

Innovación en Chile:
¿Dónde estamos?

Daniel Lederman y William F. Maloney

La importancia de la innovación para el desarrollo

Cerca de la mitad de las diferencias observadas en el ingreso per cápita y el crecimiento del PIB de los países se debe a disparidades en la Productividad Total de los Factores (PTF), por lo general, relacionadas con los avances tecnológicos⁽¹⁾. Incluso, gran parte de la creciente brecha que existe entre países ricos y pobres no se debe a diferencias en las inversiones de capital, sino que a su desarrollo en el área tecnológica. Esto trae al primer plano una pregunta que de manera constante se plantea en torno al progreso económico: ¿Por qué los países en desarrollo no adoptan las tecnologías de los países industrializados, considerando el enorme potencial de crecimiento que esto les daría? De hecho, la PTF de los países que generan nuevas tecnologías de punta tiene un crecimiento más rápido en comparación a la de los países pobres, tanto en el sector manufacturero como en el agrícola, siendo la productividad de este último la que ha crecido más rápido en décadas recientes en casi todos los países. El rezago relativo del crecimiento de la productividad en los países pobres es una tendencia preocupante si se considera que estos, en teoría, podrían adoptar las tecnologías inventadas en las economías industrializadas⁽²⁾.

Recientes trabajos sobre la innovación subrayan que la adopción de nuevas tecnologías conlleva costos. Las empresas y los países deben desarrollar una capacidad de “absorción” o “aprendizaje nacional”, la que, a su vez, depende del gasto en Investigación y Desarrollo (IyD)⁽³⁾. Aunque a menudo se considera que la investigación científica básica es importante solo para ampliar la frontera del conocimiento, es posible que incluso esta sea necesaria para aprender y conocer dónde se encuentran estas fronteras, a la vez de determinar qué adaptaciones o aplicaciones comerciales de este conocimiento

Recientes trabajos sobre la innovación subrayan que la adopción de nuevas tecnologías conlleva costos. Las empresas y los países deben desarrollar una capacidad de “absorción” o “aprendizaje nacional”, la que, a su vez, depende del gasto en Investigación y Desarrollo (IyD).

(1) Véase Hall y Jones (1999), Dollar y Wolf (1997).

(2) Martin y Mitra (2001).

(3) A nivel de empresas, véase Cohen y Levinthal (1990), Forbes y Wield (2000), Griffith, Redding y Van Reenen (2003), Pavitt (2001). A nivel nacional véase, por ejemplo, Baumol, Nelson y Wolf (1994).

son viables. Cohen y Levinthal (1991), entre otros, destacan que este aprendizaje y conocimiento constituyen la otra cara de la IyD. De hecho, Pavitt (2001) sostiene que la inversión en investigación básica también es importante para los países en desarrollo. En primer lugar, porque aquellos más familiarizados con las fronteras de las ciencias básicas tendrán más elementos para capacitar a los que se dediquen a solucionar problemas aplicados en el sector privado. En segundo lugar, porque incluso la investigación básica no fluye con facilidad y sin costo a través de las fronteras nacionales, de modo que los países en desarrollo no pueden simplemente depender de lo que generen los países más avanzados. Por último, Lederman y Sáenz (2003) presentan resultados econométricos que indican que los productos de la innovación, específicamente las patentes recibidas por los investigadores residentes en cada país y divididas por la población nacional, son buenos predictores de los niveles de desarrollo que se observan alrededor del mundo.

En este escenario, este artículo responde a preguntas clave relacionadas con los esfuerzos generales que Chile realiza en innovación y, en particular, respecto a su Sistema Nacional de Innovación (SNI). Este último, un modelo que involucra a diferentes actores públicos y privados, así como a organizaciones dedicadas a la investigación, entre ellas, las universidades. Desde una perspectiva más amplia, este sistema abarca el nivel de integración de una economía en el mercado global de ideas, a través del flujo de bienes y servicios, personas y capitales, al igual como lo hacen las instituciones o reglas que moldean los incentivos para que las empresas productivas interactúen con los generadores de ideas. Por ende, este cubre la mayoría de los aspectos de la política económica internacional, además de considerar una variedad de normas y derechos de propiedad intelectual⁽⁴⁾.

