

SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN: DETERMINANTES Y ACCIONES DE POLÍTICA INDUSTRIAL

EVIDENCIA EMPÍRICA PARA LA OCDE

JOSÉ LUIS HERVAS
RONALD ROJAS
FRANCISCA SEMPERE
JOSÉ ALBORS (*)

Universidad Politécnica de Valencia

Hace más de cuatro décadas ya era asumido que las diferencias en el nivel de desarrollo entre los países estaban principalmente en función de sus diferencias tecnológicas (Gerschenkron, 1962). Desde entonces, los autores Evolucionistas (e.g. Freeman *et al.*, 1982 y Fagerberg, 1987), y otros académicos pertenecientes a la Nueva Teoría del Crecimiento (Romer, 1990),

han desarrollado una gran cantidad de trabajos dirigidos al análisis de las diferencias entre los niveles de desarrollo y crecimiento de los países. Toda esta literatura floreciente a partir de los fundamentos teóricos de Schumpeter (Schumpeter, 1934), tiene un serio *gap* evidenciado en la distancia que existe entre el trabajo conceptual y el empírico (Edquist, 2005; Fagerberg y Srholec, 2008). Asimismo, hay poca evidencia empírica en este ámbito (Fagerberg y Srholec, 2008: 1417) lo cual justifica, en parte, el presente estudio.

El término Sistema Nacional de Innovación (SNI) fue acuñado por Freeman, quien lo definió como «La red de instituciones públicas y privadas, cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías (Freeman, 1987). Desde entonces, dos relevantes contribuciones han sido aportadas, a saber: Lundvall (1992) y Nelson (1993), (Edquist, 2005). Siguiendo a Edquist (2005: 201-203) hay dos grandes *gaps* en la investigación de los SIN y, en particular, el que merece la atención de este artículo es el siguiente:

1] El problema de especificar las fronteras o límites de los SNI, refiriéndose a la identificación de sus determinantes –o factores– constituyentes.

2] Dicho ejercicio ha tenido escasa atención por parte de los académicos, que lo ha utilizado más como una «etiqueta» o constructo teórico pero sin realmente concretar sus factores constituyentes.

Con respecto a la configuración de dichas fronteras o límites de los SNI, varios trabajos han mencionado algunas actividades: I+D, implementación, finalidad, educación e interacciones (Liu y White, 2001), o funciones: crear nuevo conocimiento, guiar la dirección del proceso de búsqueda, suministrar recursos, crear economías externas positivas, y facilitar la formación de mercados (Johnson y Jacobsson, 2003; Bergek *et al.*, 2008). Sin embargo, es difícil seguir un enfoque holístico (Edquist, 2005) y, al mismo tiempo, especificar los determinantes exactos de la innovación, cuando el método de análisis dirigido a la estructura de los SNI ha probado ser insuficiente (Chaminade y Edquist, 2005). Éste es el desafío que asumimos en la presente investigación. El artículo está organizado de la siguiente manera: la teoría es revisada en la próxima sección. Entonces, el análisis empírico es desarrollado con la interpretación de los resultados y su discusión. Finalmente, una conclusión e implicaciones, las cuales contribuyen al paradigma de los SIN, son presentadas.

MARCO TEÓRICO ¶

En primer lugar, existen prestigiosos organismos de carácter internacional los cuales realizan periódicamente diversos estudios dirigidos no directamente a los SNI, tales como el World Economic Forum (WEF), el cual publica el *Global Competitiveness Index* (Sala-i-Martin y Artadi, 2004), entre otros índices. Otro es el *Institute for Management Development (IMD)*, el cual publica un anuario de competitividad denominado el *World Competitiveness Yearbook (WCY)*. Aunque la competitividad no es totalmente idéntica a la medición de la innovación y el crecimiento, los índices anteriormente citados utilizan un enfoque holístico para la medición de la competitividad y, por tanto, pueden ser una base útil para el diseño de índices compuestos idóneos de los SNI.

El *Global Competitiveness Index* (1) (Sala-i-Martin and Artadi, 2004) es un índice integral que emplea las características microeconómicas y macroeconómicas de las economías para determinar sus niveles de productividad. Los pilares de la competitividad están formados por: *institutions* (2), infraestructuras físicas, estabilidad macroeconómica, seguridad personal, capital humano, eficiencia de los mercados laborales y de bienes, disponibilidad tecnológica, tamaño del mercado, sofisticación empresarial e innovación. Previo al *Global Competitiveness Index*, el *World Economic Forum* publicó el *Current Competitive Index*, diseñado por Porter (Porter, 2001), el cual se enfocaba principalmente en aspectos microeconómicos para la medición competitiva de las economías. De hecho, dicho modelo obtuvo una significativa correlación empírica entre el score del índice de competitividad de los países y el PIB per cápita, resultados que corroboraron la robustez del índice y su fiabilidad en la medición de la competitividad. De forma análoga, el *World Competitiveness Yearbook* (IMD, 2004) contiene criterios similares basados en los fundamentos micro y macroeconómicos de la competitividad, representados en los siguientes cuatro bloques: desempeño económico, eficiencia gubernamental, eficiencia empresarial, e infraestructura.

En segundo lugar, e integrando varios enfoques económicos, Furman, Porter y Stern (Furman *et al.*, 2002) desarrollaron el modelo de la Capacidad Innovadora Nacional (*National Innovative Capacity*), el cual fue diseñado a partir de las siguientes tres áreas de investigación: la teoría del crecimiento endógeno conducido por las ideas de Romer (1990), la teoría basada en *clusters* de «la ventaja competitiva de las naciones» de Porter (1990), y la literatura de los sistemas nacionales de innovación que parte de Nelson (1993). La teoría de crecimiento endógeno conducido por las ideas, está enfocada en el *stock* de conocimiento de toda la economía y en el tamaño del acervo laboral en I+D, enfatizando en el nivel agregado de las relaciones entre determinados factores, los cuales apuntalan y crean el flujo de nuevas ideas en una economía. Estos factores, entre otros, son los *inputs* en I+D, tales como: los científicos empleados, los

gastos en I+D, o la calidad del sistema de educación superior.

