

La Corporación de Estudios para Latinoamérica es una institución de derecho privado sin fines de lucro y con fines académicos y científicos. Con domicilio en Dag Hammarskjöld 3269-Piso 3, Vitacura, Santiago de Chile, autorizada por decreto N° 1102 del Ministerio de Justicia, con fecha 17 de octubre de 1975.

Serie Estudios Socio / Económicos N° 35

“CERRANDO LA BRECHA INNOVATIVA LATINOAMERICANA: ¿QUÉ PODEMOS APRENDER DE COREA, ISRAEL Y FINLANDIA?”

**Claudio Bravo-Ortega
Álvaro García Marín**

Abril 2007

Este trabajo forma parte del Proyecto “Una Nueva Agenda Económico Social para América Latina”, que cuenta con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI)

Esta serie de documentos de trabajo (ISSN 0717-5264) tiene el propósito de contribuir a la difusión de las investigaciones de CIEPLAN. Las opiniones que se presentan en los documentos, así como los análisis e interpretaciones que en ellos se contienen, son de la responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Corporación.

CERRANDO LA BRECHA INNOVATIVA LATINOAMERICANA: ¿QUÉ PODEMOS APRENDER DE COREA, ISRAEL Y FINLANDIA?*

Claudio Bravo-Ortega^{**}
Álvaro García Marín^{***}

RESUMEN

Este artículo revisa el esfuerzo innovativo realizado por Latinoamérica (LAC) en las últimas cuatro décadas utilizando distintos indicadores de innovación tecnológica. La comparación del desempeño Latinoamericano con el de otras regiones del mundo muestra que LAC realiza un esfuerzo innovativo significativamente menor al de países industrializados, superando en algunos indicadores sólo a los países africanos de menores ingresos y a algunos del sur de Asia. En una segunda sección revisamos la literatura que estima tasas de retorno al I+D. Utilizando estimaciones disponibles para Latinoamérica calculamos los beneficios en puntos porcentuales de crecimiento adicional que implicaría cerrar la brecha innovativa respecto de los países líderes en el área. El trabajo concluye revisando las políticas innovativas de Corea, Israel y Finlandia y extrayendo las lecciones pertinentes para Latinoamérica.

Palabra Clave: Innovación, Crecimiento, Sistema de Innovación Nacional.

*Agradecemos a Daniel Lederman y Bill Maloney por proveernos de sus bases de datos para poder llevar a cabo esta investigación

** Departamento de Economía de la Universidad de Chile, clbravo@econ.uchile.cl

*** Gerencia de Investigación Económica, Banco Central de Chile, agarcia@bcentral.cl

ÍNDICE

I. Introducción	5
II. Esfuerzo Innovativo y Nuevo Conocimiento	6
III. Tasas de Retorno del gasto en I+D	8
1. Revisión de la literatura	9
2. Brecha Innovativa y su costo para Latinoamérica	10
IV. Tres Casos de Estudio	11
1. Corea del Sur	12
2. Israel	19
3. Finlandia	24
V. Conclusiones	28
Referencias	30
Apéndice	34

I. Introducción

Durante las últimas dos décadas la literatura de crecimiento económico ha centrado su atención en el rol que tienen las actividades de investigación y desarrollo (I+D) en las trayectorias de crecimiento de los países². En estos trabajos las actividades de I+D son el motor del crecimiento de la productividad total de factores (PTF) así como del producto per cápita. Complementariamente, desde el punto de vista empírico, la evidencia ha mostrado que aproximadamente la mitad de las diferencias de ingreso per cápita y crecimiento pueden ser atribuidas a diferencias en la PTF (Ver Jall y Jones (1999)), mientras que las actividades de I+D podrían explicar hasta tres cuartos de la tasa de crecimiento de la PTF a nivel de industrias bajo presencia de externalidades (Ver Griliches (1995)).