El resto del artículo se aboca a resolver cuatro preguntas:

- ¿Cómo es el desempeño de Chile respecto a los resultados de innovación en términos de patentes y publicaciones científicas?
- ¿Cómo es el desempeño de Chile en materia de aportes a la innovación, entre ellas, inversión en IyD y pagos de licencias como proporción del PIB?

(4) Este documento no pretende hacer una evaluación exhaustiva sobre la extensión y las funciones de los diferentes elementos del SNI chileno. Solo persigue situar el nivel y la eficacia de las gestiones de innovación hechas por el país en el contexto internacional.

- ¿Es el SNI de Chile eficaz para transformar estas inversiones en ideas comerciales y económicamente significativas? ¿Se refleja esto en sus patentes?
- ¿Cuál es la ventaja comparativa de Chile en innovación?

Desempeño de Chile en términos de resultados de innovación

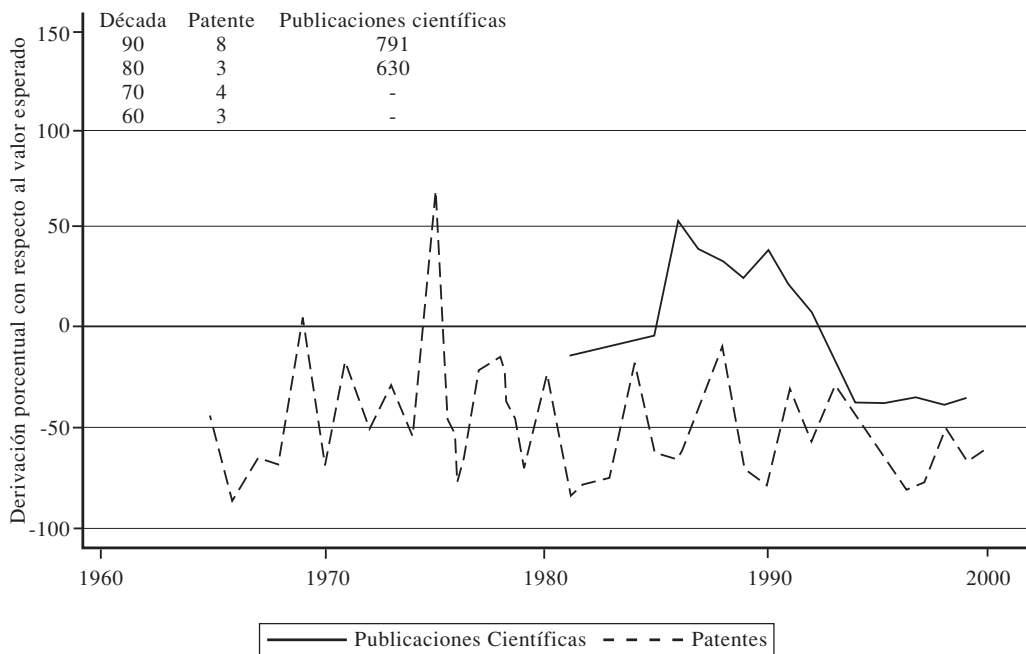
El éxito de la innovación se mide fundamentalmente por la tasa de crecimiento del ingreso per cápita y, por lo tanto, el bienestar de la población. Pese a esto, también es posible observar en el tiempo el éxito de los resultados intermedios de la innovación siguiendo dos indicadores: el número de patentes otorgadas por el registro de patentes de EE.UU. a los investigadores residentes en cada país y la cantidad de publicaciones científicas que estos lanzan a la luz pública.

