

ARTÍCULO

LOS FACTORES IMPULSORES DE LA CAPACIDAD INNOVADORA NACIONAL: IMPLICACIONES PARA ESPAÑA Y AMÉRICA LATINA

Michael E. Porter *

Jeffrey L. Furman*

Scott Stern*

Introducción

En el último decenio, tanto los estudiosos como los *policymakers* han dedicado una atención creciente al importante papel que la innovación tecnológica desempeña en el crecimiento económico. Existen al menos dos razones distintas para el aumento de este interés. Primero, aunque los economistas han reconocido desde hace mucho tiempo la importancia de la innovación tecnológica en los procesos microeconómicos y macroeconómicos¹, los principales modelos y marcos teóricos para la comprensión del crecimiento y la competitividad nacional no incorporaron directamente los factores económicos impulsores del proceso de innovación hasta finales de la década de los ochenta y principios de los noventa². Al mismo tiempo, los espectaculares cambios políticos provocados por el final de la guerra fría y la globalización de la actividad económica han aumentado la relevancia del crecimiento de la productividad como objetivo principal de los

policymakers en toda la OCDE. A la hora de volver su atención hacia las fuentes y consecuencias de la innovación tecnológica, las comunidades académica y política se enfrentan a un sorprendente rompecabezas empírico: aunque la actividad de I+D está relativamente dispersa por todo el mundo, la innovación “nueva-para-el-mundo” tiende a estar concentrada en unos pocos países en un momento dado. Por ejemplo, durante los años setenta y principios de los ochenta, solamente Suiza, un país relativamente pequeño, pero muy avanzado tecnológicamente, obtenía una tasa de patentes “internacionales” per cápita comparable a la obtenida por los inventores de EE.UU.

Motivados por la concentración geográfica de la innovación “nueva-para-el-mundo”, los investigadores y los *policymakers* están intentando comprender los factores impulsores de las diferencias de productividad de I+D entre países.³ En este breve documento, revisamos nuestra investigación anterior sobre los factores impulsores de las diferencias nacionales de productividad en I+D (destacando nuestros hallazgos para España, en particular),⁴ y lo ampliamos con el examen de la experiencia histórica y los retos contemporáneos para los países de Latinoamérica. Aunque las empresas latinoamericanas han mejorado su competitividad en los mercados internacionales, siguen produciendo muy poca tecnología nueva-para-el-mundo: por ejemplo, a varios países de Latinoamérica se les conceden menos de diez patentes de EE.UU. al año. Nuestra investigación contribuye a identificar las fuentes de este bajo rendimiento en la innovación, así como a destacar las áreas emergentes donde está aumentando el potencial de la producción de la innovación tecnológica de categoría mundial.

* M.E. Porter, Harvard Business School; J.L. Furman, MIT Sloan School; S. Stern, MIT Sloan School and NBER.

Factores determinantes de la capacidad innovadora nacional

Nuestro análisis se organiza en torno a un marco novedoso basado en el concepto de *capacidad innovadora nacional*.⁵ La capacidad innovadora nacional es la capacidad que tiene un país –como entidad política y económica– de producir y comercializar un flujo de tecnología innovadora a largo plazo. La capacidad innovadora depende de un conjunto interrelacionado de inversiones, políticas y dedicación de recursos que sostienen la producción de las tecnologías nuevas-para-el-mundo. La capacidad innovadora nacional no es simplemente el nivel de producción innovadora conseguido; más bien, se refleja en la presencia de condiciones fundamentales, inversiones y políticas que determinan el alcance y éxito del esfuerzo innovador de un país (por ejemplo, altos niveles de recursos científicos y tecnológicos, políticas que alientan la inversión y la actividad innovadora, y *clusters* industriales nacionales orientados a la innovación).

La capacidad innovadora nacional depende en parte de la sofisticación tecnológica y de la mano de obra de una economía determinada, pero también refleja las inversiones y políticas de los sectores estatal y privado que afectan a los incentivos hacia, y a la productividad de, las actividades de investigación y desarrollo de un país. Además, la capacidad innovadora nacional es diferente tanto de los logros puramente científicos o técnicos de una economía, los cuales no implican *necesariamente* la aplicación económica de una nueva tecnología, como de una ventaja competitiva industrial nacional, la cual es el resultado de numerosísimos factores además del desarrollo y la aplicación de tecnologías innovadoras⁶.

Nuestro marco para la organización de los factores determinantes de la capacidad innovadora nacional consta de dos amplias categorías de elementos: (1) un grupo *común* de instituciones, recursos dedicados y políticas que respalden la innovación y (2) la orientación *particular* hacia la innovación de grupos de *clusters* industriales interconectados. El Gráfico 1 muestra nuestro marco. La parte izquierda representa los factores horizontales que respaldan la innovación en muchas, si no todas, las industrias, a lo que se alude con el nombre de *infraestructura común de innovación*. Estos factores incluyen elementos tales como el nivel actual de sofisticación tecnológica en la economía, la oferta de trabajadores cualificados técnicamente, el

POR AQUÍ GRÁFICO 1

alcance de las inversiones en investigación básica y enseñanza, y políticas que afectan a los incentivos para la innovación en cualquier sector. Los diamantes de la parte derecha significan el entorno innovador de cada *cluster* industrial nacional.⁷ Impulsado por las fuerzas destacadas por Porter en sus estudios de la ventaja competitiva industrial nacional⁸, cada *cluster* industrial debe competir y evolucionar sobre la base de una innovación sostenida, si quiere contribuir a la capacidad innovadora de una nación. Por último, los vínculos entre la infraestructura de innovación común y cada *cluster* industrial contribuye a la capacidad de una economía para movilizar recursos relacionados con la infraestructura hacia las oportunidades de innovación en sectores industriales específicos.

Infraestructura común de innovación. Aunque el rendimiento innovador de una economía recae en última instancia sobre el comportamiento de cada empresa y *cluster* industrial, algunas de

las inversiones más críticas que respaldan la actividad innovadora actúan a través de todos los sectores de una economía que están orientados a la innovación. Describimos dichos elementos como la *infraestructura común de innovación* de una economía. El Gráfico 2 muestra tres categorías específicas relacionadas con la infraestructura común de innovación. Primero, a medida que un país se hace más sofisticado tecnológicamente, el coste medio de generación de una cantidad específica de innovación puede disminuir, ya que los innovadores pueden recurrir a un conjunto más variado de enfoques y soluciones posibles al emprender actividades de I+D. Como

POR AQUÍ GRÁFICO 2

tal, nuestro marco sugiere que la productividad de I+D de un país dependerá del conjunto de conocimientos que se pueda utilizar en el contexto del proceso de innovación (indicado como A_t en el Gráfico 2). En segundo lugar, el nivel de actividad innovadora obtenida por una economía dependerá en última instancia del número de las personas cualificadas en los ámbitos científico y técnico disponibles que se puedan dedicar a la producción de nuevas tecnologías (indicado como $H_{A,t}$ en el Gráfico 2).⁹ Además del tamaño del conjunto de conocimientos de un país y de la reserva de personas con talento, la productividad de I+D también dependerá de las inversiones nacionales y las decisiones políticas, tales como el gasto en enseñanza superior, la protección de la propiedad intelectual y la apertura a la competencia internacional, lo que repercutirá transversalmente en la capacidad de innovación de todos los sectores económicos. (Estos factores se indican conjuntamente como $X_{INF,t}$ en el Gráfico 2).¹⁰

Entorno de innovación específico de los clusters. Aunque la infraestructura común de innovación determina el conjunto general de recursos de apoyo a la innovación disponibles en una economía, son las empresas en última instancia las que introducen y comercializan las innovaciones. Al pensar en el rendimiento general de la innovación de una economía, se debe examinar hasta qué punto el entorno competitivo favorece la innovación en los *clusters* industriales de un país.¹¹ Para hacer esto, aplicamos el marco introducido por Porter en 1990, destacando cómo cuatro elementos clave del entorno microeconómico -la presencia de insumos especializados y de gran calidad; un contexto que fomente la inversión y la rivalidad local intensa; la presión y la percepción recogida de la demanda local sofisticada; y la presencia de un *cluster* de industrias relacionadas y de apoyo- influyen en la tasa de innovación de los *clusters* industriales de un país (véase el Gráfico 3).¹² La incorporación de la dinámica de los *clusters* en el marco de la capacidad innovadora nacional nos permite integrar resultados y percepciones de múltiples niveles de análisis para comprender las diferencias de productividad de la I+D nacional.