La experiencia de los países del Este Asiático, y más recientemente de Escandinavia, resaltan la importancia de entender la relación entre gasto en I+D, crecimiento del ingreso per cápita y crecimiento de la PTF. El caso de Corea del Sur es bastante ilustrativo al respecto. Mientras en la década del sesenta su gasto en I+D representaba 0.35% del PIB, tres décadas más tarde este esfuerzo llegaba a 2.37% del PIB. Este incremento en el gasto en I+D fue acompañado de un crecimiento en el ingreso per cápita y en la PTF muy superior al del resto de las regiones del mundo, a tasas anuales de 6.08% y 1.70% respectivamente (ver Tabla 1). En los países Latinoamericanos, en contraste, el desempeño económico durante los últimos 40 años ha sido bastante insatisfactorio, tanto en términos absolutos y relativos. Las tasas de crecimiento del ingreso per cápita y de la PTF de la región, en el período 1960-2000, se encuentran muy por debajo del promedio mundial, con valores de 1.44% y 0,29% respectivamente. Datos recientes de innovación muestran que el esfuerzo Latinoamericano se encuentra muy por debajo del de regiones de igual o mayor desarrollo, superando sólo al esfuerzo innovativo realizado por África y Asia del Sur, promediando durante la década de 1990 sólo 0.5% del PIB, lo cual representa apenas un quinto del esfuerzo de los países escandinavos o un cuarto del de los países de la OECD. Considerando que el retorno al gasto en I+D medido en función del PIB se sería igual a 78% para Latinoamérica (ver Bravo-Ortega y García, 2007), la baja actividad innovativa latinoamericana surge como un posible factor de relevancia para explicar el pobre desempeño de la región.

En éste estudio mostramos la evolución de los principales indicadores de actividad innovativa en las distintas regiones del mundo, para determinar de esta forma la posición relativa de Latinoamérica con respecto al resto de las regiones y países en términos de esfuerzo innovativo. Posteriormente mostramos cuán importante son, o pueden llegar a ser, las diferencias de actividad innovativa entre Latinoamérica y países de altos ingresos para explicar las diferencias en el crecimiento del ingreso. Los resultados indican que la brecha innovativa latinoamericana se encontraría, en promedio, 0,1% por debajo de lo que sugieren los datos como predicción. Este resultado, junto a los retornos estimados a la I+D implicarían que la brecha tendría un costo aproximado de 0,08% del PIB. Al tomar en consideración la brecha existente con países de altos ingresos, los beneficios estimados aumentan sustancialmente, alcanzando en promedio 1,8% del PIB. Finalmente revisamos la experiencia de tres países líderes en actividad innovativa: Corea, Israel y Finlandia. El caso

² Para un trabajo seminal ver Romer (1990)

de Corea muestra la experiencia de uno de los países que mas rápido ha crecido durante los últimos cuarenta años, mientras que el caso de Israel ilustra la experiencia del país con más alto esfuerzo innovativo en la actualidad, entendiendo éste como la fracción del PIB que corresponde a gasto en I+D. Finalmente, la experiencia de Finlandia es de particular interés para Latinoamérica al ser un país cuyo desarrollo hasta hace poco se basaba en la explotación de recursos naturales.

El estudio se estructura de la siguiente forma: en la próxima sección analizaremos con más detalle la evolución del esfuerzo innovativo en el tiempo y entre regiones, considerando como indicador de actividad innovativa al gasto en I+D, el cual comprende investigación básica y aplicada, así como desarrollos experimentales. Adicionalmente, en esta sección analizaremos la evolución de las patentes producidas cada año de acuerdo a su lugar de origen. En la tercera sección revisamos la literatura empírica sobre tasas de retorno al I+D, presentando además estimaciones de las brechas innovativas para los países Latinoamericanos así como el impacto esperado de cerrar tales brechas. La cuarta sección revisa las políticas de I+D implementadas en Corea, Israel y Finlandia. La sección final presenta las principales conclusiones de este estudio.

II. Esfuerzo Innovativo y Nuevo Conocimiento

Los datos utilizados en este documento provienen de distintas fuentes. Los datos de PTF fueron obtenidos de Klenow y Rodríguez-Claire (2006). En tanto, los datos de I+D fueron obtenidos de Lederman y Saenz (2005) y de la página web UNESCO. Los datos de PIB fueron obtenidos de Penn World Table 6.1 y Lederman y Maloney (2003, 2006). Por último, los datos de patentes fueron obtenidos de la página web del USPTO.

La Tablas 1 y 3 muestran el crecimiento de la productividad total de los factores promedio anual por regiones para distintos períodos de tiempo. El crecimiento en la productividad total de los factores (PTF) representa aquella parte del crecimiento en el producto que no es posible explicar por acumulación de factores productivos³. Tradicionalmente, la producción de nuevo conocimiento ha sido reconocida como un componente importante del crecimiento de la PTF, así como la acumulación de nuevo conocimiento ha sido atribuida en gran parte al desarrollo de actividades de I+D.

En países como los escandinavos, Japón y Corea del Sur, el crecimiento de la productividad total de los factores equivale a casi un tercio del crecimiento promedio del ingreso per cápita observado en el período 1960-2000. En Latinoamérica, en tanto, el crecimiento promedio de la PTF ha sido apenas positivo (0.29%) para el mismo período, a pesar de que el crecimiento de promedio del ingreso per cápita es cercano a 1.4 %. Lo anterior implica que para éste último grupo de países la mayor parte del crecimiento se explica por acumulación de factores productivos. Cabe preguntarse entonces por que el crecimiento de la PTF ha sido tan bajo en Latinoamérica y si esto tiene relación con el nivel de I+D de la región.

³ Ver Solow (1956)

Como se puede apreciar en la Tabla 4, Latinoamérica ha tenido niveles de actividad innovativa históricamente bajos en comparación al resto de las regiones. El gasto en Investigación y Desarrollo como proporción del PIB sigue siendo en la región prácticamente el mismo que hace cuarenta años. En contraste, durante el mismo período, Corea del Sur ha experimentado un despegue en cuanto a actividad innovativa pasando de invertir una cantidad ligeramente inferior a Latinoamérica, a superarlo en más de cuatro veces durante la década de 1990. Del mismo modo, la brecha existente en la década de 1960 con los países escandinavos y Japón ha aumentado en el tiempo, tanto en términos absolutos como relativos. El esfuerzo innovativo de Latinoamérica es un cuarto del realizado por la OECD e inferior al de los países del Este Asiático, Europa y Asia Central y el Medio Oriente y Norte de África. Con ello, el gasto en I+D como fracción del PIB de Latinoamérica es tan solo superior al de alguno de los países Africanos y del sur de Asia.

Durante la década de 1970 Latinoamérica logró acortar ligeramente la distancia con Estados Unidos en relación a las décadas anteriores. Este hecho se explica tanto por el mayor gasto en I+D de la región como por el menor gasto de Estados Unidos, esto último documentado y discutido por autores como Griliches y Lichtenberg (1998) entre otros. En general los datos muestran una tendencia bastante irregular en el esfuerzo innovativo Latinoamericano.

Esta situación de “bajo esfuerzo innovativo” de Latinoamérica es aún más pronunciada cuando se consideran niveles de gasto en I+D per cápita (Ver Tabla 6). Las diferencias de gasto en I+D por persona dejan claro que Latinoamérica se encuentra décadas atrás respecto de los países desarrollados. En efecto, el gasto per cápita en I+D de Japón la década de 1990 es más de 20 veces el de Latinoamérica, mientras que el de Estados Unidos y de Escandinavia es 22 y 17 veces mayor respectivamente. Respecto de la OECD la brecha alcanza a 12 veces aproximadamente.

El bajo desempeño de la región en términos de crecimiento y de progreso tecnológico generado no considera la heterogeneidad al interior de la región. La Tabla 5 presenta información desagregada de gasto en I+D para los países de Latinoamérica y el Caribe. Como se puede apreciar, la distribución y evolución del gasto en I+D durante las últimas décadas en los países de la región es dispersa. Mientras un grupo de países han experimentado pequeñas mejoras en los últimos treinta años (Chile, Brasil, México), otros se han mantenido estancados (Venezuela) y otros han visto fuertes disminuciones en la inversión realizada en I+D (Argentina⁴). De la misma forma, al analizar el caso de inversión en I+D per cápita, se aprecia claramente que Brasil y Chile se despegan de la trayectoria promedio de la región en la década de 1970, aunque lejos aún de los países de altos ingresos.

En última instancia es el producto del proceso innovativo (conocimiento económicamente valioso) y no los insumos del proceso (gasto en I+D) lo que afecta al desarrollo de un país. Para explorar de forma más precisa el producto de la actividad innovativa se utilizaron registros de patentes como indicador de nuevo conocimiento. Pese a que los registros de patentes han recibido múltiples críticas por ser un indicador imperfecto de la actividad que

⁴ Sin embargo, se observa una recuperación parcial en los primeros años de ésta década.

culmina con la producción de nuevo conocimiento, fueron utilizados ante la imposibilidad de contar con algún otro registro de nuevo conocimiento producido de amplia disposición⁵. Para poder realizar comparaciones entre regiones en el tiempo, utilizamos las estadísticas de patentes registradas en Estados Unidos disponibles en la Oficina de Patentes y de Registro de Marcas de Estados Unidos (USPTO) para el período 1963-2004, que clasifica las patentes según el lugar de origen de los inventos.

La Tabla 7 muestra la evolución de las patentes registradas en Estados Unidos en promedio por año. Como se puede apreciar, las regiones consideradas han aumentado sustancialmente sus registros desde los sesenta. Este es el caso de Latinoamérica y el Caribe, que con la excepción de la década de 1980 ha visto incrementar el número promedio anual de patentes en forma continua para el período considerado. Sin embargo, este incremento es muy inferior al experimentado por otras regiones. Una vez más ilustraremos esta situación comparando el caso de Corea del Sur con Latinoamérica. Mientras la región registraba en las décadas de los '60 y '70 un número muy superior de patentes a las de Corea del Sur, en las siguientes décadas esta situación se revierte sustancialmente. En la actualidad, el país asiático registra 15 veces más patentes que todos los países Latinoamericanos. Similarmente, la suma de las patentes originadas en LAC no alcanza ni siquiera a un 10% de las patentes registradas por un país promedio de la OECD.

En resumen, la actividad innovativa registrada en Latinoamérica y el Caribe desde la década de 1960 tiene ordenes de magnitud completamente distintos a la de países que en la actualidad tienen altos ingresos. Las cantidades invertidas en la producción de nuevo conocimiento han sido insignificantes en comparación a lo realizado por el resto de los países y regiones consideradas en este análisis. Como podría esperarse, este bajo gasto en I+D se traduce en que el nuevo conocimiento generado en la región también es insignificante en relación al del resto de los países de ingresos similares y superiores.

III. Tasas de Retorno del gasto en I+D

En esta sección presentamos de manera más formal la relación entre investigación y desarrollo, crecimiento y producción de nuevo conocimiento. El aporte del gasto en investigación y desarrollo al crecimiento del producto o a la productividad total de los factores ha sido abordado por una cantidad apreciable de autores que han medido tasas sociales y privadas de retorno al gasto en innovación y desarrollo. Este será el tema que tratará la primera parte de esta sección. La segunda parte de la sección estudia, en base a los resultados disponibles para Latinoamérica, el beneficio de cerrar la brecha innovativa.

⁵ Los principales problemas de las patentes es que no todos los nuevos productos son patentables, las nuevas patentes no siempre representan nuevo conocimiento económicamente valioso, además de que no suelen considerar la calidad y/o impacto de las innovaciones.

1. Revisión de la literatura

La literatura que estudia el retorno del gasto en I+D ha sido ampliamente desarrollada obteniendo retornos a nivel de empresas, industrias, y países, utilizando tanto datos *cross-section* como de panel. Las tasas de retorno estimadas en cada uno de los niveles mencionados anteriormente no son directamente comparables debido a la existencia de *spillovers*.

Una proporción importante de los estudios que han medido tasas de retorno se han enfocado en datos de empresas pertenecientes a países industriales, en especial de Estados Unidos, Francia y Japón. Las tasas de retorno (privadas) estimadas en estas economías no difieren demasiado entre sí. Mansfield (1980), Griliches y Mairesse (1983), Griliches y Mairesse (1984) y Griliches y Mairesse (1990) estiman los retornos privados a la I+D en Estados Unidos para distintas muestras de firmas, encontrando estimaciones en el rango 19%-41%, siendo aquellas que utilizan como variable dependiente ventas, las que obtienen mayores retornos, a diferencia de aquellas en que se utiliza el valor agregado como variable de beneficio económico⁶. Clark y Griliches (1984) estiman retornos enfocándose a nivel de unidades de negocios en Estados Unidos, encontrando retornos cercanos a la cota mínima del rango anterior (20%). Por otra parte, el estudio de Griliches y Mairesse (1983) también estudia el retorno agrupando empresas francesas y de Estados Unidos, obteniendo tasas de 28%, mientras que cuando sólo son consideradas empresas francesas la tasa estimada alcanza el 31%. Similarmente, Hall y Mairesse (1995) estiman el retorno a I+D para un grupo de empresas francesas, encontrando retornos en el rango 23%-27%. Para el caso de Japón, los estudios más citados son los de Goto y Suzuki (1989) y el de Griliches y Mairesse (1990). Mientras en el primero las tasas de retornos encontradas se encuentran en el rango 22%-42%, en el segundo el retorno estimado está entre 30% y 56%. En resumen, las tasas de retorno en los economías industrializados son prácticamente iguales, siendo las estimadas para Estados Unidos las menores, aunque todas cercanas al 30%⁷.

La evidencia empírica estimando tasas de retorno sociales encuentra diferencias sustanciales con las tasas privadas. Griliches (1998) resume parte de estos hallazgos, encontrando que en términos absolutos los *spillovers* a nivel de empresas se encuentran en el rango 18%-20%, situando a la tasa de retorno social a nivel de empresas en el rango 40%-60%. A nivel de industrias la Comisión de Industrias de Australia (1995) muestra que en promedio la razón media entre retornos nacionales (privados más *spillovers* totales) e industriales es aproximadamente 2.5 (ver, entre otros Griliches and Lichtenberg (1984a) o Goto and Suzuki (1989)). Considerando que la tasa de retorno privada a nivel de industrias

⁶ Las tasas de retorno son notablemente sensibles a las especificaciones estimadas. En efecto, tal como se expone en Mairesse y Sassenou (1991), las estimaciones difieren ampliamente dependiendo de si se incluyen o no *dummies* industriales, o si es que se suponen o no retornos constantes a escala, por ejemplo. Así mismo la relación entre I+D y crecimiento de la PTF parece ser menos fuerte cuando se agrega la dimensión temporal utilizando datos de panel. Griliches y Mairesse (1984) sólo logran una relación significativa restringiendo la función de producción para que tenga retornos constantes a escala utilizando datos de panel.

⁷ Estas tasas se encuentran en el promedio de las tasas de retorno promedio expuestas en la revisión histórica de estudios realizada por Weiser (2001). Este trabajo considera 50 estudios que han estimado tasas de retorno, correspondiendo en su mayoría a estudios a nivel de países industrializados.

en economías industrializadas es en promedio 30%, las tasas de retornos sociales de la inversión en I+D podrían alcanzar 75%.

Las pocas estimaciones disponibles a nivel de cortes transversales de países surgen en su mayoría a partir de artículos que estudian y cuantifican la existencia de *spillovers* entre países. Coe y Helpman (1995) incorporan explícitamente el efecto de la I+D de otros países sobre la economía doméstica, encontrando tasas de retorno sociales a la inversión en I+D igual a 123% para los países G7 y 85% en los 15 países restantes de la OECD. Los trabajos de Van-Pottelsberghe y Lichtenberg (2001) y Bitzer and Kerekes (2005) consideran además *spillovers* relacionados con la difusión de conocimiento entre países incorporados en la inversión extranjera directa, encontrando que los *spillovers* implican un exceso de retorno por sobre las estimaciones que no consideran estos *spillovers* cercano a 65% en los G7 y 15% para los países restantes de la OECD.

El trabajo de Lederman y Maloney (2003) junto a los de Lichtenberg (1993) y al de Benavente, De Gregorio y Nuñez (2005) forman parte de los pocos trabajos que estiman tasas de retornos para países en vías de desarrollo. Lichtenberg (1993), utiliza un panel de 53 países encontrando que el retorno privado de la inversión en I+D supera en 7 veces al retorno al capital fijo. Suponiendo que el retorno al capital fijo iguala al 7% del retorno de largo plazo del mercado accionario de Estados Unidos, tendríamos tasas de retorno privadas cercanas al 50%. Benavente, De Gregorio y Nuñez (2005), enfocándose en el caso chileno, estiman por GMM-System tasas de retorno privadas que alcanzan 54% para un panel de empresas. Lederman y Maloney (2003) por su parte, utilizan una base de datos que incluye observaciones de 103 países para el período 1960-2000. Este artículo, el más cercano al actual trabajo, encuentra tasas de retorno social a nivel de países que van desde 53% hasta más de 100%, dependiendo del nivel de desarrollo de los países en forma inversa. Finalmente, Bravo-Ortega y García (2007) estiman, en base a una actualización de los datos de Lederman y Maloney, tasas de retorno para tres grupos de países: Bajos Ingresos, Altos Ingresos y Latinoamérica. Los resultados de estimaciones llevadas a cabo por Bravo-Ortega y García (2007) establecen que el retorno del gasto en I+D medido en función del PIB se ubicaría entre 45% y 78% para Latinoamérica, entre 84% y 140% para los países de altos ingresos y entre -29% y -105% para los países de bajos ingresos. Estos resultados, parecen plausibles a la luz de los trabajos de Benavente, De Gregorio y Nuñez (2005), Coe y Helpman (1995) y de la Comisión de Industrias de Australia (1995).

2. Brecha Innovativa y su costo para Latinoamérica

En esta sección revisaremos el costo en puntos porcentuales de crecimiento que tiene para Latinoamérica el tener un gasto en I+D por debajo de los niveles internacionales, entendiendo por estos los niveles predichos por un modelo simple para países de similares ingresos.

El modelo que usaremos para predecir el esfuerzo en I+D es un modelo que varía de manera cuadrática con el ingreso y que controla por efectos fijos. Estimaremos dos modelos, uno sin instrumentar y el otro con instrumentos. Los instrumentos utilizados son dos rezagos de los términos asociados al ingreso.

La Tabla 9 muestra el costo que implica la brecha innovativa Latinoamericana en términos de puntos porcentuales del PIB, entendiendo por ella los residuos de las regresiones de efectos fijos sin instrumentar y con instrumentos. Al multiplicar esta brecha por el retorno al I+D se obtiene el costo en puntos de crecimiento que tiene el estar por debajo de los valores predichos. La Tabla 9 muestra también el efecto sobre el crecimiento que tiene duplicar los niveles actuales de esfuerzo innovativo y el efecto de incrementar los niveles actuales hasta el nivel promedio de la OECD. En la tabla 9 utilizamos el valor 45% como retorno al I+D en función del PIB ya que es la cota inferior de las estimaciones de Bravo-Ortega y García (2007). La Tabla 10 reemplaza este último valor por un 84%, que es la cota superior que obtienen los mismos autores.

La Tabla 9 nos muestra que el costo promedio de la brecha en puntos porcentuales de crecimiento del PIB es de 0.04%. Si Latinoamérica duplicara su esfuerzo en I+D obtendría un crecimiento de 0.12% extra del PIB. Si Latinoamérica tuviese los niveles de gasto en I+D de los países de la OECD eso significaría un crecimiento adicional 1% del PIB. Para el caso de Chile, la Tabla 9 muestra que el costo promedio de la brecha en puntos porcentuales de crecimiento del PIB es de 0.08%. Si Chile duplicara su esfuerzo en I+D obtendría un crecimiento de 0.27% extra del PIB. Si Chile tuviese los niveles de gasto en I+D de los países de la OECD eso significaría un crecimiento adicional de 0.73% en términos del PIB.

La Tabla 10 nos muestra el costo promedio de la brecha en puntos porcentuales de crecimiento del PIB, cuando se considera un retorno al I+D de 84%. En este caso el costo promedio de la brecha en puntos porcentuales de crecimiento del PIB es de 0.08. Si Latinoamérica duplicara su esfuerzo en I+D obtendría un crecimiento de 0.2% extra del PIB. Si Latinoamérica tuviese los niveles de gasto en I+D de los países de la OECD eso significaría un crecimiento adicional de 1.82% en términos del PIB. Para el caso de Chile la Tabla 10 nos muestra que el costo promedio de la brecha en puntos porcentuales de crecimiento del PIB es de 0.13%. Si Chile duplicara su esfuerzo en I+D obtendría un crecimiento de 0.57% extra del PIB. Si Chile tuviese los niveles de gasto en I+D de los países de la OECD eso significaría un crecimiento adicional de 1.56% en términos del PIB.

IV. Tres Casos de Estudio

En esta sección estudiamos las experiencias de política innovativa de Corea, Israel y Finlandia. Corea representa una experiencia extraordinaria de desarrollo en el contexto mundial durante los últimos cuarenta años. Por su parte, Israel es un país que también ha mostrado tasas de crecimiento altas durante igual período de tiempo, pero que corresponde al país que más gasta en I+D en la actualidad. Finalmente, la experiencia Finlandesa es de particular interés para Latinoamérica puesto que es un país cuyo desarrollo hasta hace una década se basó fundamentalmente en la explotación de recursos naturales, y que hoy es uno de los países con más alto ingreso del mundo, y que consistentemente ha sido clasificado como uno de los más competitivos.

Las figuras 4, 5, 6 muestran las trayectorias del esfuerzo innovativo (I+D/PIB) y el ingreso per capita a través del tiempo. En ellas se observa que el esfuerzo innovativo es permanentemente creciente a pesar de las fluctuaciones del PIB. Lo anterior es una muestra de la consistencia de las políticas innovativas en estos países.

1. Corea del Sur

Corea del Sur forma parte de las economías con mejor desempeño productivo en los últimos cuarenta años, lo cual le permitió saltar desde un producto per cápita apenas superior al de Bolivia en 1970 a más de US\$15.000 per cápita en el año 2000, con tasas de crecimiento cercanas al 8% anual.

Muchos economistas han argumentado que el desempeño de Corea del Sur, así como del resto de los tigres asiáticos, se debe a la fuerte inversión tanto en capital físico como humano. Es importante notar que independientemente de la importancia de los factores productivos en el proceso coreano de industrialización, múltiples indicadores sugieren que en Corea del Sur la acumulación de conocimiento tecnológico en el período 1960-2000 fue realizado a altas tasas. Esto último, sin duda se tradujo en una importante fuente de crecimiento adicional a la acumulación de factores productivos.

En efecto, tal como se revisó en la sección 2, la alta tasa de crecimiento del producto de Corea del Sur fue acompañada de un alto crecimiento anual de la PTF, superando al crecimiento promedio de Japón, Estados Unidos, Escandinavia y la OECD. A un nivel más desagregado, el cuadro 11 extraído de Lim (1999) explora el crecimiento promedio anual de la PTF de los 10 sectores que experimentaron un mayor crecimiento en la PTF en el período 1967-2000. Como se puede apreciar, la gran mayoría de los sectores que experimentaron mayor aprendizaje son intensivos en capital, o corresponden a industrias con un alto contenido tecnológico. Uno de los sectores más sorprendentes es el de maquinaria de oficina, pues ha mantenido durante todo el período tasas de crecimiento de la PTF superiores al 3%. Este ítem comprende productos como computadores, modems y mecanismos de control eléctrico.

A pesar de que el gasto en I+D es sólo un insumo del proceso de desarrollo tecnológico, resulta útil revisar estas cifras para tener una idea del crecimiento del sector intensivo en tecnología. En efecto, el gasto en investigación y desarrollo ha aumentado constantemente en Corea del Sur desde la década de 1960 (exceptuando los años 1998-1999 de crisis asiática). Como porcentaje del PIB el gasto en I+D ha pasado de tasas algo menores a medio punto porcentual, a superar 2.5% del PIB en el año 2000. En términos per cápita, el salto ha sido aún más espectacular: desde menos de US\$10 a más de US\$300 en tres décadas. Los registros de patentes en Estados Unidos confirman el rápido desarrollo del sector innovativo en Corea del Sur: de 7 patentes anuales en la década de 1970 en el mercado de Estados Unidos, pasa a 3800 patentes anuales en el período 2000-2004, lo que lo coloca como el quinto país que más patenta en este mercado, por detrás del propio Estados Unidos, Japón, Alemania y Taiwán. La dinámica de estos dos indicadores sugieren un rápido desarrollo del sector tecnológico en Corea del Sur.

1.1 El programa de industrialización de Corea

El desarrollo del sector tecnológico en Corea del Sur tiene parte de sus raíces en el proceso de industrialización iniciado en los años sesenta. Desde entonces y hasta el año 2000 se habían sucedido siete planes quinquenales de desarrollo industrial. En 1961, el gobierno del recién asumido presidente Park Chung Hee emprende un ambicioso plan de industrialización, el cual contemplaba el desarrollo de una serie de industrias que se consideraban como estratégicas⁸. Para soslayar la desventaja del pequeño mercado local, el gobierno crea deliberadamente grandes consorcios de empresas conocidas como *chaebols*⁹. Tal como muestra Kim (1997), el gobierno jugó un rol sumamente activo en el desarrollo de los *chaebols*. En primer lugar, prestó ayuda financiera a las empresas de las industrias estratégicas, consiguiendo recursos en el exterior y nacionalizando los bancos comerciales coreanos. Al tener el control de la banca, el gobierno pudo canalizar los recursos en forma de préstamos a tasas de interés preferenciales o como subsidios directos. En segundo lugar, protege a las industrias de la competencia extranjera colocando trabas arancelarias y no arancelarias, y permitiéndoles además, a menudo, tener un monopolio en el mercado doméstico. La protección de la competencia externa se fue suavizando a medida que las empresas fueron más competitivas, desapareciendo prácticamente las barreras en la década de 1980. En tercer lugar, disciplinó a las corporaciones con un estricto sistema de premios y castigos, considerando como variable relevante para la evaluación al desempeño exportador de las empresas. El gobierno entendió que la única forma de que las empresas protegidas salieran a flote era exponerlas a la competencia internacional. De esta forma, penalizó a las empresas con bajo rendimiento, no renovando préstamos o ignorando postulaciones a créditos, y recompensó a las buenas empresas dándole continuidad a los programas de apoyo financiero.

La orientación exportadora de las empresas fue precisamente una de las claves en el proceso de transferencia de tecnología, lo cual ha sido enfatizado por autores como Hobday (2000), Kim (1997), Lee (2000) y Pack (2000). Al tener que competir en el exterior con empresas que contaban con un mayor conocimiento tecnológico, los *chaebols* comienzan a demandar en forma creciente tecnología de frontera, para así poder introducirla a sus procesos productivos. La transferencia de tecnología fue realizada en una primera fase por medio de importación de bienes de capital, y en menor medida, por medio de licencias extranjeras e inversión extranjera directa. La importación de bienes de capital fue la forma preferida de acceder a la tecnología disponible, debido a las facilidades puestas por el gobierno (que incluían la exención de impuestos a las importaciones de estos productos) y a las regulaciones restrictivas que pesaban sobre las licencias extranjeras y sobre la inversión extranjera directa en las décadas de 1960 y 1970. El aprendizaje derivado de los bienes de capital importados fue posible principalmente por medio de ingeniería-inversa¹⁰ aplicada

⁸ En los sesenta, aglomerados, textiles, aparatos electrónicos y automóviles, y en los setentas acero, construcciones navales, servicios de construcción y maquinarias.

⁹ En palabras de Kim (1997): “*Un chaebol es un grupo de negocios que consiste en una variedad de empresas corporativas comprometidos en diversas áreas de negocios y típicamente manejadas y dirigidas por uno o dos grupos de familias interrelacionadas*” (pp.27, original en inglés, cursivas agregadas por los autores)

¹⁰ Traducción del término en inglés “*reverse-engineering*”. