

Determinantes de la capacidad de innovar en países de la OCDE

Determinants of the capacity to innovate of the OECD members

Antonio Favila-Tello*✉, Enrique Armas-Arévalos*

Favila-Tello, A., & Armas-Arévalos, E. (2019). Determinantes de la capacidad de innovar en países de la OCDE. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 27(77), 63-72.

RESUMEN

La innovación es uno de los temas centrales que explican el desempeño económico de los países. Sin embargo, no todas las naciones han desarrollado las capacidades necesarias para generar innovaciones comerciables y aprovechar sus beneficios. Tomando como unidad de análisis a los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el presente trabajo parte de la hipótesis que indica que la capacidad de innovación de estas naciones se encuentra determinada positivamente por sus instituciones, su infraestructura, su capital humano, su sofisticación de mercado y su sofisticación de negocios. El instrumento utilizado para medir estas relaciones fue un modelo lineal generalizado (GLM, por sus siglas en inglés). Los resultados sugieren que tres de los cinco determinantes seleccionados son estadísticamente significativos. El mayor poder explicativo del modelo se encontró en la sofisticación de negocios, seguida del capital humano y la sofisticación de mercado.

Palabras clave: capacidad nacional de innovación; modelo lineal generalizado; capital humano; modelo; OCDE.

Keywords: national innovative capacity; generalized linear model; human capital; model; OECD.

Recibido: 6 de julio de 2018, aceptado: 8 de febrero de 2019

* Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Ciudad Universitaria, Av. Francisco J. Múgica s/n, Col. Felicitas del Río, C. P. 58030, Morelia, Michoacán, México. Correo electrónico: antonio.favila@hotmail.com; earmany_07@hotmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8652-147X>; <http://orcid.org/0000-0003-2072-2257>
✉ Autor para correspondencia

ABSTRACT

Innovation is one of the central issues that explain the economic performance of countries. However, not all nations have developed the capabilities needed to generate marketable innovations and take advantage of their benefits. This paper stands on the hypothesis that their institutions, their infrastructure, their human capital, their market sophistication and their business sophistication determine innovative capacity of OECD nations positively. The instrument used to measure these relationships was a Generalized Linear Model (GLM). Results suggest that three of five selected determinants are statistically significant. Findings reveal that business sophistication, followed by human capital and market sophistication has the greatest explanatory power of the model.

INTRODUCCIÓN

La generación de innovaciones es un asunto crucial para el desempeño de las economías en aspectos tales como la productividad nacional, la desigualdad social, el nivel medio de los salarios, la calidad de los empleos y el crecimiento económico (Denison, 1985; Powell & Snellman, 2004). Pese a la reconocida importancia del tema, la generación de innovaciones comerciables ha tendido en años recientes a concentrarse en un puñado de países. Muestra de ello es que en 2015, de acuerdo con cifras del Grupo Banco Mundial (2016), 90% de las solicitudes de patentes (según el indicador denominado "Solicitudes de Patentes, Residentes") se concentró en cuatro países: China 52%, EE. UU. 15%, Japón 14% y Corea 9%. Algo similar sucedió con el cobro de regalías por el uso de propiedad intelectual, el cual también muestra una definida concentración.

En 2016 del total de los pagos por este concepto realizados en el mundo, 37% fue recibido por EE. UU., 12% por Japón, 12% por Países Bajos y 6% por Suiza. Adicionalmente, Alemania, Reino Unido y Francia recibieron 5% cada uno, lo cual implica que 82% del valor total de las regalías se distribuyeron entre siete países (Grupo Banco Mundial, 2016). Lo anterior ha generado un amplio campo de estudio que pretende elucidar las causas que generan estas profundas diferencias y la manera en la que estas asimetrías impactan en la vida económica de las naciones. Si bien existen diferentes marcos de análisis para abordar esta situación, el presente trabajo adopta el modelo propuesto por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), la Universidad de Cornell y el Institut Européen d'Administration des Affaires (INSEAD) para comprobar la hipótesis que indica que la capacidad nacional de innovación de los países de la OCDE estuvo positivamente determinada con instituciones, infraestructura, capital humano y sofisticación, tanto de mercado como de negocios.

Actualmente, la OCDE se encuentra formada por 36 países, incluyendo a México desde 1994 (OCDE, 2018). Esta organización agrupa a países altamente industrializados y emergentes y colabora de manera cercana con otras naciones clave para la economía mundial, como China, India y Brasil (OCDE, 2018), por lo que constituye una unidad de análisis interesante y diversa. Otros trabajos que abordan la temática de la innovación y que han tomado a la OCDE como unidad de análisis pueden encontrarse en Andrews, Criscuolo y Gal (2015), Furman, Porter y Stern (2002), Hottenrott, Hall y Czarnitzki (2016) y Wurlod y Noailly (2018).