Siguiendo a Hervás-Oliver y Dalmau-Porta (2007), los estudios anteriormente citados de medición de la competitividad y los enfoques económicos conectan la atmósfera de negocios local-microeconómica con capas superiores de conocimiento conducida por las *institutions* a través de políticas gubernamentales activas. Por lo tanto, los pilares que sostienen la competitividad de un país son la *infraestructura* (universidades, educación pública, disponibilidad de científicos, instituciones de I+D, mecanismos para asegurar la competición, etc.), las industrias o el sector privado (la sofisticación empresarial, la presencia de *clusters* (3), las interacciones industriales, etc.) y las *interacciones* (instituciones de transferencia de conocimiento, tales como las universidades y los centros tecnológicos, los sistemas de formación vocacionales, etc.) entre éstas. En otras palabras, en el SNI el sector público (universidades o programas de competición y fondos de investigación, por ejemplo) es conectado al sector privado (las estrategias de las empresas, *clusters*) de tal forma que, integra y vincula, los sistemas locales de innovación (*clusters* e industrias) con el *stock* disponible de conocimiento nacional (por ejemplo, los laboratorios de investigación públicos, los científicos de los programas e investigación gubernamentales).

Abramovitz (1986) sostiene que las diferencias en el nivel de desarrollo entre los países se basan en su «capacidad social». Estos factores sociales comprenden: competencias técnicas y directivas, gobierno efectivo y estable, instituciones financieras y mercados que movilicen el capital, y honestidad y confianza ampliamente difundida entre la población. Como hemos señalado, todos los diversos estudios y enfoques se refieren a medidas similares para abordar la capacidad innovadora nacional, aunque extendiendo el constructo hacia la competitividad.

SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN ¶

Los elementos abordados en la sección anterior constituyen un punto de partida para congrega las principales teorías y perspectivas que apoyan el concepto del Sistema Nacional de Innovación. Edquist y Johnson (1997:46-47) señalan que las organizaciones son estructuras formales, las cuales son conscientemente creadas y tienen un propósito explícito, mientras que las *institutions* son: un conjunto común de hábitos, normas y rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulan las relaciones e interacciones entre los individuos, grupos y organizaciones.

Según Edquist (2005), y basado en la literatura clásica de Lundvall y Nelson, las tres principales clases de conocimientos en el enfoque de los Sistemas de Innovación (SI), formados por las organizaciones y las *institutions*, son:

■ Innovaciones realizadas por las empresas, relacionadas con el aprendizaje organizacional.

CUADRO 1
ENFOQUE Y DECONSTRUCCIÓN DE LA BASE TEÓRICA PARA LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN (SNI)

| Componentes del «SNI» | Relacionado con | Definición | Constructos |
|--|--|---|---|
| Empresas (Porter, 2001; Edquist, 2005). | Conocimiento organizacional | Actitud innovadora y emprendedora de las empresas y visión a largo plazo. Grado de sofisticación empresarial. | Innovación empresarial, estrategia. |
| Tecnología e investigación (Romer, 1990; Sala-i-Martin & Artadi, 2004; Edquist, 2005). | Infraestructura de investigación y tecnología. | Inputs en I+D y outputs principalmente por los gobiernos y por las instituciones públicas. | Investigación pública y privada institucional; infraestructura de investigación. |
| Gobierno y activos sociales (Abramovitz, 1986; Porter, 2001). | Aspectos gubernamentales y sociales. | Aspectos relacionados con los procesos políticos que aseguran un marco económico y social que fomenta el progreso y el desarrollo, mejorando la calidad de vida, la equidad social y obteniendo una mejor sociedad. | Aspectos relacionados con los procesos políticos que aseguran un marco económico y social que fomenta el progreso y el desarrollo, mejorando la calidad de vida, la equidad social y obteniendo una mejor sociedad. |
| Construcción de competencias (Romer, 1990; Porter, 2001; Edquist, 2005). | Capital humano | Calidad del sistema educativo y la disponibilidad de mano de obra cualificada. | Sistema educativo, calidad de <i>degrees</i> , formación continua, etc. |
| Interacciones (Etzkowitzy Leydesdorff, 2000; Benner, 2003; Edquist, 2005; Ronde y Husler, 2005). | Interacciones entre componentes. | Eficiencia en los sistemas de transferencia de conocimiento desde la infraestructura hacia las empresas y entre las propias empresas. | Interacciones, colaboraciones en el sistema. |

FUENTE: Elaboración propia a partir de diversos autores.

■ Investigación y desarrollo, principalmente desarrollado por las universidades y las organizaciones públicas de investigación, además del que realizan las empresas.

■ Construcción de competencias, tales como la formación/capacitación y la educación.

■ Además, de la interacción entre estas tres clases.

En otras palabras, estos componentes de los Sistemas de Innovación (SI) pueden también ser armonizados con la innovación en las empresas, la infraestructura pública, las políticas gubernamentales y los recursos humanos y las interacciones, respectivamente.

Fagerberg y Srholec (2008), aplicando un factor de análisis, encontraron evidencia empírica de los siguientes 4 factores o componentes constitutivos en un SNI: El Sistema de Innovación (SI), el gobierno, el sistema político y la apertura. Dichos autores reconocen que los factores clave, los cuales contribuyen en un alto grado a la explicación de la varianza, son los dos primeros. Siguiendo esta evidencia y la teoría anteriormente abordada, la siguiente incógnita es: ¿cómo es deconstruido un Sistema Nacional de Innovación?. Siguiendo el modelo propuesto por Hervás y Dalmau (2007) para medir los *stocks* de capital intelectual, un SNI debería tener una base compuesta por los siguientes factores:

Aspectos macro. El componente esencial a tomar en consideración es la *infraestructura* (Porter, 1990; Romer, 1990; Nelson, 1993; Furman *et al.*, 2002) –el acervo de conocimiento basado en las universidades, los centros de I+D, la cualificación de los recursos humanos, etc.–.

Aspectos micro. Tales como las aptitudes estratégicas y el espíritu emprendedor de las empresas locales, la presencia de *clusters* –los cuales promueven la innovación y el conocimiento generado de la interacción– y están vinculados a los aspectos macro.

Las meso-interacciones. Conectando los aspectos macro y micro, principalmente referidas a la dimensión local y regional.

Un marco teórico basado en diferentes –pero complementarias– perspectivas para integrar los elementos en el modelo.

El índice y las métricas contextualizadas a la naturaleza del país o región, medidas y ajustadas a la disciplina, es decir, al SNI.

El cuadro 1 muestra el enfoque del concepto (asociado a las teorías y perspectivas que lo sustentan) de SNI, el cual es muy similar a los modelos expuestos en la sección 2.1.

En el nivel *macro*, las capacidades de conocimiento vinculadas al territorio constan de un marco legal o de factores sociales y de las condiciones de vida, además de los esfuerzos gubernamentales para mejorar el contexto empresarial, tales como: los institutos de I+D, los esfuerzos en I+D, o políticas educativas idóneas para incrementar el acervo laboral cualificado (Romer, 1990; Nelson, 1993). Asimismo, en el nivel *micro*, las empresas localizadas en dicho contexto deciden cuáles estrategias seguir, incluyendo los esfuerzos en la sofisticación empresarial o la I+D, los cuales también refuerzan la plataforma de conocimiento (por ejemplo, Porter, 2001; Edquist y Johnson,

1997). Por último, las interacciones comprenden actividades tales como el conocimiento transferido desde las universidades o los centros de I+D (*stock* de conocimiento regional) a las empresas –sector privado, industrias– (Romer, 1990; Edquist, 2005) las cuales conectan ambas partes.

Según Hervás y Dalmau (2007), y aplicando sus ideas para construir un índice del SNI, las teorías de la visión basada en los recursos (micro) y el desarrollo regional (nivel meso) pueden complementar la visión económica (macro) con el fin de conformar un marco teórico más integral. Todas las partes implicadas en el proceso de creación de valor a través de la plataforma de conocimiento, contenidas en los SNI, son como flujos de conocimiento los cuales son transferidos y diseminados a través de las diferentes capas y niveles económicos. Además, estos flujos de conocimiento incrementan y contribuyen al *stock* territorial de conocimiento de cada país, el cual puede ser parcialmente protegido por mecanismos de aislamiento (Rumelt, 1984).

En este contexto, dichos mecanismos de aislamiento podrían ser el lenguaje, la cultura, las creencias, los supuestos, la historia y otros antecedentes a escala nacional, además de las visiones y de las expectativas de los *stakeholders* (políticos, gobierno, grupo de expertos, asociaciones comerciales, agencias gubernamentales, gobiernos regionales, entre otros), todos estos factores y agentes, actuando como un sistema social el cual apunala y genera innovación, es decir «institutions» o complejidad social (Piore and Sabel, 1984; Brusco, 1986). Este término se refiere a la confianza mutua, a los supuestos y valores comunes mantenidos por la comunidad de personas (Harrison, 1992; Russo, 1997), los cuales aseguran la conectividad interna apropiada y también establecen la base para la innovación (Lundvall, 1992).

Además, el concepto del SNI debería estar relacionado a las principales perspectivas teóricas de la estrategia empresarial, tales como la visión basada en los recursos (e.g. Penrose, 1959; Peteraf, 1993) y la visión basada en las actividades (Porter 1980-1985). Estas teorías también han estado vinculadas al concepto de territorio, especialmente relacionado a regiones *clusters*, aunque en este contexto ellos pueden ser extendidos a las naciones. Desde la visión basada en los recursos, existe un consenso explícito sobre la existencia de los recursos y las capacidades, interno hacia el territorio y externo hacia las empresas localizadas (Harrison, 1994; Foss, 1996; Lawson, 1999; Maskell y Malmberg, 1999).

Asimismo, la idea de las interacciones es enfatizada por la perspectiva de la Triple Hélice (Etzkowitz and Leydesdorff, 2000), debido a la importancia crucial de la interacción entre universidades, empresas y otras instituciones; o las situaciones en las cuales la industria, las universidades y los organismos públicos sirven como nodos interrelacionados en los procesos de creación de nuevas empresas, y en el esta-

blecimiento de una masa crítica para explicar la innovación. Las interacciones han sido presentadas como una forma de conectar a las empresas e industrias y también como un medio para vincular la infraestructura tecnológica (principalmente pública) al sector privado. Las interacciones deberían ubicarse más en un marco meso, local o regional. Las interacciones promueven el aprendizaje organizacional debido a que el conocimiento es compartido con otras empresas e instituciones vinculadas a la red (Mcevily and Zaheer, 1999). De tal forma, las capacidades vinculadas a la red (*networking*) son el factor clave en la innovación (Benner, 2003; Balconi *et al.*, 2004), y siguiendo a Rondé y Hussler (2005:1163), el motor de la capacidad innovadora regional parece residir en las relaciones desarrolladas entre los actores (o agentes) y el territorio.

Por lo tanto, tomando en cuenta los componentes anteriormente mencionados de los SNI, las siguientes hipótesis son formuladas:

Hipótesis 1ª. *Las estrategias/comportamiento empresarial de las empresas hacia la innovación son parte del SNI del país e influyen su competitividad.*

Hipótesis 2ª. *El papel de la tecnología y la infraestructura de investigación en un país son parte del SNI del país e influyen su competitividad.*

Hipótesis 3ª. *El papel del gobierno (institutions) y sus políticas económicas en un país es parte del SNI del país e influyen su competitividad.*

Hipótesis 4ª. *Los factores basados en la plataforma de conocimiento o recursos humanos en un país son parte del SNI del país e influyen su competitividad.*

Hipótesis 5ª. *El papel de las interrelaciones entre los componentes del sistema de innovación en un país son parte del SNI del país e influyen su competitividad.*

DISEÑO EMPÍRICO: MUESTRA Y RESULTADOS

La muestra de datos disponibles de todas las variables proviene de la base de datos del IMD, recopilada para 55 países (30 de ellos pertenecientes a la OECD). El período considerado es del 2000 al 2006. Un promedio es construido con datos de los siete años cubiertos y, posteriormente, las variables son tipificadas. Las variables seleccionadas del IMD, y evidenciadas en el cuadro 2, fueron elegidas por su encaje con la teoría (por ejemplo, Sala-i-Martin y Artadi 2004; Porter, 2001), cubriendo todos los componentes de los SNI conducidos teóricamente. De hecho, una de las contribuciones del artículo es el hecho que, utilizando los datos del IMD, los cuales son recolectados con el propósito de evaluar la competitividad, el enfoque de todas las principales variables es económico debido a que la mayoría

de las cuestiones están relacionadas con su efecto sobre la actividad empresarial o la economía en un país. El artículo intenta integrar los ámbitos teóricos y empíricos y, por tanto, contribuir en el marco teórico de los SNI. Ver la explicación de las variables en el apéndice C.

Aplicando el test de fiabilidad de la escala, el Alfa de Cronbach es de 96,3, resultado muy satisfactorio. El análisis factorial de componentes principales (AFCP) es aplicado (Porter, 2001; Fagerberg and Srholec, 2008) reduciendo todas las variables a factores, con lo cual, se representa la estructura de los datos ocultos de las variables (ver Hair *et al.*, 1995). La medida de Suficiencia de Muestreo (o Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin) es de 0.884, significativa al $p < 0.01$, evidenciando que la aplicación del análisis factorial tiene sentido.

Después de llevar a cabo el AFCP, la matriz rotada muestra cinco factores, cada uno de ellos comprendiendo diferentes variables y contribuyendo de forma distinta también a la varianza total explicada. El factor 1 (Sistema de Innovación) explica un 56.68% de la varianza, el Factor 2 (Gobierno-*institutions*) explica un 11.12% y los demás factores –educación científica y recursos humanos (factor 3), actitudes empresariales (factor 4) y base educativa (factor 5)– añaden solamente una explicación residual, oscilando de un 4.6% a un 5.6% de la varianza. La varianza total explicada es del 82%. Nosotros nos centramos en los primeros dos factores, los cuales explican conjuntamente el 67.8% de la varianza total explicada, es decir, el *Sistema de Innovación* y el *Gobierno-institutions* y capital social, denominado aquí *Gobierno-institutions*. Ver el cuadro 3 y el apéndice B, para la explicación de la varianza de cada factor.

Evidentemente, los resultados son muy interesantes a efectos de política industrial y económica. En con-

CUADRO 2
VARIABLES QUE DESCRIBEN EL SNI

| | |
|----|--|
| 1 | Gasto total en I+D (en porcentaje del PIB) |
| 2 | Investigación Básica |
| 3 | Logros en educación superior |
| 4 | Personal total en I+D en las empresas (per cápita) |
| 5 | Personal total en I+D (per cápita) |
| 6 | Cooperación tecnológica |
| 7 | Capacitación de los empleados |
| 8 | Transferencia de conocimientos |
| 9 | Capital riesgo |
| 10 | Gasto público total en educación (per cápita) |
| 11 | Transacciones internacionales |
| 12 | Legislación de la competencia |
| 13 | Imagen en el extranjero |
| 14 | Fuga de cerebros |
| 15 | Justicia |
| 16 | Derechos de propiedad intelectual |
| 17 | Burocracia |
| 18 | Desarrollo sostenible |
| 19 | Desarrollo y aplicación de la tecnología |
| 20 | Ingenieros cualificados |
| 21 | La juventud se interesa por la ciencia |
| 22 | Altos directivos competentes |
| 23 | Educación universitaria |
| 24 | Sistema educativo |
| 25 | Espíritu emprendedor |
| 26 | Flexibilidad y adaptabilidad |
| 27 | Ratio profesor/alumno (educación secundaria) |
| 28 | Ratio profesor/alumno (educación primaria) |

FUENTE: Elaboración propia.

creto, el principal factor representado por el Sistema de Innovación, refleja la magnitud de la importancia de las políticas de innovación destinadas a incentivar los Gastos en I+D+i en el país, el personal en I+D+i, la presencia de capital riesgo, la formación

CUADRO 3
PRINCIPALES COMPONENTES IDENTIFICADOS COMO PARTES DEL SNI

| Sistemas de Innovación (Factor 1) 56,688% de la varianza. | Gobierno e <i>Institutions</i> : apertura, gobierno capital social y sistema político (Factor 2) 11.12% de la varianza | Recursos humanos (Factor 3) 5,6% de la varianza. | Actitudes empresariales (Factor 4) 4,9% de la varianza | Base educativa (Factor 5) 4,6% de la varianza |
|---|---|---|--|--|
| Variables | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Gasto total en I+D - Investigación básica - Personal total en I+D per cápita (nacional). - Capital riesgo - Capacitación de los empleados - Personal total en I+D per cápita (empresas) - Cooperación tecnológica - Gasto público total en educación - Logros en educación superior | <ul style="list-style-type: none"> - Transacciones internacionales - Imagen en el extranjero - Fuga de cerebros - Sistema socio-político - Legislación de la competencia - Justicia - Derechos de propiedad intelectual - Burocracia - Desarrollo sostenible - Desarrollo y aplicación de la tecnología | <ul style="list-style-type: none"> - Ingenieros cualificados - Sistema educativo - Educación universitaria - Altos directivos competentes | <ul style="list-style-type: none"> - Espíritu emprendedor - Flexibilidad y adaptabilidad | <ul style="list-style-type: none"> - Ratio profesor alumno (primaria) - Ratio profesor alumno (secundaria) |

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO 4
RESULTADOS Y FACTORES DE LAS VARIABLES DE NUESTRO ESTUDIO Y DE LAS DE FAGERBERG Y SRHOLEC, 2008

| Sistema de innovación | | Gobierno - <i>Institutions</i> | |
|---|--|---|---|
| Nuestro estudio | Fagerberg y Srholec | Nuestro estudio | Fagerberg y Srholec |
| <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura tecnológica <ul style="list-style-type: none"> - Gasto total en I+D per cápita - Investigación básica - Personal en I+D per cápita • Empresas <ul style="list-style-type: none"> - Capital riesgo - Personal en I+D per cápita (en las empresas) - Capacitación • Educación <ul style="list-style-type: none"> - Gasto total en educación per cápita - Logros en educación superior • Interacciones <ul style="list-style-type: none"> - Cooperación tecnológica - Transferencia de conocimiento | <ul style="list-style-type: none"> - Patentes (USPTO) per cápita - Artículos científicos/ingeniería - Certificaciones ISO 9000 - Líneas fijas/móviles - Usuarios de internet - Ordenadores personales - Educación - Crédito al sector privado - Capitalización bursátil | <ul style="list-style-type: none"> • Apertura <ul style="list-style-type: none"> - Transacciones internacionales - Imagen en el extranjero - Fuga de cerebros • Sistema político y gobierno social <ul style="list-style-type: none"> - Legislación de la competencia - Justicia - Derechos de propiedad intelectual - Burocracia - Desarrollo sostenible - Desarrollo y aplicación de la tecnología | <ul style="list-style-type: none"> • Apertura <ul style="list-style-type: none"> - Mercancías importadas (% del PIB) - Inversión directa internacional (stock entrante en % del PIB) • Sistema político y gobierno social <ul style="list-style-type: none"> - Sistema legal imparcial - Ley y orden - Derechos de propiedad - Regulación - Mercado informal (corrupción) - Índice de democracia y autocracia - Derechos políticos - Libertades civiles |

FUENTE: Elaboración propia.

de los empleados, la I+D en las empresas, la cooperación tecnológica, la transferencia del conocimiento, el esfuerzo en educación y la educación superior en particular. Dichos indicadores, son la clave de las políticas de innovación y desarrollo en los países de la OCDE, como los resultados indican, y contienen los ingredientes clave para asegurarnos un crecimiento y desarrollo futuros. En segundo lugar, la calidad del Gobierno y las Instituciones también son clave en el sentido que marcan el contexto (Justicia, burocracia...) en el que el Sistema de Innovación se desarrolla: evidentemente, los dos son complementarios.

Por lo tanto, los resultados clarifican y ofrecen una extraordinaria precisión sobre los factores clave que explican el desarrollo y crecimiento de los países, contribuyendo al conocimiento de la Academia y ofreciendo a los políticos las claves de las principales herramientas de políticas de innovación, competitividad y desarrollo.

De nada servirá aumentar el gasto en I+D si no se acompaña esta medida de incentivos a la transferencia y a la cooperación entre los entes o actores del sistema. De nada servirá aumentar los gastos en educación si no conseguimos tener Universidades en el sistema superior de educación que creen y transfieran a la sociedad conocimiento, que atraigan talento y que generen patentes. Igualmente, un sistema de innovación altamente desarrollado sería incompatible con niveles pésimos de justicia o burocracia. Así, una de las virtudes del trabajo está en trabajar con el concepto de competitividad desde un punto de vista sistémico y el ofrecer herramientas (variables) clave y precisas para que los instrumentos de política se pongan en marcha.

Asimismo, nuestros resultados son consistentes y amplían los estudios de Fagerberg y Srholec (2008). Pri-

mero, obtenemos dos factores críticos cubriendo el 67% de la varianza, dirigido por el Sistema de Innovación y gobierno-*institutions*, presentando la mayor contribución a la explicación del *output* innovador de un país. Estos factores comprenden los identificados por Fagerberg y Srholec como se aprecia en el cuadro 4. En consecuencia, los primeros dos factores son los que explican y describen un Sistema Nacional de Innovación. Primero, el factor 1 comprende el Sistema de Innovación formado por la infraestructura tecnológica, las decisiones empresariales, la educación y las interacciones, explicando más de la mitad de la varianza. Posteriormente, el factor 2 gobierno-*institutions* está compuesto por la apertura, el papel del gobierno y los factores sociales. Los factores 3 y 5 son redundantes debido a que éstos están asociados a la educación y a los recursos humanos, ya contemplados en el factor 1.

Por lo tanto, los dos primeros factores de nuestro estudio (Sistema de Innovación y gobierno-*institutions*) son similares a los cuatro factores obtenidos por Fagerberg y Srholec (2008). De tal modo, podemos inferir que los principales componentes de los SNI, los cuales están asociados a la innovación y al crecimiento son: una actitud innovadora empresarial; los *inputs* y *outputs* en I+D principalmente por las instituciones públicas (infraestructura); los aspectos concernientes a las políticas públicas, las cuales aseguran un marco económico y social donde el progreso y el desarrollo junto con la calidad de vida, le equidad y otros aspectos sociales son fomentados para obtener una mejor sociedad (gobierno-*institutions*); la calidad del sistema educativo y la disponibilidad de mano de obra cualificada (educación); y la eficiencia de los sistemas de transferencia de conocimiento desde las infraestructuras de investigación a las empresas y entre empresas (interacciones). Es realmente importante resaltar que nuestros

resultados son similares a los obtenidos por Fagerberg y Srholec, usando diferentes variables y fuentes, lo cual refuerza nuestros resultados y sostiene la teoría.