En el caso de Chile, la Figura 1 compara el desempeño de los investigadores residentes en el país en cada dimensión, tomando como referencia el respectivo promedio de los países con niveles de PIB similares, una fuerza laboral del mismo tamaño y valores similares en exportaciones de bienes a Estados Unidos, a partir de la década de los sesenta⁽⁵⁾. El gráfico muestra lo lejos que está Chile del promedio de economías similares (la línea cero), mientras que el cuadro que lo acompaña indica los niveles promedio absolutos del país en cada década. Un número negativo en el eje vertical, en tanto, señala un desempeño deficiente. En este sentido, históricamente Chile ha demostrado una deficiencia del orden del 50% en materia de patentes, si bien esto solo puede considerarse como una tendencia en cuanto a cifras absolutas. La cantidad de patentes otorgadas antes de los noventa era de 1 ó 2, mientras que estas solo han aumentado a cuatro en los últimos años. El panorama cambia con relación a las publicaciones científicas y si bien Chile tuvo buenos resultados en la década de los ochenta, estas

(5) Para su elaboración se utilizaron datos recopilados por Lederman y Sáenz (2003) sobre patentes otorgadas por el Registro de Patentes de EE.UU. a innovadores con residencia en todo el mundo, además de la cantidad de publicaciones científicas aceptadas por la *National Research Foundation* de este mismo país. Las series trazadas corresponden a los residuales de una regresión de las variables sobre innovación (patentes, publicaciones científicas) con respecto al del PIB, la población, y los términos cuadráticos de estas dos variables. En el caso de las patentes otorgadas por EE.UU., el modelo de regresión también incluye el valor de las exportaciones de mercancías a EE.UU. y su término cuadrático. Los detalles técnicos sobre metodologías y datos se pueden encontrar en Bosch *et al.* (2003).

sufrieron una disminución con respecto a lo esperado dado el auge económico de los 90.

Figura 1
Productos de la Innovación

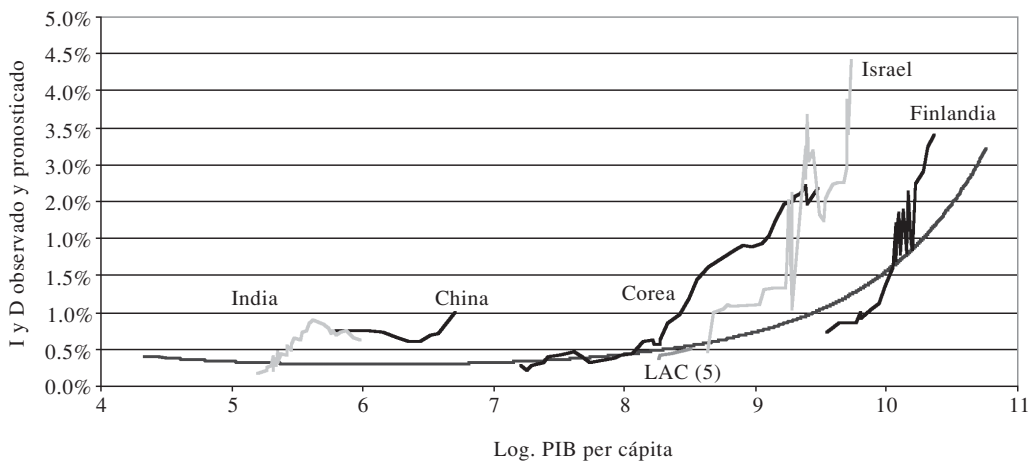


Desempeño de Chile respecto a la inversión en innovación

Evaluaciones comparativas similares se pueden hacer a partir de dos indicadores de esfuerzo o inversión en innovación nacional: inversión en Investigación y Desarrollo (IyD) y pagos por licencias de nuevas tecnologías foráneas, una vez más con respecto al PIB y a la fuerza laboral. Esto va más allá de la inversión en tecnologías “de avanzada” e incluye la mayoría de los gastos en adopción y adaptación de tecnologías.

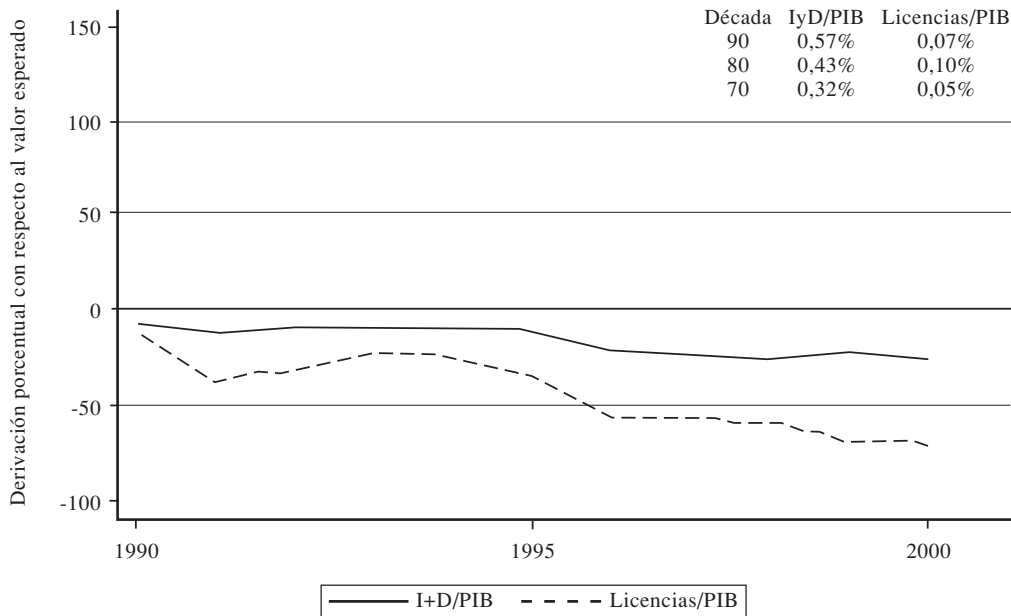
La Figura 2 muestra la evolución de los esfuerzos en IyD en el proceso de desarrollo. De esta se desprende que en un país promedio, un aumento en el ingreso per cápita no solo va aparejado al incremento de la proporción del PIB dedicado a IyD. Así lo demuestran varios países de alto crecimiento que sirvieron de comparación, entre ellos, Finlandia, Corea e Israel, naciones que experimentaron espectaculares auges en relación con este nivel de referencia, una senda que parecen querer seguir tanto China como India. Lamentablemente, datos confiables de cinco países de América Latina como son Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica y México demuestran que su esfuerzo promedio está muy por debajo de esta tendencia. Más aún, la Figura 3 muestra que los esfuerzos de Chile en IyD han sido débiles en comparación con países de tamaño similar y cuya referencia está dada por la línea 0.

Figura 2
Esfuerzo en Innovación y Desarrollo
IyD vs PIB per cápita



Fuente: Lederman y Maloney (2003).

Figura 3
Insumos de la Innovación



Estas reducidas tasas de inversión no necesariamente se deben a bajas tasas de rendimiento de la inversión en IyD en los países pobres. Lederman y Maloney (2003) estiman que la tasa de retorno social *promedio* que arroja la IyD en países con ingresos similares a los de Chile alcanzan niveles de alrededor del 60%. Usando la rentabilidad estimada del capital físico y de largo plazo del mercado accionario de EE.UU., como ejemplos de los niveles altos y bajos del costo de oportunidad de la inversión en IyD, cálculos simples sugieren que países pobres con el nivel de desarrollo de Chile deberían invertir entre dos y ocho veces más en IyD que lo que el país destinó en los años noventa. Resultados similares se obtienen del análisis de las inversiones en licencias en tecnologías extranjeras.

Dado que la rentabilidad promedio de la inversión en IyD es superior en países menos desarrollados, en comparación a los que gozan los de altos ingresos, no se acaba de entender por qué los primeros invierten tan poco en IyD. Los análisis estadísticos apuntan principalmente a los siguientes

motivos: la poca profundidad o nivel de desarrollo de los mercados financieros, la deficiente protección de los derechos de propiedad intelectual, la escasa capacidad de movilizar recursos públicos y la mala calidad de las instituciones dedicadas a la investigación.

En resumen, la deficiente participación de Chile en materia de innovación se debe, en parte, al deslucido desempeño de las inversiones en innovación. Además, y para poner énfasis en un aspecto central de este documento, Chile no solo no está experimentando un auge en los esfuerzos innovadores similar al visto en países como Finlandia, Corea o Israel, sino que, además, está por debajo del “promedio”. Dado que sabemos que los mercados de ideas para la innovación en todo el mundo sufren de fallas de mercado, porque es difícil que las empresas y sus investigadores puedan apropiarse de las rentas económicas de sus esfuerzos en innovación, y porque también conocemos que hay fallas en la coordinación entre empresarios e investigadores, podemos concluir que incluso el promedio es una meta mediocre para guiar las políticas públicas de Chile.

En resumen, la deficiente participación de Chile en materia de innovación se debe, en parte, al deslucido desempeño de las inversiones en innovación. Además, y para poner énfasis en un aspecto central de este documento, Chile no solo no está experimentando un auge en los esfuerzos innovadores similar al visto en países como Finlandia, Corea o Israel, sino que, además, está por debajo del “promedio”.

¿Es ineficiente el SNI de Chile? ¿Por qué?

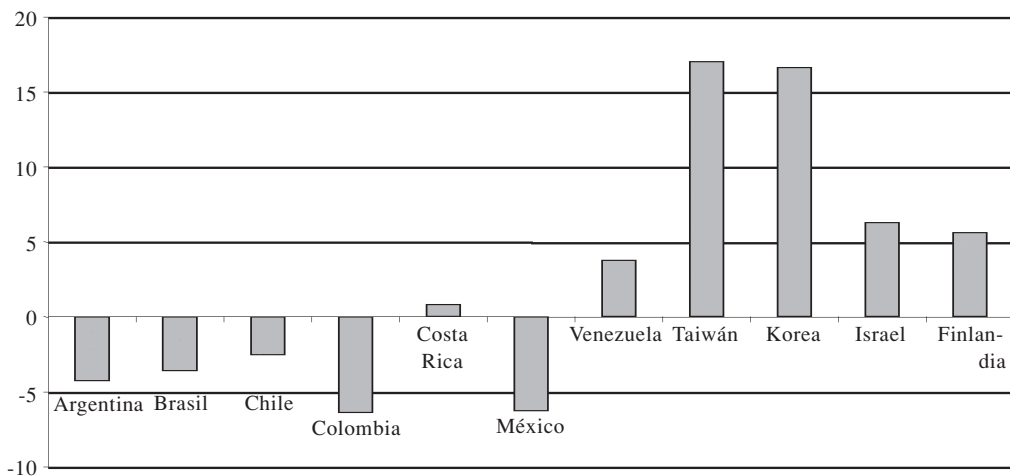
Los bajos resultados en materia de innovación también pueden tener su origen en la ineficacia con que se gastan los recursos en innovación a través del SNI. De hecho, es posible que el rendimiento social de la inversión nacional en IyD en Chile pueda ser inferior al promedio estimado por Lederman y Maloney (2003), en comparación con países con un nivel de desarrollo similar al chileno, precisamente porque el SNI puede ser ineficiente.

Una forma de determinar la eficiencia de un sistema de este tipo es examinando la transformación de las inversiones en IyD en patentes comer-

ciales y comparando la “elasticidad” de estas con respecto a la inversión del promedio mundial en IyD⁽⁶⁾.

La Figura 4 muestra la elasticidad o sensibilidad de las patentes otorgadas a investigadores residentes en Chile por EE.UU., así como la de otros países, con respecto a la IyD. esta arroja que el valor negativo de Chile se puede interpretar como una indicación de cuán ineficiente es la IyD en él, en términos de su capacidad para transformar esa inversión en patentes, en comparación con el nivel promedio de los países desarrollados miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). Pero Chile también muestra una gran ineficiencia respecto a algunos de los países que se destacan en el ámbito de la innovación, como Corea, Taiwán, Finlandia e Israel.

Figura 4
Eficiencia del gasto en IyD comparado con la OCDE



Para el caso de América Latina y el Caribe en su conjunto, los ejercicios econométricos descritos en Bosch *et al.* (2003) demuestran que la ineficacia de la región, en gran parte, se puede explicar por la falta de colaboración entre el sector privado y las instituciones dedicadas a las investigaciones, entre ellas las

(6) Bosch *et al.* (2003) analizan en detalle la forma de calcular estas elasticidades y su variación entre las regiones del mundo.

universidades⁽⁷⁾. Sin embargo, según ejercicios estadísticos adicionales realizados para este artículo, estos factores no explican toda la ineficiencia relativa del SNI chileno. En parte, esta también se debe a tasas relativamente bajas de matrícula en la educación secundaria y terciaria (universitaria). Sin embargo, nuestros análisis estadísticos básicos siguen sin explicar una parte considerable (alrededor del 50%) de la falta de eficiencia del país, por lo que comprender las debilidades del SNI de Chile es un tema que debe ser sometido a mayor análisis.

Ventajas comparativas de innovar en Chile

A menudo a las autoridades responsables de las políticas y a los analistas les interesa conocer en qué sectores de la economía se generan procesos de innovación dinámicos. Una manera de responder a esta pregunta es averiguar cuáles son los sectores económicos de Chile que producen una mayor proporción del total de patentes del país en comparación al número de patentes que estos registran a nivel mundial. Para este fin, construimos el denominado índice de “ventajas comparativas reveladas”, a partir de la entrega de patentes sectoriales otorgadas por la entidad regulatoria de EE.UU. Cabe destacar que cuando un determinado sector tiene un índice con valor mayor a uno, el país tiene en este una ventaja comparativa en materia de innovación.

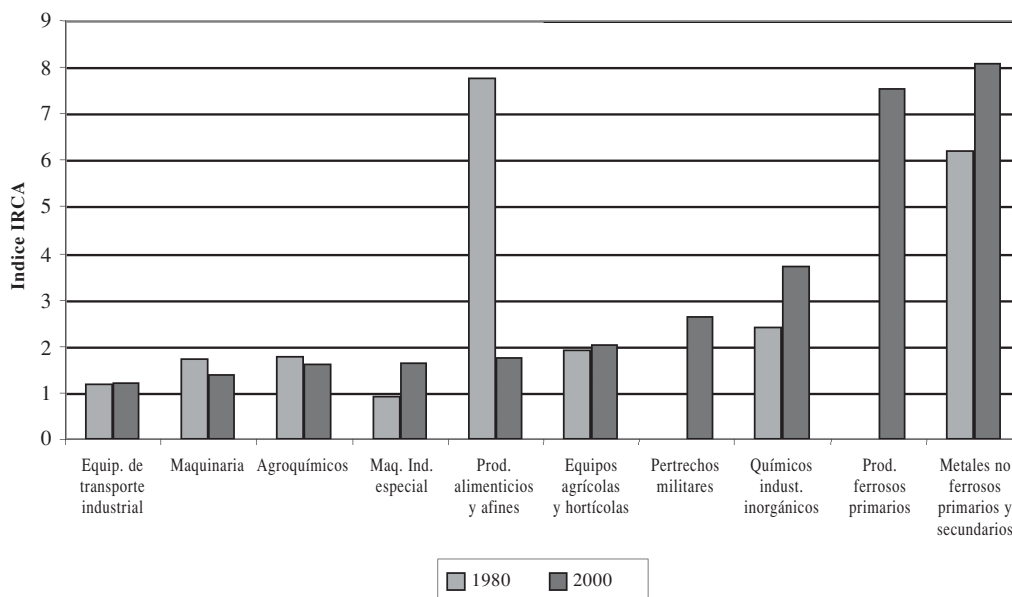
Para el caso de América Latina y el Caribe en su conjunto, los ejercicios econométricos descritos en Bosch *et al.* (2003) demuestran que la ineficacia de la región, en gran parte, se puede explicar por la falta de colaboración entre el sector privado y las instituciones dedicadas a las investigaciones, entre ellas las universidades. Sin embargo, según ejercicios estadísticos adicionales realizados para este artículo, estos factores no explican toda la ineficiencia relativa del SNI chileno. En parte, esta también se debe a tasas relativamente bajas de matrícula en la educación secundaria y terciaria (universitaria).

(7) Este resultado se obtuvo calculando una función del registro de patentes que incluyera la interacción entre inversión en IyD y una variable ficticia para los países de América Latina y el Caribe (ALC). A su vez, se calculó la misma función, pero incluyendo otras variables explicativas. Entre estas, las variables del Informe Global de Competitividad sobre la percepción del sector privado respecto a la calidad de las instituciones de investigación y el grado de colaboración entre las empresas privadas y las universidades. Estas fueron las que anulaban el significado estadístico de la variable de ALC relacionada con IyD. En Bosch *et al.* (2003) se entregan más detalles.

La Figura 5 muestra el índice promedio para los principales sectores industriales innovadores durante el período 1983-2000. La figura también señala el índice correspondiente a cada uno de los principales sectores entre 1963-1980, lo cual ayuda a determinar el cambio de la estructura de la innovación registrado en este país en las últimas décadas. Esta arroja que Chile tiene una ventaja comparativa en innovación principalmente en equipos mineros, municiones y explosivos, algunos productos químicos y equipos agrícolas y de procesamiento de alimentos. El sector más dinámico desde comienzos de la década de los ochenta, en tanto, parece ser el de los equipos mineros. Estos datos coinciden con el hecho de que la economía chilena tiene una fuerte ventaja comparativa en la producción y exportación de productos agrícolas y mineros. Por lo tanto, el diseño de políticas públicas dirigidas a estimular la IyD en estos sectores podría convertirse en una provechosa estrategia para la futura experimentación de políticas públicas diseñadas para fomentar la IyD privada.

Figura 5
Índice de ventajas comparativas de innovación.
Principales diez sectores

(clasificados por índice promedio 1983-2000)



Conclusiones principales

– Chile muestra un desempeño deficiente en materia de innovación y esto es pertinente tanto para las patentes comerciales como para las publicaciones científicas, las que están por debajo del promedio de los países con economías similares.

– En parte, este deficiente desempeño en innovación se debe a los insuficientes esfuerzos de Chile en Investigación y Desarrollo. De hecho, el país también muestra un bajo desempeño en la inversión en IyD, como proporción del PIB, comparado con uno que posee una economía y una fuerza laboral de tamaño similar.

– Su insuficiente inversión en IyD, como proporción del PIB, es tal vez más grave de lo que aparece en las comparaciones internacionales mencionadas, ya que la potencial rentabilidad económica de IyD puede ser bastante alta.

– El Sistema Nacional de Innovación (SNI) también es relativamente ineficiente, lo cual se refleja en una baja tasa de transformación de IyD en aplicaciones comerciales. Aunque esta ineficiencia también se produce en los demás países de América Latina y el Caribe, la ineficacia chilena no se explica totalmente por los mismos factores que afligen al resto, con excepción de la falta de cooperación entre la empresa privada y los investigadores de las universidades. En el caso chileno, la ineficiencia también se debe a una relativamente baja tasa de matrícula en la educación secundaria y universitaria.

– Sin embargo, es necesario investigar más a fondo las raíces estructurales de la ineficacia del SNI chileno, porque todos los factores mencionados solo explican como el 50% de la ineficiencia relativa de este sistema. Pero este requerimiento no debe impedir seguir experimentando con políticas que aborden la falta de innovación. esta carencia actualmente restringe las perspectivas de modernización tecnológica a largo plazo.

– Finalmente, los sectores de Chile que tienen ventajas comparativas en innovación parecen estar relacionados con la actividad agrícola y minera, y por lo tanto vale la pena experimentar con programas que alienten la inversión privada en IyD en estos sectores.

Referencias

- Baumol, William J., Richard R. Nelson y Edward N. Wolff eds. (1994). *The Convergence of Productivity, Its Significance and Its Varied Connotations*. Oxford y Nueva York: Oxford University Press.
- Bosch, Mariano, Daniel Lederman y William F. Maloney (2003). “Patenting and Efficiency: A Global View”. Documento mimeografiado. Oficina del Economista en Jefe para ALC, Banco Mundial, Washington, DC.
- Cohen, Wesley M., y Daniel A. Levinthal (1989). “Innovation and Learning: The Two Faces of R&D”. *Economic Journal* 99: 569-96.
- Dollar, David, y Edward N. Wolf (1997). “Convergence of Industry Labor Productivity among Advanced Economies, 1963-1982”. En Edward N. Wolff, ed., *The Economics of Productivity*. Reino Unido: Elgar.
- Forbes, Naushad, y David Wield (2000). “Managing R&D in Technology-Followers”. *Research Policy* 29: 1095-1109.
- Griffith, Rachel, Stephen Redding y John Van Reenen (2003). “R&D and Absorptive Capacity: From Theory to Data”. Institute for Fiscal Studies, Documento de Trabajo 01/03, Londres.
- Hall, Robert, y Charles I. Jones (1999). “Why do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others?” *Quarterly Journal of Economics* 114 (1) 83-116.
- Lederman, Daniel, y William F. Maloney (2003^a). “R&D and Development”. Documento mimeografiado. Oficina del Economista en Jefe para ALC, Banco Mundial, Washington, DC.
- Lederman, Daniel, y William F. Maloney (2003^b). “Innovation in Mexico: NAFTA Is Not Enough”. Documento mimeografiado. Oficina del Economista en Jefe para ALC, Banco Mundial, Washington, DC.
- Lederman, Daniel, y Laura Sáenz (2003). “Innovation around the World: A Cross-Country Data Base of Innovation Indicators”. Documento mimeografiado. Oficina del Economista en Jefe para ALC, Banco Mundial, Washington, DC.
- Martin, William, y Devashish Mitra (2001). “Productivity Growth and Convergence in Agriculture and Manufacturing”. *Economic Development and Cultural Change* 49 (2): 403-22.
- Pavitt, Keith (2001). “Public Policies to Support Basic Research: What Can the Rest of the World Learn from US Theory and Practice? (and What They Should Not Learn)”. *Industrial and Corporate Change* 10 (3): 761-779.

Autores



Daniel Lederman

Economista Senior de la Oficina del Economista Jefe para América Latina y el Caribe del Banco Mundial. Ph.D. de la Johns Hopkins University, School of Advanced International Studies, ha escrito en extenso sobre temas relacionados con crisis financieras en mercados emergentes, crimen violento en América Latina, economía política de las reformas económicas, reformas institucionales, crecimiento económico, comercio internacional y el efecto de la innovación en el proceso de desarrollo económico.



William F. Maloney

Economista principal de la Oficina del Economista Jefe para América Latina y el Caribe del Banco Mundial. Ph.D. en Economía de la Universidad de California, Berkeley. Ha publicado sobre comercio internacional, el impacto y las consecuencias de la liberalización, los ataques especulativos a las divisas de mercados emergentes, mercados laborales en los países en desarrollo, recursos naturales en el desarrollo de América Latina, y el vínculo que existe entre innovación y desarrollo.



© 2004 EXPANSIVA

La serie **en foco** recoge las investigaciones de EXPANSIVA que tienen por objeto promover un debate amplio sobre los temas fundamentales de la sociedad actual.

Este documento, cuya presente versión fue editada por Cony Kerber y contó con la colaboración de Uca Pérez, es parte de un proyecto de la Corporación que funcionó con el objetivo de analizar los distintos aspectos de las políticas de innovación y adopción de nueva tecnología en Chile. Esta iniciativa fue apoyada por la Fundación Tinker y coordinada por Andrea Repetto y Guillermo Larraín.

Estos documentos, así como el quehacer de EXPANSIVA, pueden ser encontrados en www.expansiva.cl.

Se autoriza su reproducción total o parcial siempre que su fuente sea citada.