Revisión de literatura

La capacidad para crear conocimientos, innovar y generar nuevos productos, servicios, procesos y formas de organización ha sido ampliamente reconocida como uno de los ingredientes indispensables del crecimiento económico y el desarrollo (David & Foray, 2002). A pesar del sólido consenso existente sobre la importancia de la innovación en el desempeño de las economías, no existe aún un proceso de implementación universalizado que deba seguirse para su fomento.

Una primera clasificación de los factores que explican la innovación los ubica en dos grandes categorías: factores internos y externos. Los internos son los que pertenecen al ámbito micro, generalmente a características identificables en las empresas u or-

ganizaciones. Los externos se refieren a características macro del entorno que rodea a las organizaciones que obstaculizan o facilitan la generación de conocimiento y la innovación (Morales, Ortiz Riaga, & Arias Cante, 2012).

Entre los factores internos es posible mencionar a la cultura organizacional, la acumulación de activos tangibles e intangibles, la capacidad tecnológica de la organización (entendida como su capacidad para desarrollar nuevos productos y servicios y aplicar nuevas tecnologías a la producción) y las características de los empresarios. Por otro lado, los externos se refieren al conjunto de interrelaciones entre instituciones del área científico-tecnológica y las firmas, los marcos regulatorios y sistemas de incentivos y apoyos a la actividad innovadora (Guan, Yam, Mok, & Ma, 2006; Moori-Koenig & Yoguel, 1998; Morales et al., 2012).

Uno de los trabajos pioneros en probar matemáticamente la influencia de los determinantes de la capacidad nacional de innovación es el escrito por Griliches (1979). El autor plantea una función de producción en la cual el flujo de nuevas ideas depende del esfuerzo innovador (representado por los recursos invertidos en las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D)) y del conocimiento acumulado (entendido como la disponibilidad de resultados de investigaciones anteriores) disponibles en una determinada región (Griliches, 1979; Heijs, Martínez, Baumert, & Buesa Blanco, 2002).

Trabajos posteriores buscaron agregar una mayor complejidad a esta función e identificar las causas de las diferencias regionales en materia de generación de innovaciones, así como profundizar en la teorización del tema. Un ejemplo es el propuesto por el modelo lineal del cambio tecnológico, el cual consideraba que la innovación era resultado de las actividades en las instituciones de investigación y las empresas innovadoras, las cuales transferían el conocimiento a través del mecanismo del mercado; este modelo considera que la innovación se encuentra desvinculada de la influencia institucional, de las actitudes competitivas, del nivel educativo regional o de la demanda local. En este modelo la innovación sigue una secuencia lineal que puede obedecer a dos situaciones: la primera implica que el mercado demanda bienes con mayor contenido tecnológico, por lo que las empresas innovan para corresponder a estas expectativas; la otra situación implica que desde las empresas surgen innovaciones derivadas

de las actividades de I+D, que se ofrecen a los clientes potenciales sin que estos los hayan demandado previamente (Heijs et al., 2002).

La contraposición al modelo anterior se desarrolló a través del llamado *modelo interactivo*, el cual indica que la innovación es el resultado de un proceso dinámico basado en la capacidad tecnológica de las empresas y en la interacción continua de múltiples actores que pueden encontrarse dentro o fuera de ella (como clientes y distribuidores). En este modelo se reconoce una fuerte influencia del entorno, de la acumulación de experiencias en la firma, de que la empresa plantee a la innovación como un objetivo estratégico para su desarrollo (esfuerzo innovador), de las políticas públicas y de la competencia; además no se establece una vía única en la cual la innovación pueda generarse y comercializarse, como sucedía en el modelo lineal (Heijs et al., 2002).

En adelante, el modelo interactivo recibió una amplia atención de los académicos que plantearon extensiones al mismo por las implicaciones que podría tener, tanto para la toma de decisiones como para el diseño de políticas públicas. Partiendo del modelo interactivo surgió la denominada teoría de los sistemas nacionales y regionales de innovación, la cual brinda una importancia central a la interacción entre las instituciones, el sector privado y el público, en la tarea de generar, transferir y comercializar las nuevas tecnologías; con ello el modelo propone que la capacidad de innovación de los países no se debe solamente a su inversión de recursos financieros y humanos en actividades de I+D, sino a la suma de los esfuerzos de todos los agentes involucrados, su retroalimentación y sinergias, dentro de un sistema heterogéneo y dinámico (Freeman, 1987; Heijs et al., 2002). A esta tradición teórica pertenecen modelos como el de la triple hélice (integrada por las interacciones entre universidades, industria y gobierno) (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000) o el de la cuarta hélice (el cual agrega al modelo a los ciudadanos como promotores de las actividades de innovación a través de la sofisticación de su demanda de bienes y servicios y la participación en las actividades de I+D) (Leydesdorff & Etzkowitz, 2003).

Otros trabajos centraron su análisis en la importancia de las externalidades y la proximidad geográfica como determinantes de la capacidad de innovación. La importancia de la proximidad geográfica radica en que dinamiza la interacción de las firmas

que compitiendo por el mercado, se ven forzadas a especializarse, aprender colectivamente, disminuir costos e incrementar calidad. Estas ideas sentaron las bases del análisis de los clústeres como elementos fundamentales de la competitividad y capacidad nacional de innovación.

Una parte importante del enfoque de clústeres está basado en el trabajo de Porter (1990) y en desarrollos posteriores de estas ideas, como lo muestra el trabajo de Furman et al. (2002). En estas obras los autores introducen el concepto de la capacidad nacional de innovación como la habilidad de un país para producir y comercializar un flujo constante de tecnología innovadora durante un periodo prolongado de tiempo. Introducen la idea de que esta capacidad es resultado del desempeño nacional en cuatro grandes pilares: El primero se refiere a que en el país se encuentren disponibles los insumos necesarios para que se desarrollen tanto el conocimiento como la innovación de calidad. Estos insumos incluyen tanto a la infraestructura física como a los recursos humanos especializados dedicados a la investigación, tanto en la industria como en las universidades; el segundo se refiere al contexto competitivo local, es decir, a la forma en la que la rivalidad entre las firmas, la existencia de incentivos, la protección a la propiedad intelectual, la implementación de normas internacionales de calidad y la apertura a la competencia internacional promueven el surgimiento de innovaciones; el tercero hace referencia a las características de la demanda doméstica; es decir, a la manera en que la exigencia de los consumidores por productos y servicios sofisticados presiona a las firmas para generar innovaciones. Por último, el cuarto pilar se refiere a la existencia e interconexión entre las empresas de una determinada industria y a su cercanía geográfica. Este aspecto es de gran importancia porque posibilita que las compañías puedan generar economías de escala, transferir conocimientos, aprender mutuamente e involucrar a otros actores como proveedores, clientes, centros de investigación y competidores (Furman et al., 2002; Heijs et al., 2002).

La organización de los determinantes de la capacidad de innovación en pilares que funcionan como insumos de un sistema ha sido retomada por otros marcos de análisis. Por ejemplo, Heijs et al. (2002) realizan una clasificación en ocho grandes determinantes para abordar el tema a una escala regional en el caso de España. Estos son el tamaño tecnológico de las empresas, el esfuerzo innovador,

el entorno económico, la participación del sector público, la infraestructura de apoyo, la interacción entre los agentes del sistema, la calidad investigadora de las universidades y la calidad de los recursos humanos en las actividades de I+D.

De Ferranti et al. (2003) proponen una clasificación integrada en cinco pilares: la existencia de una población educada y capacitada, la estabilidad macroeconómica, la infraestructura dinámica de la información, la eficiencia del sistema de innovación y los vínculos y redes entre empresas y hogares. Hollanders y Celikel Esser (2007) clasifican a los insumos del sistema de innovación en tres grandes categorías: a) los conductores de la Innovación; se trata de factores demográficos tales como el nivel educativo de los recursos humanos y su contacto con las tecnologías de la información, b) la inversión pública y privada en actividades de I+D, y c) el emprendimiento y la inversión en I+D realizada por las pequeñas y medianas empresas.

Por otro lado, el índice de innovación de Coy (2015) basa sus evaluaciones en cinco grandes insumos: el gasto en I+D, el valor agregado del sector manufacturero, el número de empresas de alta tecnología ubicadas en el país, el nivel educativo posbásico de la población y el personal dedicado a actividades de investigación.

El presente trabajo se basa en el modelo del índice global de innovación (GII, por sus siglas en inglés), publicado anualmente por la OMPI, la Universidad de Cornell y el INSEAD. El GII evalúa anualmente 82 indicadores para 128 países y economías, además retoma la perspectiva de insumos y productos y su organización en pilares. En el GII existen cinco pilares que representan a los insumos, denominados Instituciones, Capital Humano e Investigación, Infraestructura, Sofisticación del Mercado y Sofisticación de Negocios. Por otro lado, los productos del sistema están representados en dos pilares más: Conocimiento y Tecnología y Productos Creativos.

En el presente trabajo se utilizaron datos provenientes del GII, correspondientes a los países de la OCDE para el periodo comprendido desde 2013 hasta 2018. Se eligió este periodo de estudio para utilizar todas las emisiones del índice disponibles y conformar bases de datos más amplias. Los únicos países de la OCDE que se excluyeron del análisis fueron la República Eslovaca, Lituania y Letonia por la poca disponibilidad de información sobre ellos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Variable dependiente del modelo: Capacidad de innovación

Para representar a la capacidad de innovación en el modelo se utilizó el indicador denominado Creación de Conocimiento, el cual es publicado como parte del GII. La calificación de cada país en creación de conocimiento es el resultado del promedio del desempeño nacional en cinco indicadores: solicitudes de patentes realizadas por los residentes ante instancias nacionales e internacionales, solicitudes de modelos de utilidad solicitados ante instancias nacionales, número de artículos científicos y técnicos publicados en revistas con revisión por pares y las citas de dichos artículos (a través del índice H).

El GII busca reflejar íntegramente los resultados obtenidos por el país en la actividad inventiva e innovadora. Para 2016, los países de la OCDE que recibieron las calificaciones más altas en este indicador fueron Suiza, Suecia, Corea del Sur, Países Bajos y Estados Unidos; mientras que entre los más rezagados se encontraron México, Chile, Grecia y Hungría.

Variables independientes del modelo

Instituciones. En el GII esta variable está compuesta por siete indicadores que dan cuenta del desempeño nacional en materia de atracción de inversiones, gobernabilidad, generación de incentivos a la innovación y protección a los derechos sobre la propiedad intelectual (figura 1). Los siete indicadores evaluados son Estabilidad Política y Seguridad, Efectividad del Gobierno, Calidad de la Regulación, Imperio de la Ley, Costo de Liquidación de un Trabajador, Facilidad para Iniciar un Negocio, Facilidad para Resolver la Insolvencia y Facilidad para Pagar Impuestos.

Los países que destacan en este indicador son Suiza, Suecia, Finlandia, Países Bajos, Estados Unidos y Alemania. Es de llamar la atención que un país destacado en creación de conocimiento como Corea del Sur no aparezca bien posicionado en la evaluación de sus instituciones, situación que puede relacionarse con sus recientes fricciones con Corea del Norte. Los miembros de la OCDE más rezagados en este indicador son México, Turquía y Grecia.

Capital humano e investigación. La calificación que el GII otorga a los países en el rubro de capital humano e investigación busca dimensionar las capa-

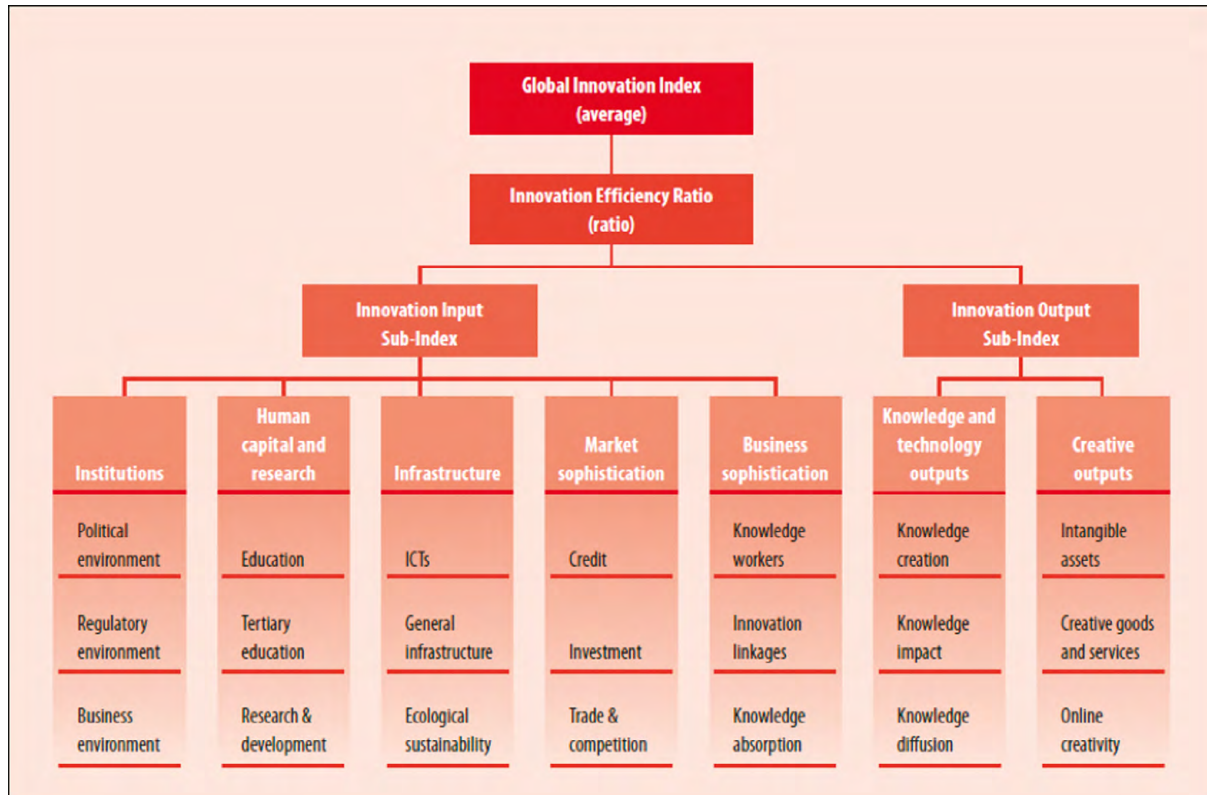


Figura 1. Pilares del Índice Global de Innovación y su conformación.
Fuente: OMPI, Universidad de Cornell & INSEAD (s. f.).

ciudades nacionales para proveer a la población de educación básica y terciaria además de promover las tareas de (I+D). Esta calificación se obtiene de la valoración de 12 indicadores: el gasto en educación como porcentaje del producto interno bruto (PIB), el gasto educativo gubernamental por alumno, la escolaridad esperada, el puntaje en la prueba *Programme for International Student Assessment* (PISA), el cociente de estudiantes entre maestros en secundaria, la cobertura en educación terciaria, el porcentaje de graduados en ciencias e ingenierías, la movilidad estudiantil en educación terciaria, el número de investigadores, el gasto en I+D como porcentaje del PIB, el gasto promedio en I+D de las tres principales firmas del país y la calificación de las tres principales universidades del país en el *QS University Ranking*.

Los países mejor posicionados en el indicador de capital humano e investigación en 2016 fueron Finlandia, Dinamarca, Corea del Sur, Suecia, Suiza y Reino Unido. Los países de la OCDE peor evaluados en este indicador fueron Chile, México, Turquía y Polonia.

Infraestructura. La infraestructura adecuada en materia de transportes, comunicaciones y energía, fa-

cilita la producción y el intercambio de las ideas, los bienes y servicios, al mismo tiempo que incrementa la productividad y la eficiencia de las compañías (OMPI, Universidad de Cornell, & INSEAD, s. f.). El indicador de Infraestructura del GII se compone de tres subevaluaciones: el uso y acceso a las tecnologías de la información y comunicación (TIC), las condiciones generales de la infraestructura (calculadas a partir de la producción de electricidad, el desempeño logístico y la formación bruta de capital) y la sustentabilidad. Los países miembros de la OCDE mejor evaluados en infraestructura en 2016 fueron Noruega, Reino Unido, Suecia, Australia y Japón. Los peor posicionados fueron México, Turquía, Polonia y Grecia.

Sofisticación del mercado. El indicador de sofisticación del mercado evalúa la disponibilidad de créditos para actividades productivas en el país, la amplitud de aquel y la competencia entre las compañías. Estas características son necesarias para que existan mejores condiciones para la inversión privada y para que los consumidores demanden productos con un mayor contenido tecnológico. El país mejor posicionado en sofisticación del mercado es EE. UU., le siguieron en importancia Canadá, Reino Unido y Dina-

marca. Los países más rezagados en este indicador fueron Eslovenia, Hungría, Luxemburgo y México.

Sofisticación de negocios. Se refiere al empleo de profesionistas y técnicos altamente especializados en la producción nacional de las economías. Este indicador evalúa tres subíndices: el empleo en áreas relacionadas con el conocimiento, los vínculos en materia de innovación (representada por aspectos como la colaboración entre universidades e industria, el desarrollo de clústeres y el financiamiento externo y privado a las actividades de I+D) y la absorción de conocimientos (representada por factores como las importaciones de alta tecnología, la inversión extranjera directa (IED) y los pagos erogados por uso de propiedad intelectual) (OMPI, Universidad de Cornell, & INSEAD, s. f.). Los países con la mejor sofisticación de negocios en 2016 fueron Luxemburgo, Suiza y Finlandia. Los más rezagados en este indicador fueron Grecia, Turquía y México.

Instrumento de medición utilizado

Con las bases de datos mencionadas se procedió a calcular un modelo GLM que permitiera identificar la dirección e intensidad de las relaciones entre estas variables. El GLM, al igual que el modelo lineal clásico (ML), se utiliza para cuantificar los elementos explicativos de un fenómeno por medio de las relaciones probabilísticas entre las variables que lo componen. El GLM se ha convertido en una opción utilizada frecuentemente para la modelación de relaciones de dependencia en las cuales concurren mediciones de atributos y actitudes expresadas de manera discreta, nominal u ordinal o cuando no es posible cumplir con los supuestos de linealidad o normalidad (López-González & Ruiz-Soler, 2011).

El GLM generaliza la regresión lineal convencional al permitir que el componente medio dependa de un predictor lineal a través de una función no lineal, y la distribución del componente estocástico pueda ser cualquier miembro de la familia exponencial lineal. Esto le permite ser utilizado con datos continuos, de proporción o de conteo discreto. Mientras en el modelo lineal se combina la aditividad de los efectos de las covariables con la normalidad de las respuestas y la homocedasticidad, en el GLM estos tres elementos no se satisfacen necesariamente (Bianco, 2010).

Por lo anterior, los GLM presentan ciertas diferencias con los ML, las cuales los vuelven más versátiles y adaptables:

- En el ML se produce una relación de identidad entre los valores ajustados y el predictor lineal, mientras en el GLM la linealidad se establece en la escala del predictor lineal, pero no en la escala de los valores ajustados.
- El componente aleatorio del ML debe distribuirse de manera normal, ya que según sea la distribución de los errores serán las distribuciones condicionadas de los valores pronosticados. En el GLM el componente aleatorio no sigue necesariamente una distribución normal, sino que utiliza cualquier distribución de la familia exponencial y, por tanto, los valores pronosticados no deben ser normales necesariamente.
- En el ML las distribuciones condicionadas de los valores pronosticados de la variable de respuesta deben ser homocedásticas. En el GLM los errores pueden seguir cualquier distribución de la familia exponencial por lo que la homocedasticidad no es imprescindible (Badiella, 2011; López-González & Ruiz-Soler, 2011).

Por las razones anteriores, se decidió utilizar al GLM para realizar el presente ejercicio de medición, lo que permitió contrastar las calificaciones obtenidas por estos países sin la necesidad de dejar fuera ninguno por problemas de heterocedasticidad o falta de normalidad.

El presente trabajo obedece a la lógica de un censo; es decir, se tomaron en cuenta todas las entidades observables, salvo por aquellas para las cuales no se contó con información suficiente, por tanto, no fue necesario realizar un cálculo muestral. La hipótesis del modelo econométrico propuesto responde a la siguiente función:

$$CDC = \beta_0 + \beta_1(SDN) + \beta_2(CHI) + \beta_3(INF) + \beta_4(INS) + \beta_5(SDM) + \varepsilon$$

donde:

CDC: variable dependiente *creación de conocimiento*

$\beta_{1...5}$: relación existente entre cada una de las variables explicativas y la variable dependiente

SDN: variable *sofisticación de negocios*

CHI: variable *capital humano e investigación*

INF: variable *infraestructura*

INS: variable *instituciones*

SDM: variable *sofisticación de mercado*

ε : término de error

En el modelo propuesto se realizó utilizando las bases de datos del GII de 2013 a 2018 para conseguir

Tabla 1
Resultados del modelo econométrico

Variable	Coefficiente	Error estándar	Estadístico Z	Valor Prob.
<i>Sofisticación de negocios</i>	0.9544	0.1224	7.7948	0.0000
<i>Capital humano e investigación</i>	0.6938	0.1241	5.5884	0.0000
<i>Infraestructura</i>	0.1925	0.1370	1.4049	0.1600
<i>Instituciones</i>	-0.3299	0.1134	-2.9074	0.0036
<i>Sofisticación de mercado</i>	0.4175	0.0962	4.3382	0.0000
C	-46.140	6.6884	-6.8986	0.0000

Nota: Variable dependiente: Creación de conocimiento. Método: Modelo Lineal Generalizado. Observaciones incluidas: 198.
Fuente: Cálculos propios con base en datos de OMPI, Universidad de Cornell e INSEAD (s. f.).

un panel de datos balanceado que incluyera a los 33 países de la OCDE para los que se dispuso de información. Los cálculos se realizaron utilizando la versión 9.5 del programa de cómputo E-views. Se contó con un total de 198 observaciones divididas en seis periodos de tiempo que se modelaron de manera simultánea. Los resultados del modelo propuesto se comentan en el siguiente apartado.

RESULTADOS

Los resultados del modelo econométrico propuesto pueden observarse a continuación en la tabla 1.

De los cinco determinantes sometidos a prueba cuatro resultaron estadísticamente significativos a 95% de nivel de confianza. El determinante con el mayor poder explicativo es el denominado *sofisticación de negocios*, con un coeficiente de 0.9544. Si lo anterior se interpreta a manera de elasticidades puede decirse que a los cambios producidos en la variable *sofisticación de negocios* corresponde un cambio casi directamente proporcional en la Creación de Conocimiento. Lo anterior indica que los rendimientos que obtienen los países de invertir en la capacitación de personal especializado y en su vinculación con la industria son altamente reutilizables en la generación de innovaciones. Este hallazgo pone énfasis particular en el hecho de que los países que se benefician de sus recursos humanos en materia de innovación son aquellos que logran no solo prepararlos sino mantenerlos empleados en actividades afines a su formación.

Le siguió en importancia el determinante Capital Humano e Investigación con un coeficiente de

0.6938; es decir, que un avance porcentual unitario en este indicador debe provocar un avance de 0.69% en la Creación de Conocimiento. Este hallazgo fortalece la idea de la importancia de invertir en la educación de calidad para generar mejoras en la capacidad nacional de innovación, promoviendo la suficiencia presupuestaria y los avances, tanto cualitativos como cuantitativos.

El tercer determinante con el mayor peso fue la *sofisticación del mercado*, con un coeficiente de 0.4175. Esto pone de manifiesto la importancia que tiene para la innovación la existencia de competencia entre las firmas, el que exista un mercado amplio y exigente que demande los nuevos productos y servicios que genera la industria y la necesidad de mantener un entorno favorable para las actividades de la iniciativa privada. Estos aspectos pueden intervenirse a través de la toma de decisiones de política, la adecuada regulación de la competencia y la generación de incentivos para las empresas.

El determinante de *instituciones* también muestra significancia estadística; sin embargo, su signo no es el esperado. Esto puede deberse a casos como el de Corea del Sur, que siendo un líder en la generación de conocimiento, no resultó muy bien evaluado en cuanto a sus instituciones; otros casos que podrían explicar este comportamiento son los de Canadá, Noruega, Nueva Zelanda y Dinamarca, países con instituciones muy bien evaluadas que no son particularmente destacados en generación de conocimiento.

El único determinante que no resultó estadísticamente significativo a 95% de nivel de confianza

fue *infraestructura*. Esto podría relacionarse con el hecho de que los países seleccionados tienen en general calificaciones bastante equilibradas en el indicador, por lo que la falta de contrastes importantes podría estar provocando que la variable pierda representatividad.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo son coincidentes con otros trabajos de la materia. Por ejemplo, Heijs et al. (2002) concuerdan en la significancia estadística de variables como la *infraestructura* y el *capital humano*, aunque encuentran un mayor poder explicativo en las características de la iniciativa privada prevalentes en cada región.

De manera similar (en su estudio para los países de la OCDE), Furman et al. (2002) corroboran la importancia de variables como el *capital humano*, la *infraestructura* y la *sofisticación de negocios*; a diferencia de lo encontrado en este trabajo, los autores lograron comprobar la importancia de la actuación de las *instituciones*, medida a través de los incentivos a la innovación y la protección a la propiedad intelectual y la apertura comercial. En otros trabajos, como el de Ginarte y Park (1997), se comprueba la influencia de la *sofisticación del mercado*, el *capital humano* y la acción de las *instituciones* a través de la promoción a la integración económica internacional y la apertura comercial.

Coincidencias similares pueden encontrarse en los trabajos de Abdu y Jibir (2018) y de Divisekera y Nguyen (2018), quienes identifican como determinantes significativos de la capacidad para innovar a la inversión en actividades de I+D, a la formación de los recursos humanos y a las condiciones de la competencia. Un aspecto discordante del presente trabajo en comparación con otros similares se encuentra en el hecho de que no pudo comprobarse la influencia positiva de la variable *instituciones*; sin embargo, este resultado es similar al obtenido por Hu y Mathews (2008), quienes determinaron que las instituciones públicas tuvieron un impacto poco significativo en el incremento de la capacidad de innovación de China entre 1993 y 2008; de manera similar Wu, Ma y Zhuo (2017) detectaron en un estudio

para 80 países que la acción de las instituciones (a través de la protección a la propiedad intelectual) es un determinante positivo en los países desarrollados, pero suele tener un impacto negativo en los países emergentes. En este mismo orden de ideas, Khedhaouria y Thurik (2017) encuentran, a través del uso de la lógica difusa que, en determinados casos, tener altas evaluaciones en la variable *instituciones* del GII no es una condición necesaria para que los países alcancen niveles altos de productividad en innovación. Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de analizar a las instituciones en un contexto más cercano a cada sistema de innovación.

CONCLUSIONES

Los países de la OCDE ofrecen un escenario interesante en el cual estudiar a la temática de la innovación, dada la diversidad de sus miembros y los profundos contrastes que los distinguen. Los resultados encontrados durante el presente trabajo son coherentes con la teoría del tema, particularmente con el enfoque microeconomicista postulado por Michael Porter, el cual brinda una gran importancia a la acumulación de capital humano y a las actividades de las empresas en la generación de innovaciones.

Se logró comprobar la influencia positiva de tres de las cinco variables planteadas en la hipótesis. El modelo calculado sugiere que efectivamente la mayor acumulación de *capital humano* es uno de los elementos que explican las diferencias en la capacidad de innovación de los países de la OCDE. Otros factores explicativos significativos (como la *sofisticación de negocios* y la *sofisticación de mercado*) reafirman la idea de que la presión, la competencia y la rivalidad entre las empresas, así como su capacidad tecnológica, también resultan determinantes en la generación de dichas diferencias.

Es de llamar la atención el hecho de que la variable *instituciones* resultara con un signo contrario al esperado. Futuras líneas de investigación podrían abundar en el tema focalizándose en las políticas públicas, los incentivos y las instituciones encargadas del fomento a la innovación, para así poder tener una imagen más clara del impacto de ellas.

REFERENCIAS

- Abdu, M., & Jibir, A. (2018). Determinants of firms innovation in Nigeria. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 39(3), 448-456.
- Andrews, D., Criscuolo, C., & Gal, P. N. (2015). *Frontier firms, technology diffusion and public policy: micro evidence from OECD countries*. Paris: OECD.
- Badiella, L. (2011). Modelos lineales generalizados mixtos: Algunos casos prácticos. En *X Congreso Gallego de Estadística e Investigación de Operaciones*. Pontevedra: Universidad de Vigo.
- Bianco, A. (2010). *Modelo lineal generalizado*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.
- Coy, P. (2015). *The Bloomberg Innovation Index* [Portal electrónico]. Recuperado de <https://www.bloomberg.com/graphics/2015-innovative-countries/>
- David, P. A., & Foray, D. (2002). An introduction to the economy of the knowledge society. *International Social Science Journal*, 54(171), 9-23. doi: 10.1111/1468-2451.00355
- De Ferranti, D. M., Perry, G. E., Gill, I., Guasch, L. J., Maloney, W. F., Sánchez-Páramo, C., & Schady, N. (2003). *Closing the gap in education and technology*. Washington, DC: The World Bank.
- Denison, E. F. (1985). *Trends in American economic growth 1929-1982*. Washington, DC: The Brookings Institution.
- Divisekera, S., & Nguyen, V. K. (2018). Determinants of innovation in tourism evidence from Australia. *Tourism Management*, 67, 157-167.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29, 109-123.
- Freeman, C. (1987). *Technology, policy, and economic performance: Lessons from Japan*. London: Pinter Publishers.
- Furman, J. L., Porter, M. E., & Stern, S. (2002). The determinants of national innovative capacity. *Research Policy*, 31(6), 899-933.
- Ginarte, J. C., & Park, W. G. (1997). Determinants of patent rights: A cross national study. *Research Policy*, 26(3), 283-301.
- Griliches, Z. (1979). Issues in assesing the contribution of research and development to productivity growth. *Bell Journal of Economics*, 10(1), 92-116.
- Grupo Banco Mundial. (2016). *Indicadores del Desarrollo Mundial* [Portal electrónico]. Recuperado de <http://databank.bancomundial.org/data/reports.aspx?source=indicadores-del-desarrollo-mundial>
- Guan, J. C., Yam, R. C. M., Mok, C. K., & Ma, N. (2006). A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models. *European Journal of Operational Research*, 170(3), 971-986.
- Heijs, J., Martínez, M., Baumert, T., & Buesa Blanco, M., (2002). Los factores determinantes de la innovación: Un análisis econométrico sobre las regiones españolas. *Economía Industrial*, 347, 67-84.
- Hollanders, H., & Celikel Esser, F. (2007). *Measuring innovation efficiency*. Maastricht: Innometrics/University of Maastricht.
- Hottenrott, H., Hall, B., & Czarnitzki, D. (2016). Patents as quality signals? The implications for financing constraints on R & D. *Economics of Innovation and New Technology*, 25(3), 197-217.
- Hu, M. C., & Mathews, J. A. (2008). China's national innovative capacity. *Research Policy*, 37(9). doi: 10.1016/j.respol.2008.07.003
- Khedhaouria, A., & Thurik, R. (2017). Configurational conditions of national innovation capability: A fuzzy set analysis approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 120, 48-58.
- Leydesdorff, L. A., & Etzkowitz, H. (2003). Can "The Public" be considered as a fourth helix in university-industry-government relations? *Science and Public Policy*, 30(1), 55-61.
- López-González, E., & Ruiz-Soler, M. (2011). Análisis de datos con el modelo lineal generalizado. Una aplicación con R. *Revista Española de Pedagogía*, 69(248), 59-80.
- Moori-Koenig, V., & Yoguel, G. (1998). *El desarrollo de capacidades innovativas de las firmas en un medio de escaso desarrollo del sistema local de innovación*. Río de Janeiro: Universidad Federal de Río de Janeiro.
- Morales, M., Ortiz Riaga, C. & Arias Cante, M. (2012). Factores determinantes de los procesos de innovación: Una mirada a la situación de Latinoamérica. *Revista de la EAN*, 72, 148-163.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2018). *Sitio oficial de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico para México* [Portal electrónico]. Recuperado de <http://www.oecd.org/centrodemexico/inicio/>

- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, Universidad de Cornell, & INSEAD (s. f.) Índice Global de Innovación 2013 [pdf descargable]. Recuperado de https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/economics/gii/gii_2013.pdf
- _____ 2014 [pdf descargable]. Recuperado de https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/economics/gii/gii_2014.pdf
- _____ 2015 [pdf descargable]. Recuperado de <https://www.globalinnovationindex.org/userfiles/file/reportpdf/GII-2015-v5.pdf>
- _____ 2016 [pdf descargable]. Recuperado de <http://www.wipo.int/publications/es/details.jsp?id=4064>
- _____ 2017 [pdf descargable]. Recuperado de <https://www.insead.edu/sites/default/files/assets/dept/globalindices/docs/GII-2017-report.pdf>
- _____ 2018 [pdf descargable]. Recuperado de <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2018-report>
- Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, March-April, 73-93.
- Powell, W. W., & Snellman, K. (2004). The Knowledge Economy. *Annual Review of Sociology*, 30, 199-220.
- Wu, J., Ma, Z., & Zhuo, S. (2017). Enhancing national innovative capacity: The impact of high-tech international trade and inward foreign direct investment. *International Business Review*, 26(3), 502-514.
- Wurlod, J. D., & Noailly, J. (2018). The impact of green innovation on energy intensity: An empirical analysis for 14 industrial sectors in OECD countries. *Energy Economics*, 71, 47-61.