POR AQUÍ GRÁFICO 3

La calidad de los vínculos. Por último, la relación entre los *clusters* industriales y la infraestructura común de innovación es recíproca: condicionada al entorno de innovación en cualquier *cluster* en particular, su producción innovadora aumentará con la potencia de la infraestructura común de innovación de la economía. Además, la fuerza de los vínculos *entre* estas dos áreas determinará hasta qué punto el potencial de innovación sostenido por la infraestructura común de innovación se traduce en resultados innovadores específicos en los *clusters* industriales

de una nación. En ausencia de fuertes mecanismos de vinculación, la actividad científica y técnica comercial puede extenderse a otros países más rápidamente de lo que puedan explotar las oportunidades las industrias nacionales.¹³ Por ejemplo, examinemos el caso de la industria química en la segunda mitad del siglo XIX. Aunque la tecnología subyacente que creó esta industria fue el resultado de los descubrimientos del químico británico Perkins, el sector se desarrolló rápidamente y se convirtió en una importante industria de exportación para Alemania, pero no para Gran Bretaña. Al menos en parte, esta migración de los frutos de los descubrimientos científicos a Alemania se debió a las mayores relaciones entre universidad e industria que existían en este país y a la mayor disponibilidad de capital para empresas intensivas en tecnología¹⁴.

Modelización de la capacidad innovadora nacional

Utilizamos el marco de la capacidad innovadora nacional para orientar nuestro análisis empírico de los determinantes de la productividad de la I+D. De hecho, calculamos una función de producción para las innovaciones económicamente significativas, eligiendo una especificación en la que las innovaciones se producen en función de los factores que subyacen a la capacidad innovadora nacional. Definiendo LX como el logaritmo neperiano de X , nuestra especificación principal adopta la forma siguiente:¹⁵

$$L \dot{A}_{j,t} = \delta_{\text{YEAR}} Y_t + \delta_{\text{COUNTRY}} C_j + \delta_{\text{INF}} LX_{j,t}^{\text{INF}} + \delta_{\text{CLUS}} LY_{j,t}^{\text{CLUS}} + \delta_{\text{LINK}} LZ_{j,t}^{\text{LINK}} + \lambda LH_{j,t}^A + \phi LA_{j,t} + \varepsilon_{j,t}$$

$\dot{A}_{j,t}$ representa el flujo de tecnologías nuevas-para-el-mundo del país j en el año t , $H_{j,t}^A$ es el nivel total de recursos de capital y mano de obra dedicados al sector de las ideas de la economía y $A_{j,t}$ es el conjunto total de conocimientos que posee una economía en un momento determinado

para impulsar la producción de ideas futuras. Además, X^{INF} se refiere al nivel de recursos transversales dedicados y a las elecciones políticas que constituyen la infraestructura de innovación común, Y^{CLUS} se refiere a los entornos particulares para la innovación en los *clusters* industriales de un país, y Z^{LINK} capta la fortaleza de los vínculos entre la infraestructura común y los *clusters* industriales de la nación.

Realizamos nuestro análisis con datos de panel de países de la OCDE de 1973 a 1995 (Cuadro 1), utilizando otro conjunto novedoso de datos, extraído principalmente de fuentes del Banco Mundial, la OCDE y el Foro Económico Mundial. La evaluación de la ecuación introducida antes requiere que identifiquemos las medidas observables para la innovación nueva-para-el-mundo y cada uno de los conceptos que subyacen a la capacidad innovadora nacional. Aunque ninguna

POR AQUÍ CUADRO 1

medida de innovación a nivel nacional es ideal, organizamos nuestro análisis empírico alrededor del número observado de “patentes internacionales” (PATENTES), indicador útil del nivel específico de cada país en innovación “nueva-para-el-mundo” realizada y comprobable en un determinado momento.¹⁶ El número medio de patentes producidas por un país de la muestra en un año determinado es de 3.986. Como se puede ver en los Gráficos 4 y 5, las tasas de patentes “per cápita” (PATENTES / millón de personas) muestran diferencias sustanciales entre países. No obstante, existe una *convergencia* en el nivel de obtención de patentes entre los países de niveles superiores iniciales (Estados Unidos y Suiza) y los países de los niveles medio e inferior. Lo más

sorprendente es que Japón y Alemania “se unen” al grupo superior en la década de los 80, mientras que diversas economías del norte de Europa evidencian aumentos relativos de la producción observada de innovación con el paso del tiempo.

POR AQUÍ GRÁFICOS 4 y 5

Hallazgos empíricos

Nuestro ejercicio empírico principal relaciona las PATENTES con variables correspondientes a diversos elementos de la capacidad innovadora nacional. Esencialmente, utilizamos varias medidas agregadas observadas (tales como el número de científicos e ingenieros a tiempo completo y el nivel total de gastos de I+D), así como indicadores de políticas nacionales (por ejemplo, medidas de la solidez de la protección de la propiedad intelectual y apertura a la competencia internacional) para captar la fortaleza de la infraestructura común de innovación. Además, captamos la orientación hacia la innovación de los *clusters* industriales y la fuerza de los vínculos a través de variables *compuestas*, incluida una medida del grado en que la I+D está financiada por el sector privado y el grado en que la I+D se lleva a cabo dentro del sector universitario.

Utilizando este marco, hemos realizado varios análisis empíricos detallados que examinan minuciosamente los factores impulsores de la capacidad innovadora nacional¹⁷. Nuestro análisis nos permite evaluar qué factores importan más para impulsar las diferencias en las tendencias históricas en el rendimiento innovador nacional. En el Cuadro 2, presentamos el modelo principal

que hemos utilizado para evaluar las tendencias en la capacidad innovadora nacional dentro de la OCDE.¹⁸ Cada una de las medidas que reflejan elementos relacionados con la capacidad innovadora nacional son significativas cuantitativa y estadísticamente (y, de hecho, explican un porcentaje sumamente alto de la varianza total de la producción de la innovación entre los países de la OCDE en el último cuarto de siglo). Estos resultados implican que la cuantía y la naturaleza de las inversiones en capacidad innovadora nacional se relacionan con los niveles observados de producción de la innovación y de productividad de la I+D.¹⁹

POR AQUÍ CUADRO 2

Nuestro análisis indica que el nivel de producción de innovación nacional observada se ve afectado significativamente por factores relacionados con el nivel de sofisticación tecnológica de un país (PIB per cápita), el conjunto de recursos dedicados a la innovación (por ejemplo, el empleo de trabajadores técnicos y el nivel agregado de gasto en I+D). Además, el rendimiento innovador nacional depende de elementos más matizados de la infraestructura común de innovación, incluidas las inversiones en enseñanza superior y variables políticas tales como la apertura de una economía a la competencia internacional y la solidez de su protección a la propiedad intelectual. Por último, la capacidad innovadora nacional se ve afectada por la medida en que la I+D es *financiada* por la industria y *realizada* por las universidades. En conjunto, examinados los diversos factores que contribuyen a explicar el nivel observado de producción internacional de patentes, nuestro análisis muestra que ningún factor por sí solo es suficiente para impulsar la capacidad innovadora nacional. Así, nuestros resultados indican que el liderazgo de la innovación

tenderá a derivarse de las sinergias entre un conjunto de dimensiones diferentes que contribuyen a la capacidad innovadora.

Utilizando estos resultados podemos calcular un “índice” de capacidad innovadora nacional para nuestra muestra de diecisiete economías de la OCDE desde 1973 (Gráficos 6 y 7). Esencialmente, la capacidad innovadora de un país es igual a su tasa esperada de patentes internacionales per cápita, calculada a partir de las variables y los coeficientes de regresión del Cuadro 2. Este análisis contrafactual nos permite llegar a varias conclusiones de amplio alcance

POR AQUÍ GRÁFICOS 6 y 7

acerca del desarrollo de la capacidad innovadora. Primero, y quizás lo más importante, las capacidades innovadoras están convergiendo dentro de la OCDE. Aunque Estados Unidos y Suiza aparecen en la parte superior del “índice” de la capacidad innovadora nacional a lo largo de tres décadas, la ventaja relativa de los países líderes ha disminuido con el tiempo. Durante este período de tiempo, se han producido diferencias sustanciales entre los países en sus niveles de inversión en los factores que contribuyen a la capacidad innovadora nacional. En particular, a pesar de una ralentización económica en la década de los noventa, Japón ha mejorado enormemente su capacidad innovadora desde principios de los setenta y manifiesta pocos signos de debilitar su ritmo de inversión. Además, las economías escandinavas de Dinamarca y Finlandia han obtenido importantes ganancias en capacidad innovadora desde mediados de los años ochenta, formando junto con Suecia una región innovadora de categoría mundial. En contraste con esto, varios países

de Europa Occidental, incluidos el Reino Unido, Francia e Italia, han mantenido niveles constantes (o quizás en disminución) de capacidad innovadora en el último cuarto de siglo.²⁰

La experiencia española arroja un resultado ambiguo. En relación con otros países de nuestro análisis, España ha mantenido un bajo nivel de capacidad innovadora nacional (y, por lo tanto, está clasificada en niveles bajos de la muestra). En parte, este resultado refleja las circunstancias de aislamiento político y económico de España hasta finales de los años setenta. No obstante, en los últimos veinte años, España ha experimentado un aumento sustancial de su capacidad innovadora nacional: de hecho, en términos porcentuales, España ha registrado una de las tasas más rápidas de crecimiento de la capacidad innovadora nacional entre los países de la OCDE (en línea con los fenómenos de convergencia identificados antes). Aunque España no ha experimentado la misma transformación de países tales como Corea del Sur, Singapur o Israel, existen pruebas de un esfuerzo constante y mantenido de compromiso con políticas e inversiones que han aumentado la capacidad de las empresas españolas para desarrollar y comercializar innovación de categoría mundial.

Capacidad innovadora nacional en Latinoamérica

En esta sección ampliamos nuestros análisis anteriores mediante la aplicación del marco de la capacidad de innovación nacional a Latinoamérica. Primero, contrastamos el perfil de innovación de estas economías con los de los principales países innovadores en la OCDE; segundo, llevamos a cabo una comparación más matizada de las diferencias en capacidad

innovadora entre las economías de Latinoamérica y en comparación con otras regiones emergentes.

Como sucede con la OCDE, la capacidad de los países latinoamericanos para desarrollar tecnologías nuevas-para-el-mundo radica en sus inversiones históricas en infraestructuras nacionales de innovación y en la existencia de competencia orientada a la innovación en los *clusters* industriales nacionales. Al menos hasta hace poco tiempo, los países de habla hispana se han enfrentado a barreras que han limitado el progreso en estas áreas, con graves consecuencias para la producción de innovación nueva-para-el-mundo. Por ejemplo, en 1997, mientras muchos países latinoamericanos tenían ingresos per cápita superiores a la quinta parte de los de Europa Occidental, las tasas per cápita de las patentes internacionales en la mayoría de las economías latinoamericanas no llegaban a la *quincuagésima parte* de las tasas de la mayoría de los países de Europa Occidental. En otras palabras, es 50 veces menos probable que las empresas y las personas de Latinoamérica patenten una innovación de categoría mundial que sus homólogos de Europa Occidental. En verdad, a los inventores latinoamericanos se les conceden extremadamente pocas patentes en Estados Unidos en términos absolutos; incluso a países grandes como Colombia se les ha reconocido solamente un puñado de patentes en el último cuarto de siglo (Cuadro 3).

POR AQUÍ CUADRO 3

El menor nivel general de productividad nacional de estos países desempeña un papel importante a la hora de comprender este déficit de innovación. No obstante, la diferencia en capacidad innovadora nacional en la OCDE y Latinoamérica es también resultado de varios

factores más específicos del proceso de innovación tecnológica. Por ejemplo, investigaciones anteriores²¹ han subrayado el papel especial desempeñado por el sistema universitario. En muchas economías innovadoras importantes, el sistema universitario proporciona la formación necesaria para una fuerza laboral cualificada técnicamente y lleva a cabo la investigación “básica” que pone los cimientos para los *clusters* industriales de un país. Sin embargo, en todo el mundo de habla hispana, las universidades han desempeñado históricamente una función limitada en el proceso de innovación. En lugar de participar en una interacción dinámica con la industria, como ocurre en países como Estados Unidos y Suecia, la enseñanza superior de Latinoamérica con frecuencia ha permanecido aislada de la industria y sólo ha participado ligeramente en las políticas científica y tecnológica nacionales. De forma similar, mientras que la apertura a la competencia internacional alienta la innovación, fomentando el intercambio de conocimientos y las presiones competitivas, la historia muy cerrada de las economías latinoamericanas ha impedido el desarrollo de la capacidad innovadora nacional.

Para comprender las diferencias *entre* los propios países latinoamericanos, calculamos y después analizamos detalladamente un índice de capacidad innovadora nacional para una muestra de siete países latinoamericanos para los que están disponibles datos consistentes y fiables (Cuadro 1).²² En conjunto, existe una estrecha relación entre las clasificaciones de acuerdo con el índice (que se basa en el modelo que utilizamos para evaluar la capacidad innovadora nacional dentro de la OCDE) y los niveles constatados de patentes internacionales per cápita por parte de los países latinoamericanos. En otras palabras, el rendimiento de la innovación de las economías

latinoamericanas parece estar impulsado por los mismos factores fundamentales que encontramos en nuestra investigación anterior sobre las economías de la OCDE.²³

En relación con otros países de la muestra, se calcula que Argentina tiene el mayor nivel de capacidad innovadora nacional (Cuadro 4). No obstante, el nivel de Argentina es aún sustancialmente menor que el de los países de la OCDE (por ejemplo, mientras que los principales países tienen valores de índice superiores a 100, y los registros de España un nivel de entre 15 y 20, el índice de Argentina sólo está ligeramente por encima de 2). Después de Argentina está un segundo grupo formado por Chile y Brasil, que se calcula que tienen niveles similares de capacidad innovadora nacional (con valores un poco por encima de 1). Costa Rica ocupa el cuarto lugar en lo que se refiere a capacidad innovadora nacional, aunque Venezuela es el único país de la muestra más pobre que Costa Rica. Este resultado ilustra hasta qué punto la capacidad innovadora nacional

POR AQUÍ CUADRO 4

es más que una simple medida de la riqueza general de una economía, puesto que también refleja las inversiones y políticas específicas relacionadas con la capacidad para producir y comercializar la innovación nueva-para-el-mundo, según se descubrió en nuestra investigación anterior sobre las economías de la OCDE. Por último, se calcula que el resto de países tienen niveles mucho más bajos de capacidad innovadora nacional (todos por debajo de 0,4). A pesar de que países tales como Colombia, México y Venezuela han logrado niveles similares de PIB per cápita que Chile y

Brasil a finales de los años noventa, nuestros cálculos indican que esos países han invertido menos intensamente para convertirse en economías innovadoras de categoría mundial.

En el Cuadro 5 se destacan algunos de los factores específicos que contribuyen a los diferentes niveles estimados de capacidad innovadora nacional en toda Latinoamérica. Con respecto a cada una de estas dimensiones, Argentina está entre los líderes; en particular, posee una importante ventaja respecto al número de científicos e ingenieros empleados per cápita. Cada uno de los cuatro países principales según el índice (Argentina, Chile, Brasil y Costa Rica) se muestra fuerte al menos en algunas áreas. Por ejemplo, Chile da empleo a un número relativamente grande de científicos e ingenieros (per cápita) y expone a sus empresas a las presiones de la competencia internacional. Aunque su PIB per cápita es relativamente bajo, Costa Rica ha conseguido fortaleza en varias dimensiones de la capacidad innovadora nacional mediante el aumento de sus gastos en I+D, el refuerzo de sus instituciones de propiedad intelectual, el incremento de la apertura de su economía a la competencia internacional y el aumento de la cuota de I+D financiada por el sector privado²⁴.

POR AQUÍ CUADRO 5

Por último, aunque varios países de Latinoamérica están mejorando su capacidad innovadora, subsiste una brecha importante entre la experiencia de esta región y la de otras regiones emergentes de todo el mundo. En una investigación anterior documentamos el aumento exponencial de la capacidad innovadora de varias economías emergentes durante el último cuarto de siglo, especialmente en Asia²⁵. En contraste con esto, la experiencia latinoamericana se

caracteriza, en el mejor de los casos, por modestos avances de la capacidad innovadora nacional. Por limitaciones de los datos, no podemos documentar los cambios acaecidos en las últimas décadas en cada factor de la capacidad innovadora nacional para cada uno de los países de la muestra. No obstante, examinando el rendimiento de la innovación (es decir, las patentes internacionales), podemos proporcionar al menos una cierta percepción de las diferencias que hay entre las regiones emergentes. En los últimos años setenta, los siete países latinoamericanos de nuestra muestra consiguieron de hecho un nivel mayor de patentes internacionales que un grupo de comparación de siete economías asiáticas emergentes; muy al contrario, en la segunda mitad de los años noventa, las patentes de las economías asiáticas dejan pequeña la producción latinoamericana (Cuadro 6 y Gráfico 8). Esta diferencia de rendimiento refleja, al menos en parte, la alta tasa de inversiones en capacidad innovadora nacional por parte de las economías asiáticas emergentes en comparación con los progresos más modestos de las naciones latinoamericanas.

