013). Por otra parte, países pobres como Moldavia, por ejemplo, están obligados a adquirir la capacidad de participar de manera activa y crítica en la creación y gestión de conocimientos y tecnologías para mejorar las condiciones de vida de sus pueblos (Gaugas y Tiron, 2017). De igual modo, la calidad de las interacciones que ocurren dentro de los sistemas nacionales de innovación, está mucho menos desarrollada en América Latina

(Lundvall, 2011). Esto, por lo demás es relevante debido a que las instituciones involucradas en la generación de conocimiento para los procesos de innovación, experimentan en la actualidad, un avance tecnológico que se produce en un menor tiempo, lo que permite que quienes lideran el capital intelectual participen tanto de la etapa de investigación como del proceso de introducción de las innovaciones, situación que se ve reflejada en el modelo de triple hélice: universidad - empresa - Estado (Elena *et al.*, 2015).

En apoyo a esta perspectiva sistémica para analizar los procesos de innovación, se pueden encontrar estudios que, al observar el fenómeno desde un punto de vista regional, han encontrado la existencia de un fuerte vínculo entre el sistema educacional y la industria, esencialmente en lo que respecta a formación de capital humano, aunque en menor medida la formación continua y los servicios para la innovación (Albizu *et al.*, 2017). A modo de ejemplificación, puede considerarse el Estado de California, Estados Unidos, el que ha sido muy activo en lo que respecta a transferencia tecnológica, ya que en los primeros 12 años del siglo XXI, el 45,6% de todo el capital de riesgo nacional fue invertido en empresas de California, estado que tiene además 10 de las 50 mejores universidades a nivel mundial incluyendo la mayoría de los campus de la Universidad de California (González, 2015).

Resulta importante que exista una interrelación entre estos componentes y que las políticas y acciones sean eficientes, sin restringirse únicamente a los recursos financieros, pues la innovación se encuentra influenciada de manera simultánea por todos los sistemas institucionales, económicos o de gestión (Silveira *et al.*, 2016). Como ejemplo de la importancia que tiene la interacción entre los componentes de este sistema, se puede considerar el cambio observado en el rápido incremento de las colaboraciones de investigación entre la industria y la universidad posterior a la década de los noventa (Fukugawa, 2016). Desde una perspectiva de análisis, no se debe descuidar que el motor más importante de la innovación, al menos para el sector privado, es el objetivo de ganar dinero compitiendo con otros, por tanto, la nueva tecnología y el surgimiento de nuevas necesidades de los usuarios puede considerarse como una apertura de nuevas oportunidades de innovación (Lundvall, 2011). En base a lo anteriormente expuesto, la interrelación entre los actores que forman parte

de un Sistema Nacional de Innovación resulta fundamental para el desarrollo de innovaciones, siendo gravitante en este proceso la transferencia tecnológica desde las universidades o centros de investigación a las empresas.

A pesar de lo señalado previamente, existe una perspectiva más crítica a la utilización del concepto de Sistema Nacional de Innovación, particularmente en lo que refiere a su aplicación al contexto latinoamericano, dado que presenta deficiencias conceptuales y prácticas lo que lleva a la definición de políticas que carecen de claridad respecto a su propia realidad, dejando de considerar el entorno sociopolítico y global (Delvenne y Thoreau, 2017). Resulta complejo gestionar y dirigir un sistema de innovación, debido a que es un proceso abierto, incierto y complejo, que involucra múltiples grupos sociales que evolucionan junto a otros elementos del sistema, muchos de los cuales están fuera del control de quienes definen las políticas públicas de los países (Deák y Peredy, 2015).

El caso de India podría visualizarse como un ejemplo de consideración de su propio contexto, donde se llevaron a cabo iniciativas ligadas vinculadas a la autosuficiencia y en el crecimiento sostenible y equitativo, lo cual fue mejorando la posición de la educación científica (Agarkar, 2017). Esta situación obedece claramente a la definición de una política pública respecto a la innovación, la que puede ser entendida como la definición de una acción pública que influencia el cambio tecnológico y otras áreas de la innovación (Edquis, 1999). Un Sistema Nacional de Innovación necesita ir acompañado de una clara definición de política pública, que delimite todos los esfuerzos e iniciativas desarrolladas.

Por consiguiente, la innovación requiere de definiciones de políticas públicas por parte del Estado. Estas políticas incluyen elementos de investigación y desarrollo, tecnología, infraestructura y educación, siendo a su vez parte de la política pública industrial (Edquis, 1999). Esto es relevante, pues es el Estado quien define el porcentaje de gasto en I+D del Producto Interno Bruto.

En este sentido, cabe consignar que, para el caso de Chile, el gasto en I+D desde el año 2009 al 2013 ha tenido un relativo incremento, siendo un 0,35% de gasto en I+D como porcentaje del Producto Interno Bruto durante el año 2009, lo que el concreto significó un gasto de MM\$ 381.540.

De igual modo es posible observar un incremento en los gastos en I+D para el año 2013, con una inversión de MM\$ 530.292, aumentando desde el 2009 en MM\$ 148.752, con un gasto en I+D como porcentaje del PIB de 0,39%, lo que es un leve aumento de 0,04%. Estos porcentajes pueden considerarse bastante bajos, más aún si se comparan con la política de innovación establecida por la Unión Europea, que definió como objetivo principal llegar al 2020 a un nivel del 3% de inversión en I+D como porcentaje de su PIB, esperándose como consecuencia de ello la creación de 3,7 millones de trabajos y un potencial incremento en el PIB para el año 2025 de 800 billones de euros (European Commission, 2011).

El rol del Estado, respecto al financiamiento de la investigación y desarrollo para la innovación, se observa claramente en Estados Unidos, país que históricamente ha tenido un papel prominente en la producción de innovaciones y tecnologías para la agricultura, pues los agricultores, en gran parte de los casos, no realizaban investigación y desarrollo por cuenta propia, luego con el tiempo, empresas especializadas en maquinaria agrícola y productos químicos agrícolas, así como en semillas y otros insumos crecieron lo suficiente como para efectuar inversiones en I+D (Clancy *et al.*, 2016). En el caso de Chile, se puede observar en la Tabla 2, que el

área que ha incrementado el porcentaje de gasto es el de ingeniería tecnología, mientras que las ciencias agrícolas, a pesar de las alzas observables para los años 2010, 2011 y 2012, experimentó un decrecimiento de 5 puntos porcentuales.

Cabe precisar que la investigación y desarrollo es muy costosa, y, por otra parte, se desea obtener un rendimiento positivo del gasto público que se invierte, de ahí que el análisis resulte interesante (Bremnes *et al.*, 2016).

Las políticas de investigación y desarrollo pueden ser consideradas como un factor esencial para conducir el desarrollo tecnológico dentro del sistema de innovación (Paier *et al.*, 2017). Se puede establecer que una buena política que soporte la investigación y desarrollo, requiere de la existencia necesaria de una agencia, la que encargue de seleccionar los proyectos con alto grado de resultados adicionales, más allá de las enunciadas en el proyecto, y también de efectos indirectos, más allá de los que se esperaban inicialmente como sucede por ejemplo con el Consejo de Investigación de Noruega (Bremnes *et al.*, 2016).

Dada su importancia, se considera relevante evaluar y monitorear la innovación con el fin de desarrollar e implementar políticas públicas, siendo importante para ello la utilización de indicadores sobre innovación y cambio tecnológico, lo que

Tabla 1. Gastos en I+D y gasto en I+D como porcentaje del PIB en Chile por año.

	2009	2010	2011	2012	2013
Gasto I+D (millones de pesos reales)	381.540	401.560	451.078	484.796	530.292
Gasto I+D como % del PIB	0,35%	0,33%	0,35%	0,36%	0,39%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la División de Innovación, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, 2017.

Tabla 2. Gastos en I+D como % del PIB, según año y área de conocimiento.

	2009	2010	2011	2012	2013
Ingeniería tecnología	35,00%	35,41%	37,04%	38,69%	39,15%
Ciencias agrícolas	19,44%	19,46%	22,99%	20,64%	14,42%
Ciencias médicas	12,63%	12,63%	10,67%	10,93%	12,46%
Ciencias naturales	18,67%	19,43%	19,08%	18,94%	19,05%
Ciencias sociales	12,16%	10,92%	8,82%	9,33%	9,77%
Humanidades	2,11%	2,15%	1,4%	1,46%	5,15%
	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la División de Innovación, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.

podría sustentar la identificación de fortalezas y debilidades (Carvalho *et al.*, 2015). Junto con ello, en las fases iniciales del sistema de innovación, los responsables de definir las políticas públicas tienden a actuar como facilitadores, estimuladores y gestores de redes. En las etapas posteriores, tienden a volverse más importantes, dirigidos a un extenso desarrollo y consumo (Deák y Peredy, 2015). De este modo, la definición de política pública en el ámbito de la innovación hace referencia a la formulación de las “reglas del juego”, es decir, es una forma de crear, cambiar, deshacerse de las instituciones en forma de reglas y leyes (Edquist, 1999), quedando así establecidos los mecanismos de vinculación entre los diferentes agentes en pos de la innovación, permitiendo manejar de mejor forma la generación de valor.

Conclusiones

El análisis y reflexión en torno al concepto de Sistema Nacional de Innovación permite develar la importancia que tienen las interacciones entre los diversos actores que se encuentran involucrados en la generación de innovaciones al interior de un entorno específico. Interacciones que debieran encontrarse bajo el alero de una política pública que

fomente, incentive y proteja dichas interrelaciones, así como también les entregue el financiamiento necesario para las actividades de investigación y desarrollo, al igual que para proyectos de innovación que tengan un retorno de inversión relevante.

Respecto al Sistema Nacional de Innovación de Chile se puede establecer que existe un lineamiento definido; sin embargo, el monto del gasto como porcentaje del PIB en actividades de investigación y desarrollo continúa siendo bajo si se compara con otros países. En este punto es importante señalar que la definición de un sistema nacional de innovación, y por ende de una política pública de innovación, debe considerar no solo las particularidades de cada país, sino que también los efectos de las situaciones que suceden en el macro entorno y que pudieran repercutir en él, siendo necesario destacar además la importancia del rol del Estado en la definición de políticas y en la asignación de los recursos.

Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al patrocinio de la Universidad de Tarapacá por medio del proyecto UTA Mayor 2483.

Literatura Citada

- Agarkar, S.C.
2017. Science Education for National Development: Indian Perspective. In: Akpan, B. (ed.). *Science Education: A Global Perspective* Springer International Publishing. Switzerland, pp. 107-124.
- Albizu, E.; Olazarán, M.; Lavía, C. & Otero, B.
2017. Making visible the role of vocational education and training in firm innovation: evidence from Spanish SMEs. *European Planning Studies*, in press: 1-19. DOI: 10.1080/09654313.2017.1281231
- Bremnes, H.; Bergem, B.G. & Nasset, E.
2016. Is there coherence between policy formulation and implementation of public funding of innovation projects?. In: Kvangarsnes, M. Håvold, J.I. & Helgesen, Ø. *Innovasjon og entreprenørskap*. Universitetsforlaget AS. Oslo, Norwegian, pp 31-51.
- Carvalho, N.; Carvalho, L. & Nunes, S.
2015. A methodology to measure innovation in European Union through the national innovation system. *International Journal of Innovation and Regional Development*, 6 (2): 159-180.
- Chung, S.
2002. Building a national innovation system through regional innovation systems. *Technovation*, 22 (8): 485-491.
- Clancy, M.; Fuglie, K. & Heisey, P.
2016. US Agricultural R&D in an Era of Falling Public Funding. *Amber Waves*. Disponible en: consultado: 06/Mar/17.
- Deák, C. & Peredy, Z.
2015. Policy framework conditions to foster “system innovation” with some illustration from an international perspective. *Journal of Innovation Management*, 3 (1): 14-24.
- Delvenne, P. and Thoreau, F.
2017. Dancing without listening to the music: learning from some failures of the ‘national innovation systems’ in Latin America I. In: Kuhlmann, S. & Ordóñez-Matamoros, G. (Eds.). *Research handbook on innovation governance for emerging economies*. Edward Elgar Publisher. Cheltenham, UK., pp. 37-58.
- División de Innovación.
2015. Plan Nacional de Innovación 2014-2018. Ministerio de Economía, Turismo y Fomento. Santiago, Chile, 16 p.
- División de Innovación.
2017. Innovación. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. Disponible en: <http://www.economia.gob.cl/subsecretarias/economia/innovacion>. Consultado: 06/Mar/17.
- Edquist, C.
1999. *Innovation policy: A systemic approach*. TEMA - Department of Thematic Studies, Linköping, Sweden. 19 p.

- Elena, F.; Venera, Z.; Timur, S. & Artem, K.
2015. Universities as a driving force of economic development in the creation of innovation system of Russia. *Procedia Economics and Finance*, 23: 1662-1665.
- European Commission
2011. Europe 2020-Flagship Initiative Innovation Union. Union europea. Publications Office of the European Union. Luxembourg, 44 p
- Fukugawa, N.
2016. Knowledge spillover from university research before the national innovation system reform in Japan: localisation, mechanisms, and intermediaries. *Asian Journal of Technology Innovation*, 24 (1): 100-122.
- Gaugas, P. & Tiron, S.
2017. Some aspects of university-knowledge society relationship. En: Railean, V.; Curbatov, O.; Gay, M. (eds.). *Le rôle des universités et des universitaires dans l'économie de la connaissance*. Paris, France, pp. 73-79.
- Godin, B.
2009. National innovation system: The system approach in historical perspective. *Science, Technology & Human Values*. 34 (4): 476-501.
- González, C.
2015. Public Universities and Regional Growth: Insights from the University of California ed. by Martin Kenney & David C. Mowery (review). *The Review of Higher Education*, 38 (4): 623-625.
- Lundvall, B.Å.
2011. Notes on innovation systems and economic development. *Innovation and Development*, 1 (1): 25-38.
- Marxt, C. & Brunner, C.
2013. Analyzing and improving the national innovation system of highly developed countries. The case of Switzerland. *Technological Forecasting and Social Change*, 80 (6): 1035-1049.
- Miesing, P.; Tang, M. & Li, M.
2014. University Technology Transfer in China: How Effective are National Centers? In: Corbett, A.C.; Katz, J.A. and Siegel, D.S. (Eds.). *Academic Entrepreneurship: Creating an Entrepreneurial Ecosystem*. Emerald Group Publishing Limited. Bingley, UK, pp. 115-136.
- Mowery, D.C. and Sampat, B.N.
2004. Universities in national innovation systems. Georgia Institute of Technology, 38 p.
- OECD
2009. Policy Responses to the Economic Crisis: Investing in Innovation for Long-Term Growth. OECD. Paris, Fran, 37 p.
- Paier, M.; Dünser, M.; Scherngell, T. & Martin, S.
2017. Knowledge creation and research policy in science-based industries: an empirical agent-based model. In: Vermeulen, B. & Paier, M. (ds.). *Innovation Networks for Regional Development* Springer International Publishing. Switzerland, pp. 153-183.
- Piirainen, K.A.; Andersen, A.D. & Andersen, P.D.
2016. Foresight and the third mission of universities: the case for innovation system foresight. *foresight*, 18 (1): 24-40.
- Saviotti, P.P.; Cassiolato, J.E. & de Matos, M.P.
2014. The role of the National Innovation System in the growth of Latin American countries. Institute of Economics of UFRJ. Rio de Janeiro, Brazil, 46 p.
- Silveira, A.D.; Carvalho, A.D.P.; Kunzler, M.T.; Cavalcante, M.B. & da Cunha, S.K.
2016. Analysis of the Brazilian National Innovation System in the energy sector from the perspective of Brazilian public policies. *Cadernos EBAPE. BR*, 14: 506-526.