CONCLUSIONES †

El artículo presenta un enfoque para abordar los principales gaps de la literatura de los SNI: el problema de especificar las fronteras de los SNI y la falta de una conexión entre los análisis teóricos y los empíricos. Para dicho propósito, el trabajo toma en cuenta 55 países como muestra y construye un índice del SNI basado en el factor de análisis de 28 variables vinculadas estrechamente a la teoría estudiada. La evidencia empírica obtenida muestra que las estrategias de las empresas, la infraestructura tecnológica, el gobierno-*institutions*, la educación y las interacciones, son los principales componentes del SNI, aunque el enfoque holístico seguido en la teoría es tenido en cuenta, es difícil afirmar que no existan otros factores que traten la misma cuestión, tal como Edquist (2005) señaló.

Los resultados convergen con los obtenidos por Fagerberg y Srholec (2008) y, por tanto, el artículo contribuye a expandir la teoría de los SNI sobre una base empírica. En concreto, una de las contribuciones más originales del artículo es la ampliación y la construcción de fundamentos en el marco teórico. Además, la utilización de datos del IMD, el cual está basado en factores económicos, permite la explicación de ciertas características abordadas en la teoría, evitando algunos problemas de recolección de datos usualmente generados en estudios similares. Los resultados contribuyen a un entendimiento de la base teórica y a reforzar la conexión teórica-empírica. El estudio tiene implicaciones también para los dirigentes políticos. Así, la identificación de los principales componentes de los SNI, brinda exactitud a las políticas hechas a medida dirigidas al crecimiento económico e innovador de un país.

Por lo tanto, las áreas en las que se deben centrar las medidas y los incentivos son en cuanto a la infraes-

tructura tecnológica, o sistema de I+D+i y la educación superior, si bien además de estas áreas clásicas aparecen con fuerza la presencia de capital riesgo para fomentar una correcta financiación de las innovaciones y la cooperación tecnológica entre diversos agentes, tal y como propugna el VII Programa Marco de la UE. Asimismo, aspectos menos tangibles como el papel del gobierno en cuanto a eliminación de burocracia o legislación en competencia son también rutinas (*institutions*) necesarias para que el país tenga un SNI fuerte.

La principal limitación del artículo es el hecho de que únicamente 55 países han sido analizados por la falta de disponibilidad de información. Estudios posteriores son necesarios para explorar las relaciones empíricas y cómo emplear distintas variables y países para evaluar la teoría.

(*) Agradecemos el apoyo financiero del Proyecto Nacional de I+D+i del MICINN, ECO2010:17318, Innoclusters, dirigido por el Dr. Hervas-Oliver, JL

NOTAS †

- [1] The Global Competitiveness Index unifies the two indexes currently produced by the World Economic Forum (the Growth Competitiveness Index (McArthur and Sachs, 2001) and the Business Competitiveness Index (Porter, 2001) which has also been published for several years.
- [2] *Institutions*, significan siguiendo a Nelson (2008) «the basic rules of the game», esto es, las reglas básicas de funcionamiento de una economía, normas, reglas (justicia, sistema legal, burocracia, efectividad de las políticas, etc.). En este artículo utilizamos la palabra gobierno para referirnos al sistema *government-governance* de las *Institutions*.
- [3] Para ver más respecto a los clusters España, ver Hervas-Oliver and Albers-Garrigos (2007) y Hervas-Oliver y Albers-Garrigos (2009).

BIBLIOGRAFÍA †

ABRAMOVITZ, M. (1986): «Catching up, forging ahead, and falling behind». *Journal of Economic History*, nº 46 (2), pp. 386-406.

ANEXOS

A. PAÍSES DE LA MUESTRA

| | | | | |
|-------------|-------------------|---------------|------------------|---------------|
| 1 Alemania | 12 Croacia | 23 Hungría | 34 Malasia | 45 Rumanía |
| 2 Argentina | 13 Dinamarca | 24 India | 35 México | 46 Rusia |
| 3 Australia | 14 Eslovenia | 25 Indonesia | 36 Noruega | 47 Singapur |
| 4 Austria | 15 España | 26 Irlanda | 37 Nueva Zelanda | 48 Suecia |
| 5 Bélgica | 16 Estados Unidos | 27 Israel | 38 Países Bajos | 49 Suiza |
| 6 Brasil | 17 Estonia | 28 Italia | 39 Perú | 50 Sur África |
| 7 Bulgaria | 18 Francia | 29 Japón | 40 Polonia | 51 Tailandia |
| 8 Canadá | 19 Filipinas | 30 Jordania | 41 Portugal | 52 Taiwán |
| 9 Chile | 20 Finlandia | 31 Corea | 42 Reino Unido | 53 Turquía |
| 10 China | 21 Grecia | 32 Lituania | 43 Rep. Checa | 54 Ucrania |
| 11 Colombia | 22 Hong Kong | 33 Luxemburgo | 44 Rep. Eslovaca | 55 Venezuela |

FUENTE: Elaboración propia.

**B. MATRIZ ROTADA:
VARIABLES CORRESPONDIENTES A CADA FACTOR EXTRAÍDO DEL ANÁLISIS**

| Variable | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 | Factor 4 | Factor 5 |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 Gasto total en I+D (en porcentaje del PIB) | 0,825 | | | | |
| 2 Investigación Básica | 0,809 | | | | |
| 3 Logros en educación superior | 0,782 | | | | |
| 4 Personal total en I+D en las empresas (per cápita) | 0,75 | | | | |
| 5 Personal total en I+D (per cápita) | 0,749 | | | | |
| 6 Cooperación tecnológica | 0,714 | | | | |
| 7 Capacitación de los empleados | 0,656 | | | | |
| 8 Transferencia de conocimientos | 0,649 | | | | |
| 9 Capital riesgo | 0,613 | | | | |
| 10 Gasto público total en educación (per cápita) | 0,564 | | | | |
| 11 Transacciones internacionales | | 0,816 | | | |
| 12 Legislación de la competencia | | 0,792 | | | |
| 13 Imagen en el extranjero | | 0,755 | | | |
| 14 Fuga de cerebros | | 0,735 | | | |
| 15 Justicia | | 0,724 | | | |
| 16 Derechos de propiedad intelectual | | 0,717 | | | |
| 17 Burocracia | | 0,715 | | | |
| 18 Desarrollo sostenible | | 0,658 | | | |
| 19 Desarrollo y aplicación de la tecnología | | 0,615 | | | |
| 20 Ingenieros cualificados | | | 0,938 | | |
| 21 La juventud se interesa por la ciencia | | | 0,671 | | |
| 22 Altos directivos competentes | | | 0,65 | | |
| 23 Educación universitaria | | | 0,578 | | |
| 24 Sistema educativo | | | 0,551 | | |
| 25 Espíritu emprendedor | | | | 0,883 | |
| 26 Flexibilidad y adaptabilidad | | | | 0,761 | |
| 27 Ratio profesor/alumno (educación secundaria) | | | | | 0,936 |
| 28 Ratio profesor/alumno (educación primaria) | | | | | 0,922 |

FUENTE: Elaboración propia.

BALCONI, M., BRESCHI, S. y LISSONI, F. (2004): «Networks of inventors and the location of academic research: an exploration of Italian patent data». *Research Policy*, vol. 1, nº 33, pp. 127-45.

BARRO, R.J., y SALA-I-MARTIN, X. (2003): *Economic Growth*. Second ed. The MIT Press Cambridge, MA.

BENNER, C. (2003): «Learning communities in a learning region: the soft infrastructure of cross-firm learning networks in Silicon Valley». *Environment and Planning A*, vol. 10, nº 35, pp. 1809-30.

BERGEK, A., ACOBSSON, S., CARLSSON, B., LINDMARK, S., y RICKNE, A. (2008): «Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis». *Research Policy*, vol. 3, nº 37, pp. 407-429.

BOUNFOUR, A. y EDVINSSON, L. (2004): *IC for Communities, Nations, Regions, Cities, and other Communities*. Butterworth-Heinemann, Boston, M.A.

BRUSCO, S. (1986): «Small firms and industrial districts: the experience of Italy». *Economia Internazionale*, nº 39 (2/3/4), pp. 98-103.

CHAMINADE y EDQUIST (2005): «From Theory to practice: The use of the Systems of Innovation. Approach in Innovation Policy», in J. Hage and M. Meeus (Eds.), *Innovation, science, and institutional change*: pp. 141-162. Oxford: Oxford University Press.

EDQUIST, C. y JOHNSON, B. (1997): «Institutions and Organizations in Systems of Innovation», in Edquist, C. (1997): 41-63 (republished in Edquist, C. and McKelvey, 2000).

EDQUIST, C. (2005): *Systems of Innovation: Perspectives and Challenges*, in (eds.) Fagerberg, J., Mowery, D. and Nelson, RR (2005). *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford Publishers, Oxford.

ETZKOWITZ, H. y LEYDESDORFF, L. (2000): «The dynamics of innovation from national systems and 'Mode 2' to a triple helix of university-industry-government relations». *Research Policy*, nº 29 (2), pp. 109-23.

FAGERBERG, J., y SRHOLEC, M. (2008): «National Innovation Systems, Capabilities and Economic Development». *Research Policy*, nº 37 (9), pp. 1417-1435.

FAGERBERG, J. (1987): «A technology gap approach to why growth rates differ». *Research Policy*, nº 16 (2-4), pp. 87-99.

FOSS, N.J., (1996): «Higher-order industrial capabilities and competitive advantage». *Journal of Industry Studies*, nº 3, p. 1-20.

FREEMAN, C., CLARK, J. y SOETE, L.G. (1982): *Unemployment and Technical Innovation: A Study of Long Waves and Economic Development*. Pinter, London.

FREEMAN, C. (1987): *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter, London.

FURMAN, J.L., PORTER, M.E. y STERN, S., (2002): «The determinants of national innovative capacity». *Research Policy*, nº 31 (8), pp. 899-933.

GALLI, R. y TEUBAL, M. (1997): *Paradigmatic shifts in national innovation systems*. London: Printer Publishers.

GERSCHENKRON, A. (1962): *Economic Backwardness in Historical Perspective*. The Belknap Press, Cambridge, MA.

HAIR, J.F. JR, ANDERSON, R.E., TATHAM, L.T. y BLACK, W.C. (1995): *Multivariate Data Analysis*, 4th ed., Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.

HARRISON, B. (1992): «Industrial districts: old wine in new bottles?». *Regional Studies*, nº 26 (5), pp. 469-83.

HARRISON, B. (1994): *Lean and Mean*, Basic Books, New York.

| C. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES DE LOS SNI | | |
|--|--|---|
| | Variable | Descripción |
| 1 | Gasto total en I+D (en porcentaje del PIB) | Porcentaje del PIB. |
| 2 | Investigación Básica | La investigación básica aumenta el desarrollo económico a largo plazo. |
| 3 | Logros en educación superior | Porcentaje de la población que ha obtenido por lo menos educación superior (personas entre 25 y 34 años). |
| 4 | Personal total en I+D en las empresas (per cápita) | Equivalente a jornada completa por cada 1000 personas. |
| 5 | Personal total en I+D (per cápita) | Equivalente a jornada completa por cada 1000 personas. |
| 6 | Cooperación tecnológica | La cooperación tecnológica entre las empresas está desarrollada. |
| 7 | Capacitación de los empleados | La capacitación de los empleados es una alta prioridad en las empresas. |
| 8 | Transferencia de conocimientos | La transferencia de conocimiento es altamente desarrollada entre las empresas y las universidades. |
| 9 | Capital riesgo | Fácil disponibilidad para el desarrollo empresarial. |
| 10 | Gasto público total en educación (per cápita) | US \$ per cápita. |
| 11 | Transacciones internacionales | Las transacciones internacionales pueden ser libremente negociadas con socios extranjeros. |
| 12 | Legislación de la competencia | La legislación de la competencia es eficiente previniendo la competencia desleal. |
| 13 | Imagen en el extranjero | La imagen en el extranjero de su país fomenta el desarrollo empresarial. |
| 14 | Fuga de cerebros | La población cualificada no dificulta la competitividad de su economía. |
| 15 | Justicia | La justicia es administrada imparcialmente. |
| 16 | Derechos de propiedad intelectual | Los derechos de propiedad intelectual son aplicados adecuadamente. |
| 17 | Burocracia | La burocracia no dificulta la actividad empresarial. |
| 18 | Desarrollo sostenible | El desarrollo sostenible es una prioridad en las empresas. |
| 19 | Desarrollo y aplicación de la tecnología | El desarrollo y la aplicación de la tecnología está apoyada por el entorno legal. |
| 20 | Ingenieros cualificados | Los ingenieros cualificados están disponibles en el mercado laboral. |
| 21 | La juventud se interesa por la ciencia | Existe un fuerte interés de la juventud por la ciencia. |
| 22 | Altos directivos competentes | Los altos directivos competentes están disponibles. |
| 23 | Educación universitaria | El sistema universitario satisface las necesidades de una economía competitiva. |
| 24 | Sistema educativo | El sistema universitario satisface las necesidades de una economía competitiva. |
| 25 | Espíritu emprendedor | El espíritu emprendedor de los directivos es generalizado a las empresas. |
| 26 | Flexibilidad y adaptabilidad | La flexibilidad y la adaptabilidad de las personas es alta, cuando se enfrentan con nuevos desafíos. |
| 27 | Ratio profesor/alumno (educación secundaria) | Ratio de estudiantes por profesor. |
| 28 | Ratio profesor/alumno (educación primaria) | Ratio de estudiantes por profesor |

FUENTE: IMD.

HEKKERT, M.P y NEGRO, S.O. (2009): «Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims». *Technological Forecasting and Social Change*, nº 76 (4), pp. 584-594.

HERVAS-OLIVER, J.L., y DALMAU-PORTA, J.I., (2007): «Which IC components explain national IC stocks?». *Journal of Intellectual Capital*, nº 5 (3), pp. 444-469.

HERVAS-OLIVER, J.L y ALBORS-GARRIGOS, J (2009) «The Role Of The Firm's Internal And Relational Capabilities In Clusters: When Distance And Embeddedness Are Not Enough To Explain Innovation» *Journal Of Economic Geography*, vo. 9, Issue 2, pp. 263-283

HERVAS-OLIVER, JL y ALBORS-GARRIGOS, J (2007) Do cluster's capabilities matter? An empirical application of the resource-based view in clusters, *Entrepreneurship and Regional Development*, 19, 2. pp. 113-136

INSTITUTE FOR MANAGEMENT DEVELOPMENT (2004): *The World Competitiveness Yearbook*, Institute for Management Development, Lausanne.

JOHNSON, A. y JACOBSSON, S., (2003): «The emergence of a growth industry: a comparative analysis of the German, Dutch and Swedish Wind Turbine Industries». In: Metcalfe, S., Cantner, U. (Eds.), *Transformations and Development: Schumpeterian Perspectives. Physical/Springer, Heidelberg*.

LAWSON, C. (1999): «Towards a competence theory of the region». *Cambridge Journal of Economics*, nº 23 (2), pp. 151-66.

LIU, X., i WHITE, S. (2001): «Comparing innovation systems: a framework and application to China's transitional context». *Research Policy*, nº 30 (7), pp. 1091-1114.

LUNDEVALL, B.Å., (1992): *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter Publishers, London.

MASKELL, P. y MALMBERG, A. (1999): «Localised learning and industrial competitiveness». *Cambridge Journal of Economics*, nº 23 (2), pp. 167-85.

MCCARTHUR, J. y SACHS, J. (2001): «The Growth Competitive Index: measuring technological advancement and the stages of

development», in Porter, M.E. and Sachs, J.D. (Eds), *The Global Competitiveness Report 2001-2002*, World Economic Forum, Geneva.

McEVILY, B. y ZAHEER, A. (1999): «Bridging ties: a source of firm heterogeneity in competitive capabilities». *Strategic Management Journal*, nº 20 (12), pp. 1133-56.

NELSON, R. (1993): *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*. Oxford University Press, New York.

NELSON, R. (2008) UniversityWhat enables rapid economic progress: What are the needed institutions? *Research Policy*, 37, pp. 1-11.

Penrose, E. (1959): *The Theory of the Growth of the Firm*, Wiley, New York, NY.

PETERAF, M. (1993): «The cornerstones of competitive advantage: a resource-based view», *Strategic Management Journal*, nº 14 (3), pp. 179-91.

PIORE, M. y SABEL, C. (1984): *The Second Industrial Divide*, Basic Books, New York, NY.

PORTER, M. (1980): *Competitive Strategy. Techniques for Analyzing Industries and Competitors*, Free Press, New York, NY.

PORTER, M. (1985): *Competitive Advantage*, Free Press, New York, NY.

PORTER, M. (1990): *The Competitive Advantage of Nations*, The Free Press, New York, NY.

PORTER, M. (1998): «Clusters and the new economics of competition». *Harvard Business Review*, nº 76 (6), pp. 77-90 (Spanish edition).

PORTER, M. (2001): *The business competitiveness index*, The Global Competitiveness Report, World Economic Forum, Geneva.

ROMER, P.M. (1990): «Endogenous technological change». *Journal of Political Economy*, nº 98 (5), pp. 71-102.

RONDÉ, P. y HUSSLER, C., (2005): «Innovation in regions: what does really matter?». *Research Policy*, nº 34 (8), pp. 1150-72.

RUMELT, R.P. (1984): *Towards a strategic theory of the firm*, in Lamb, R.E. (Ed.), *Competitive Strategic Management*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

RUSSO, M. (1997): «Relazioni tra imprese e sviluppo locale». *Economia e Politica Industriale*, nº. 93, pp. 105-37.

SALA-I-MARTIN, X. y ARTADI, E.V. (2004): *The global competitiveness index*, The Global Competitiveness Report, World Economic Forum, Geneva.

SCHUMPETER, J. (1934): *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge, MA.