POR AQUÍ CUADRO 6 Y GRÁFICO 8

En términos generales, nuestro análisis indica que, a pesar del rápido crecimiento económico de gran parte de Latinoamérica en los últimos diez años, la región todavía afronta retos importantes para desarrollar una capacidad innovadora comparable a la de los principales países de la OCDE. Sin embargo, algunos países parecen estar tomando medidas para afrontar este reto. Por ejemplo, el gobierno de Costa Rica está ejerciendo un liderazgo político para estimular el desarrollo de un *cluster* industrial basado en tecnología de la información; a su vez, estas políticas están contribuyendo a elevar cada elemento de la capacidad innovadora nacional de Costa Rica²⁶.

El mantenimiento de una conducta constante de inversiones y decisiones políticas para mejorar el entorno de la innovación será un factor determinante clave para saber si Latinoamérica puede sostener y mejorar su competitividad en la próxima generación.

ORIENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA

- Abramovitz, M.:** “Catching Up, Forging Ahead and Falling Behind”, *Journal of Economic History*, núm. 46, pp. 385-406, 1956.
- Arora, A., R. Landau y N. Rosenberg:** *Chemicals and Long-Term Economic Growth: Insights from the Chemical Industry*. New York (NY): Wiley, 1998.
- Dertouzos, M.L., Lester, R.K. y R.M. Solow:** *Made In America: Regaining the Productive Edge*, Cambridge (MA): MIT Press, 1989.
- Eaton, J. y S. Kortum:** “Trade in Ideas: Patenting & Productivity in the OECD”, *Journal of International Economics*, núm. 40(3-4), pp. 251-278, 1996.
- Eaton, J. y S. Kortum:** “International Technology Diffusion: Theory and Measurement”, *International Economic Review*, núm. 40(3), pp. 537-570, 1999.
- Evenson, R.:** “International Invention: Implications for Technology Market Analysis”, in Zvi Griliches, ed., *R&D, Patents, and Productivity*. Chicago (IL): University of Chicago Press, pp. 89-126, 1984.
- Griliches, Z.:** *R&D, Patents, and Productivity*. Chicago (IL): University of Chicago Press, 1984.
- Griliches, Z.:** “Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey”, *Journal of Economic Literature*, núm. 92, pp. 630-653, 1990.
- Henderson, R. y I. Cockburn:** “Measuring competence? Exploring firm effects in pharmaceutical research”, *Strategic Management Journal*, núm. 15 (Special Issue), pp. 63-84, 1994.
- Henderson, R. y I. Cockburn:** “Scale, Scope, and Spillovers: The Determinants of Research Productivity in Drug Discovery”, *Rand Journal of Economics*, núm. 27(1), pp. 32-59, 1996.
- Hill, D.:** “Latin America: R&D spending jumps in Brazil, Mexico, and Costa Rica”, NSF00-316, Arlington (VA): National Science Foundation, Division of Science Resources Studies, 2000.
- Jones, C.:** “R&D Based Models of Economic Growth”, *Journal of Political Economy*, núm. 103, pp. 739-784, 1995.
- Jones, C.:** *Introduction to Economic Growth*. New York (NY): W.W. Norton & Co, 1998.

- Murmann, J.P.:** *Knowledge and Competitive Advantage in the Synthetic Dye Industry, 1850-1914: The Coevolution of Firms, Technology, and National Institutions in Great Britain, Germany, and the United States.* Tesis doctoral no publicada, Columbia University, 1998.
- Nelson, R., ed.:** *National Innovation Systems: A Comparative Analysis.* New York (NY): Oxford University Press, 1993.
- Porter, M.E.:** *The Competitive Advantage of Nations.* New York (NY): Free Press, 1990.
- Porter, M.E.:** “Clusters and Competition: New Agendas for Companies, Governments, and Institutions”, *On Competition.* Boston (MA): Harvard Business School Press, 1998.
- Porter, M.E. y S. Stern:** “Measuring the ‘Ideas’ Production Function,” mimeo, MIT Sloan School of Management, 1999a.
- Porter, M.E. y S. Stern:** *The New Challenge to America’s Prosperity: Findings from the Innovation Index.* Washington (DC): Council on Competitiveness, 1999b.
- Porter, M.E., y N. Kettelhohn:** “Building a Cluster: Electronic and Information Technology in Costa Rica,” draft, Harvard Business School, 2000.
- Romer, P.:** “Endogenous Technological Change”, *Journal of Political Economy*, núm. 98, pp. 71-102, 1990.
- Schumpeter, J.A.:** *Capitalism, Socialism, and Democracy.* New York: Harper & Row, 1950.
- Solow, R.M.:** “A Contribution to the Theory of Economic Growth,” *Quarterly Journal of Economics*, núm. 70, pp. 65-94, 1956.
- Stern, S., M.E. Porter y J.L. Furman:** “The Determinants of National Innovative Capacity,” Harvard Business School Working Paper 00-034, 1999.
- Trajtenberg, M.:** “Patents as Indicators of Innovation”, *Economic Analysis of Product Innovation.* Cambridge (MA): Harvard University Press, 1990.

CUADRO 1
PAÍSES DE LA MUESTRA

A. PAÍSES DE LA OCDE (1973-1995)

Australia	Francia	Holanda	Reino Unido
Austria	Alemania*	Noruega	Estados Unidos
Canadá	Italia	España	
Dinamarca	Japón	Suecia	
Finlandia	Nueva Zelanda	Suiza	

* Antes de 1990, los datos de la República Federal de Alemania incluyen sólo los Estados Federales de Alemania Occidental; a partir de 1991, los datos de Alemania incorporan los Nuevos Estados Federales de la antigua República Democrática Alemana.

B. PAÍSES DE LATINOAMÉRICA

Argentina	Brasil	Chile	Colombia
Costa Rica	México	Venezuela	

CUADRO 2
FACTORES DETERMINANTES DE LA PRODUCCIÓN DE
TECNOLOGÍAS NUEVAS-PARA-EL-MUNDO

Variable dependiente = L (PATENTES INTERNACIONALES)_{i,t+3}		Modelo de capacidad innovadora nacional
CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA COMÚN DE INNOVACIÓN		
A	L PIB per cápita _{j,t}	0,783 (0,096)
H^A	L FTE científicos e ingenieros _{j,t} (FTE S&E)	0,883 (0,045)
H^A	L \$ gastos en I+D _{j,t}	0,272 (0,044)
X^{INF}	Cuota de PIB empleada en enseñanza superior _{j,t}	0,152 (0,016)
X^{INF}	Protección de la propiedad intelectual _{j,t} (escala del estudio, 1-10)	0,221 (0,045)
X^{INF}	Apertura al comercio internacional _{j,t} (escala del estudio, 1-10)	0,061 (0,030)
ENTORNO DE INNOVACIÓN ESPECÍFICO DE CLUSTERS		
Y^{CLUS}	% I+D financiada por el sector privado _{j,t}	0,016 (0,002)
CALIDAD DE LOS VÍNCULOS		
Z^{LINK}	% I+D realizada por sector universitario _{j,t}	0,009 (0,003)
Efectos fijos al año		Significativos
R ² ajustado		0,9981
Observaciones (17 países x 21 años)		347

* El logaritmo neperiano de una variable, X, se indica como L X.

CUADRO 3
TOTAL ACUMULADO DE PATENTES “INTERNACIONALES” POR
PAÍSES LATINOAMERICANOS SELECCIONADOS, 1976-2000

PAÍSES	Total de patentes concedidas a inventores por país	Relación de patentes de cesionarios con patentes de inventores	Total de patentes de inventores por millón de población
Argentina	692	0,18	19,9
Brasil	1.288	0,44	8,1
Chile	149	0,33	10,5
Colombia	162	0,14	4,2
Costa Rica	135	0,13	38,0
República Dominicana	21	0,00	2,7
Ecuador	39	0,15	3,4
El Salvador	10	0,00	1,8
Guatemala	34	0,21	3,4
Haití	12	0,42	1,6
Honduras	14	0,29	2,5
Jamaica	33	0,06	13,3
México	1.292	0,31	14,2
Nicaragua	4	0,00	0,9
Panamá	59	1,73	22,4
Paraguay	1	0,00	0,2
Perú	70	0,13	3,0
Uruguay	5	0,40	1,6
Venezuela	553	0,56	25,3

* Las Patentes de inventores se refieren al número total de patentes otorgadas por la USPTO a los inventores en cada uno de los países entre 1976 y mayo de 2000. Las Patentes de cesionarios se refiere al número total de patentes otorgadas por la USPTO y asignadas a establecimientos o particulares en cada uno de los países entre 1976 y mayo de 2000. Patentes per cápita basadas en los datos de población de 1996 de RICYT.

Fuente: Oficina de Patentes y Marcas Comerciales de EE.UU. (USPTO). (www.uspto.gov), 2000.

CUADRO 4
ÍNDICE DE CAPACIDAD INNOVADORA NACIONAL (CIN)
PAÍSES LATINOAMERICANOS SELECCIONADOS, 1998

País	Índice CIN
Argentina	2,50
Brasil	1,12
Chile	1,08
Costa Rica	0,64
México	0,37
Colombia	0,29
Venezuela	0,16

CUADRO 5
FACTORES DETERMINANTES SELECCIONADOS DE CAPACIDAD
INNOVADORA NACIONAL
PARA ALGUNOS PAÍSES LATINOAMERICANOS, 1998

Nombre del país	Trabajadores de I+D de FTE por millón de habitantes	Gasto de I+D (\$M) por millón de habitantes	Solidez de la protección de la propiedad intelectual	Apertura a la competencia y al comercio internacional
Argentina	1.212,2	32,8	4,7	8,5
Brasil	433,7	35,3	3,3	5,4
Chile	639,2	32,0	6,1	8,8
Colombia	n/d	9,0	5,0	5,0
Costa Rica	557,0	32,2	6,0	6,0
México	365,3	15,2	6,1	7,9

Fuentes: RICYT, 2000; *World Competitiveness Report* (varios años); y cálculos del autor.

Gráfico 1

Cómo medir la capacidad innovadora nacional

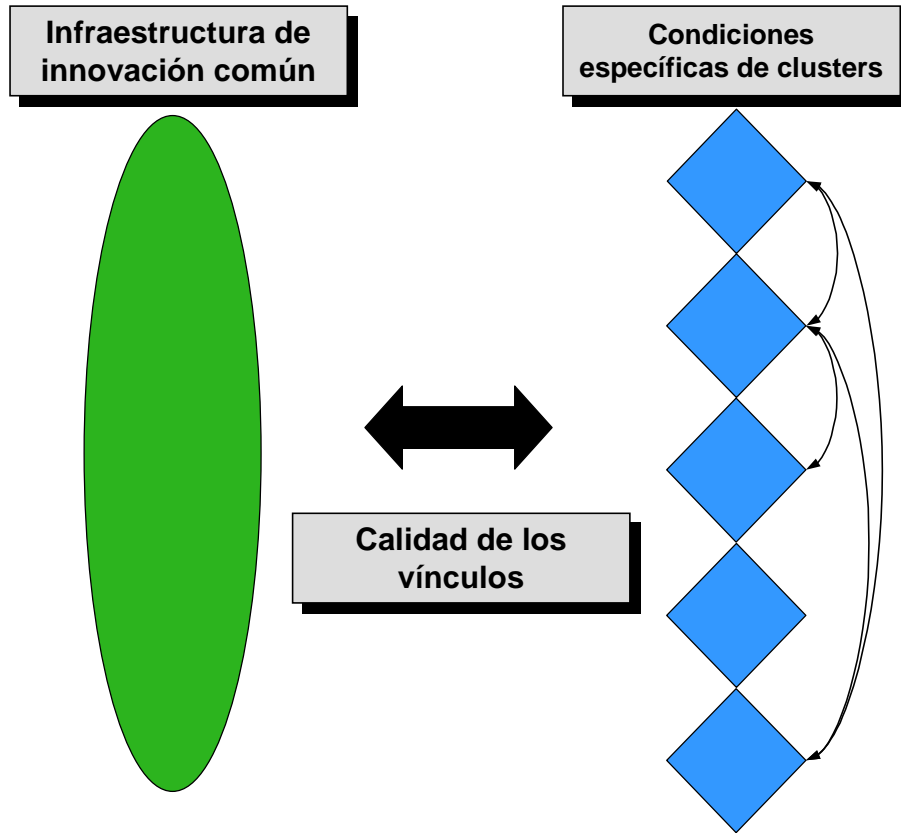


Gráfico 2

La infraestructura común de innovación

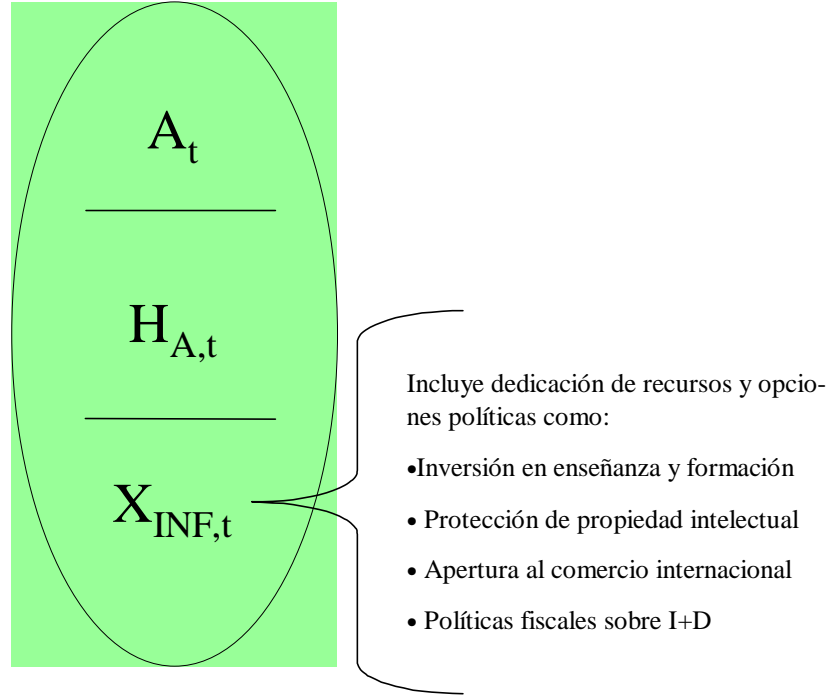


Gráfico 3

El entorno de innovación de los clusters industriales nacionales

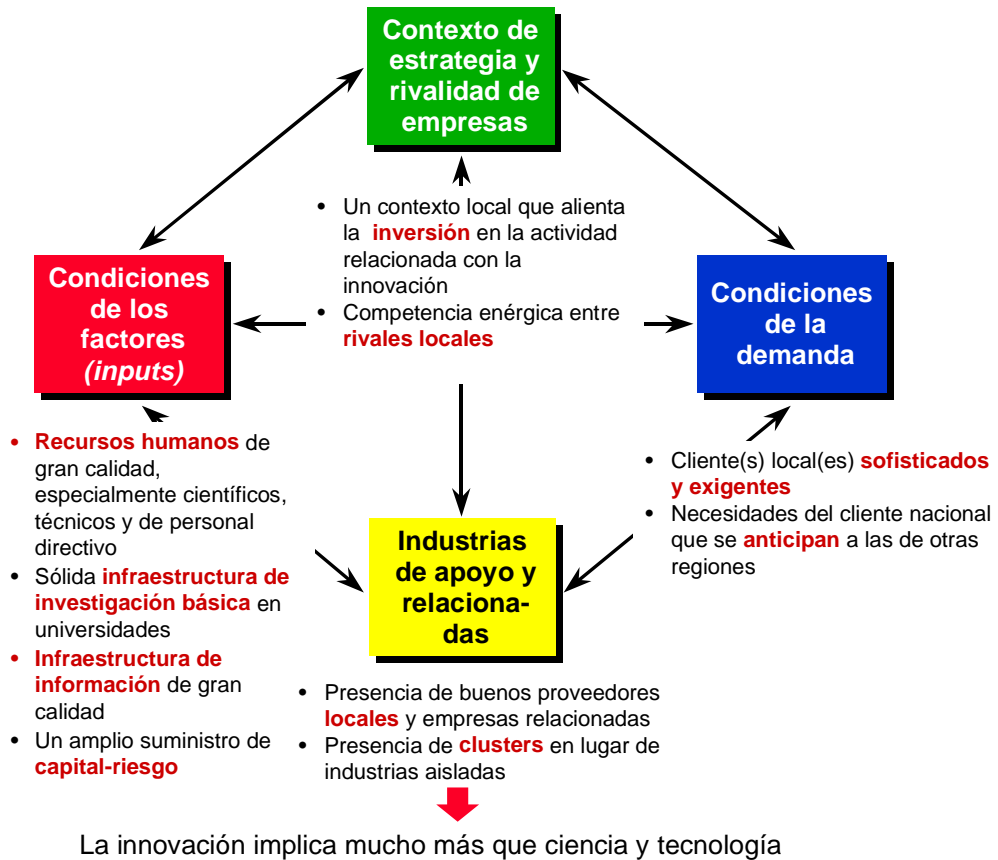


Gráfico 4
Patentes internacionales por millón de personas
(países seleccionados)

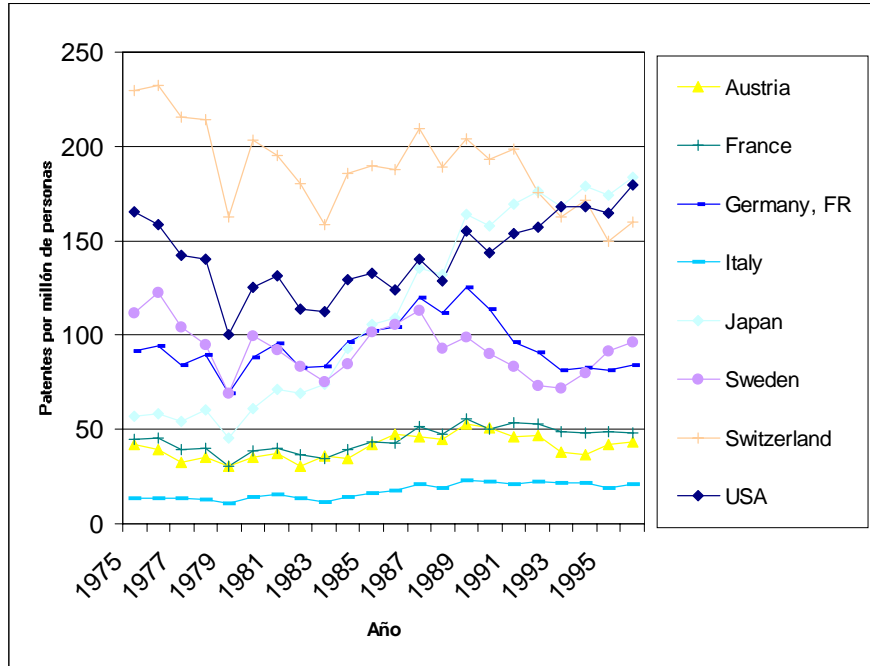
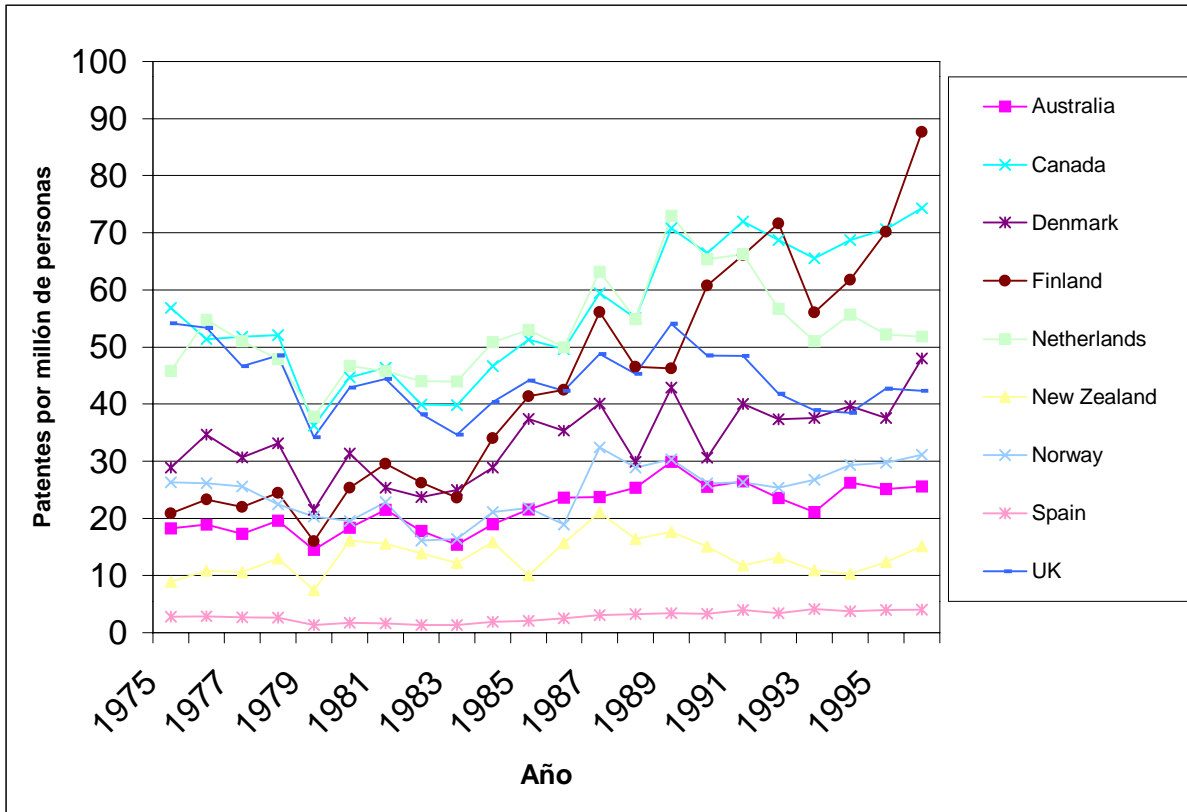


Gráfico 5
Patentes internacionales por millón de personas
(países seleccionados)



* Nota: La escala difiere de 4-1 con el fin de destacar las diferencias entre países en esta muestra.

Gráfico 6
Evolución en la capacidad innovadora nacional
(países seleccionados)

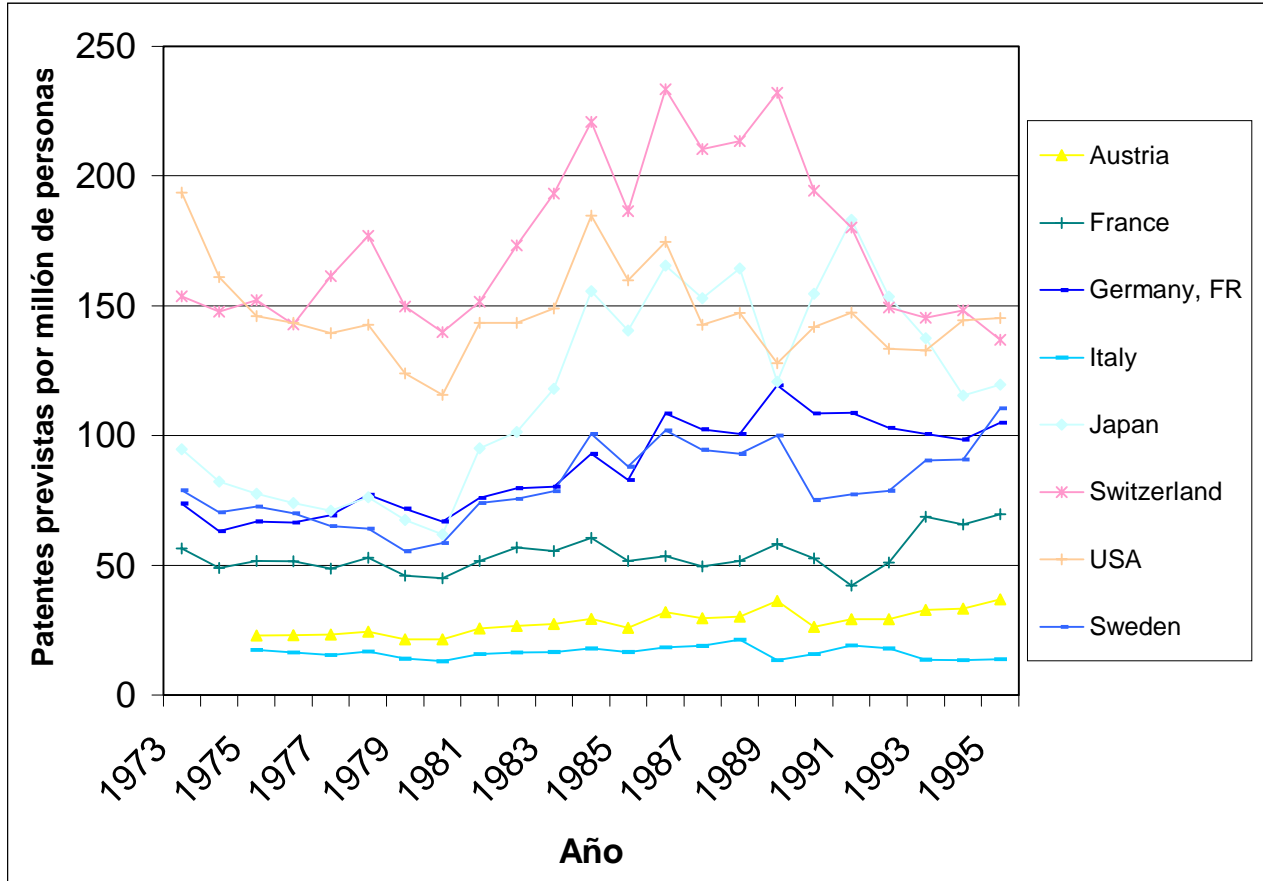
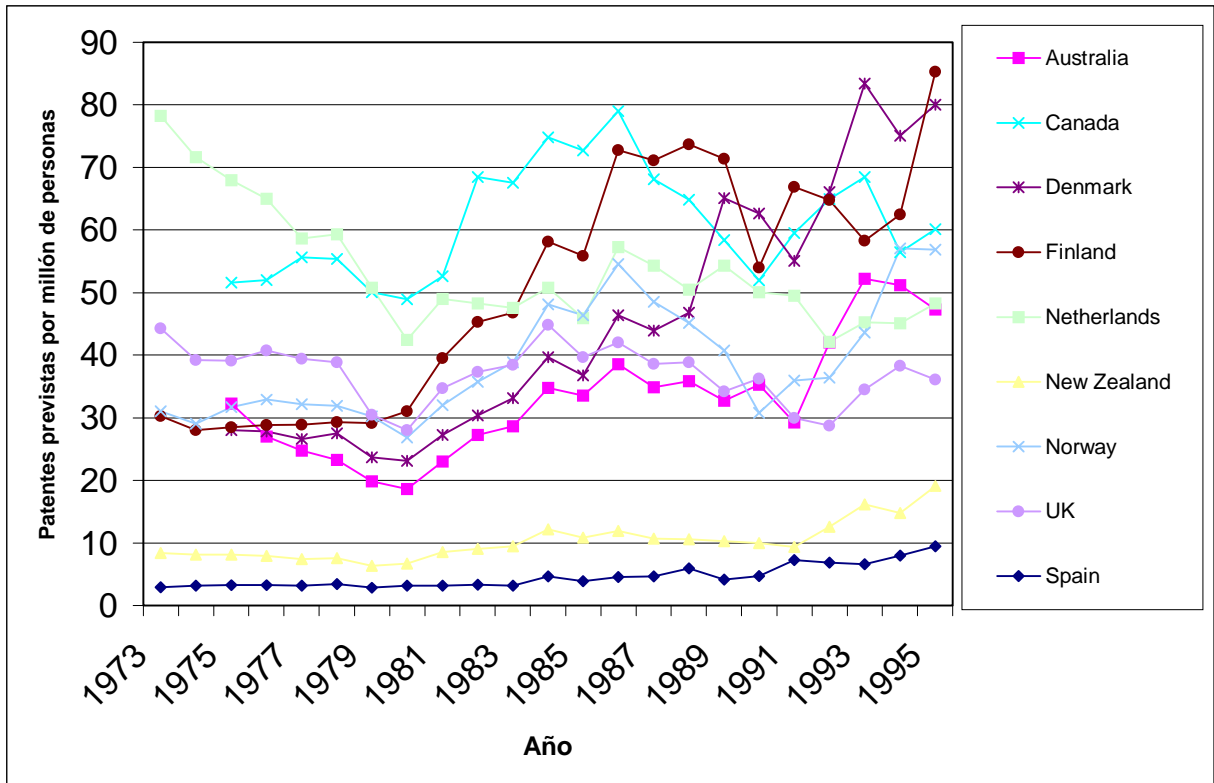


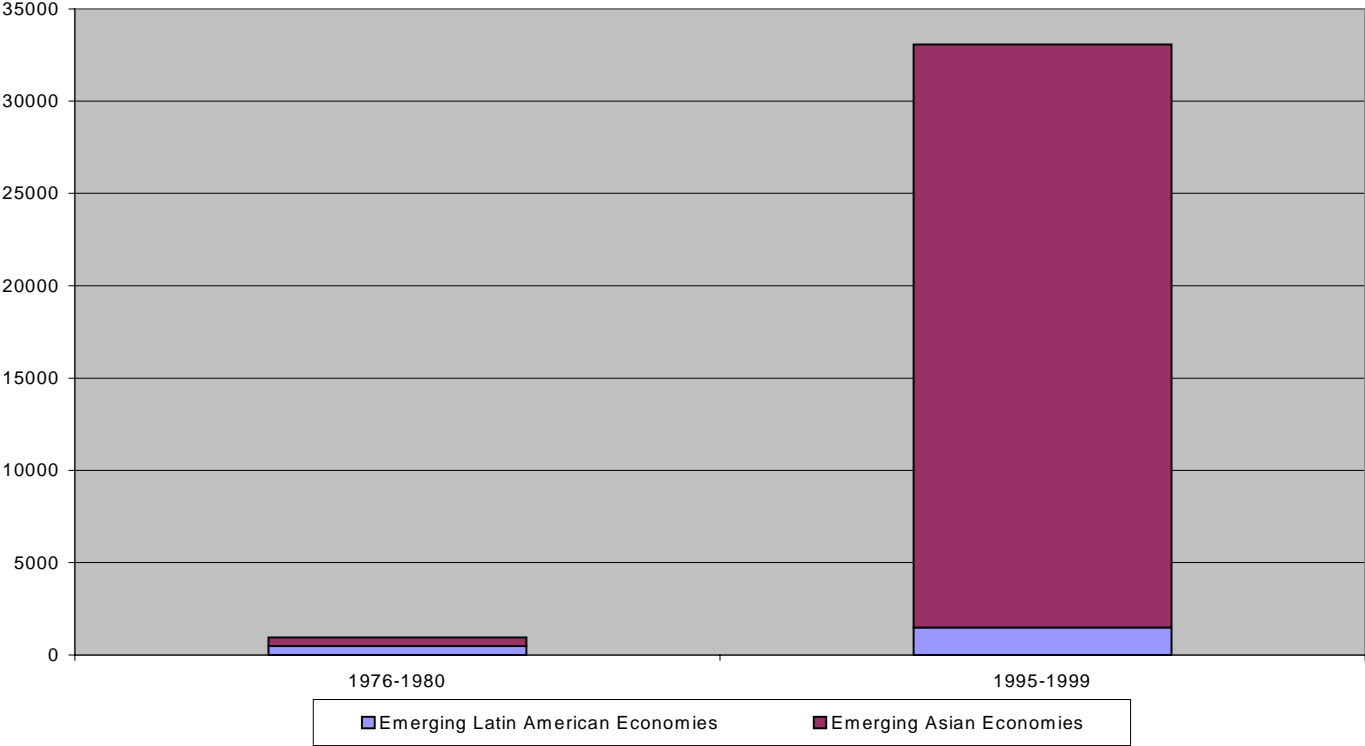
Gráfico 7
Evolución en la capacidad innovadora nacional
(países seleccionados)



* Nota: La escala difiere de E-1 con el fin de destacar las diferencias entre países en esta muestra.

Gráfico 8

CHANGING PATTERNS OF "INTERNATIONAL" PATENTING



NOTAS

¹ Véase Schumpeter (1950); Solow (1956); y Abramovitz (1956).

² Véase Romer (1990); Porter (1990); y Nelson (1993).

³ En el último decenio, se ha producido un aumento espectacular en el número de estudios comparativos internacionales sobre innovación y productividad relativa. Desde una perspectiva de política económica, ha habido varios estudios de “benchmarking” (evaluación comparativa) influyentes que han intentado proporcionar una relación más profunda de las diferencias internacionales en la productividad industrial y de la I+D (Dertouzos, et al (1989); Porter y Stern (1999b)). Al mismo tiempo, los especialistas en la economía del cambio tecnológico se interesaron por documentar la existencia y características de los “sistemas” nacionales de innovación (Nelson, 1993), en gran parte inspirándose en abundantes pruebas, cualitativas e institucionales. Por último, se ha producido un aumento del uso de métodos cuantitativos, especialmente aquéllos basados en datos de patentes, comenzando por Griliches (1984).

⁴ Véase Porter y Stern (1999); Stern, Porter y Furman (1999); y Stern y Porter (2000).

⁵ Desarrollamos el marco de la capacidad innovadora nacional recurriendo a tres áreas distintas, desarrolladas en investigaciones previas: teoría del crecimiento endógeno impulsado por las ideas de Romer (1990), teoría basada en *clusters* de la ventaja competitiva industrial nacional (Porter, 1990) y la literatura sobre los sistemas nacionales de innovación (Nelson, 1993). Cada una de estas perspectivas identifica factores específicos que pueden determinar el flujo total de innovación producido en un entorno nacional determinado. Véase Stern, Porter y Furman (1999) para obtener una completa exposición de este marco y su relación con las investigaciones anteriores en esta área.

⁶ Véase Porter (1990).

⁷ Nos centramos en los *clusters* (por ejemplo, tecnología de la información) en lugar de en industrias individuales (por ejemplo, impresoras) porque existen potentes efectos indirectos y factores externos que relacionan la competitividad y la tasa de innovación de los *clusters* en su conjunto (Porter, 1990). Además, la investigación previa ha indicado que el ámbito de los *clusters* industriales es a menudo bastante local en cuanto a su naturaleza, actuando a nivel de región o incluso de ciudad (véase, por ejemplo, Porter, 1998).

⁸ Véase Porter (1990).

⁹ Nuestro modelo se basa en el modelo seminal de crecimiento de Romer (1990), que deriva un crecimiento equilibrado basado en la asignación endógena de trabajo al sector de las “ideas” de la economía (véase Jones 1995 y 1998), para una introducción y un análisis útil y Porter y Stern (1999a) para una explicación más detallada de las propiedades empíricas de la función nacional de producción de “ideas”.

¹⁰ Entre países, la trascendencia y manifestación específica de estos factores adicionales puede variar mucho. Por ejemplo, en Estados Unidos, los agentes predominantes de la investigación básica son miembros del sistema universitario que compiten unos con otros por la financiación federal, en gran parte mediante procesos de subvenciones supervisados por sus pares. En contraste con esto, la investigación básica en Alemania la lleva a cabo un conjunto más diversificado de organizaciones, incluida una cuota importante por parte de varios institutos de investigación sin base en la universidad, como los centros de investigación de Helmholtz, los institutos Max Planck, y los institutos de la “Lista azul”. Aunque esta heterogeneidad tiene interés para la investigación independiente (véanse, por ejemplo, los detallados estudios comparativos de Nelson (1993)), nuestro enfoque se centra aquí en las consecuencias finales de dichas instituciones en lo que se refiere a la productividad observada de I+D.

¹¹ Siguiendo a Porter (1990, 1998), estos *clusters* industriales son el origen de los desbordamientos geográficos y entre industrias que sirven para configurar y reforzar la ventaja competitiva industrial nacional.

¹² El marco del “diamante” se ha utilizado ampliamente para describir la dinámica de la competencia en los *clusters* industriales nacionales (Porter, 1990). Aquí destacamos la medida en que el entorno de los *clusters* industriales de un país alienta la innovación como resultado específico del proceso competitivo.

¹³ Aunque ha habido algunos intentos de comprender el papel que desempeñan estos mecanismos de conexión a la hora de configurar la productividad de la I+D, sin embargo la mayoría de los estudios comparativos internacionales se han limitado a identificar y destacar cuidadosamente los mecanismos relacionados con las instituciones que

desempeñan dichas funciones en países concretos (por ejemplo, los Institutos Fraunhofer en Alemania, MITI en Japón, y las Asociaciones Cooperativas de Investigación y Desarrollo (CRADAs) de Estados Unidos).

¹⁴ Véase Murmann (1998); y Arora, et al. (1998).

¹⁵ Más formalmente, derivamos este modelo de la siguiente función de producción de “ideas”:

$\dot{A}_{j,t} = \delta_{j,t} (X_{j,t}^{INF}, Y_{j,t}^{CLUST}, Z_{j,t}^{LINK}) H_{j,t}^{\lambda} A_{j,t}^{\phi}$, adaptada de Romer (1990), Jones (1995), y Stern y Porter (2000).

¹⁶ En el contexto de nuestra obra anterior, las “patentes internacionales” se definen como aquellas otorgadas por la Oficina de Patentes y Marcas Comerciales de Estados Unidos, así como por el país natal del inventor. Nuestro uso de las patentes internacionales se inspira en un amplio cuerpo de trabajo anterior (que se basa en los fundamentos desarrollados en Griliches, 1984) que ha establecido tanto las ventajas (como las limitaciones) del uso de datos de patentes en relación con otras medidas de innovación (Evenson (1984); Trajtenberg (1990); Henderson y Cockburn (1994, 1996); Eaton y Kortum (1996; 1998). Nuestro trabajo anterior incluye una justificación mucho más completa de la utilización de patentes como medida de actividad innovadora a nivel nacional, que se basa principalmente en el hecho de que las patentes internacionales representan el indicador más útil y consistente de la innovación comercialmente relevante en la frontera tecnológica mundial.

¹⁷ Véase Stern y Porter (1999); Stern, Porter y Furman (1999); y Porter y Stern (2000).

¹⁸ Existen diversas consideraciones metodológicas que no tenemos tiempo de discutir aquí, pero que se tratan más a fondo en nuestro trabajo anterior. En él mostramos la robustez de nuestros resultados ante diversas modificaciones, incluidos (a) el uso de la suma acumulada de patentes como una medida del conjunto de conocimientos de los países; (b) el empleo de especificaciones alternativas, tales como los efectos país fijos y las tendencias temporales; (c) la inclusión de medidas adicionales de los determinantes de la capacidad innovadora nacional y (d) el uso de subconjuntos alternativos de datos, excluyendo regiones geográficas específicas o períodos temporales.

¹⁹ Es importante interpretar correctamente los coeficientes de estas medidas. Para aquellas variables especificadas en forma de logaritmo, los coeficientes reflejan elasticidades. Por ejemplo, un aumento del 10 por ciento en el PIB PER CÁPITA está relacionado con un aumento del 7,8% aproximadamente en las PATENTES. Para las medidas de la escala de Likert, los coeficientes son igual al porcentaje de cambio pronosticado de las PATENTES que se derivaría de un cambio de una *unidad* en esa variable (por ejemplo, un cambio de una unidad en IP –por ejemplo, de 7 a 8– se asocia con un aumento del 25 por ciento en las PATENTES). Por último, los coeficientes en la variable expresada como una cuota (ED SHARE) se pueden interpretar como un aumento del porcentaje de las PATENTES que se deriva de un aumento de un *punto porcentual* en ED SHARE.

²⁰ Análisis relacionados indican que están surgiendo nuevos centros de actividad innovadora fuera de la OCDE. Singapur, Taiwán, Corea del Sur e Israel han hecho inversiones sustanciales y han elevado su capacidad innovadora en la última década. Irlanda también ha establecido la infraestructura y los *clusters* industriales en línea con una fuerte actividad innovadora. Por el contrario, varios países que han atraído mucha atención como posibles potencias económicas -India, China y Malasia- todavía no generan, ni absoluta ni relativamente, un nivel significativo de producción innovadora patentable. Ninguno de estos países está invirtiendo lo bastante rápido como para considerar que posee niveles per cápita elevados de capacidad innovadora nacional.

²¹ Véase, por ejemplo, Nelson (1993), así como nuestros propios intentos.

²² El índice se calcula utilizando las ponderaciones suministradas por los coeficientes de regresión del Cuadro 2 y se puede interpretar como el número *predicho* de patentes internacionales por millón de personas en cada país, basándose en las inversiones fundamentales de ese país en los elementos de la capacidad innovadora nacional. Debido a las limitaciones de los datos, no pudimos calcular un índice fiable para otros destacados patentadores, incluidos Panamá y Jamaica.

²³ A este respecto, Venezuela constituye una interesante anomalía, ya que su tasa real de patentes supera en gran medida a la tasa lograda por otros países, a pesar de tener un bajo índice de capacidad innovadora nacional. No obstante, una investigación más detallada revela que más del 95% de las patentes de Venezuela se puede atribuir en la mayoría de los años a una *única* compañía (Intevp) que, aunque es una innovadora de categoría mundial en sí misma, no parece estar estrechamente relacionada con otras instituciones o *clusters* de empresas de Venezuela. De hecho, la experiencia venezolana acentúa un aspecto clave de nuestro modelo de capacidad innovadora nacional. La habilidad a largo plazo para traducir la capacidad innovadora nacional en competitividad internacional se basa en la fortaleza en

múltiples áreas: es poco probable que una única área de conocimientos técnicos genere una ventaja competitiva *nacional* a largo plazo.

²⁴ Véase Porter y Kettelhohn (2000); y Hill (2000). No obstante, algunos países muestran un perfil más desigual de capacidad innovadora nacional: por ejemplo, aunque Brasil ha aumentado los gastos de I+D en el último decenio (Hill, 2000), sigue ofreciendo una protección a la propiedad intelectual relativamente débil, aún levanta barreras a la competencia internacional y dedica una cuota relativamente pequeña de su fuerza laboral total a la innovación tecnológica.

²⁵ Véase Porter y Stern (1999).

²⁶ Véase Porter y Kettelhohn (2000).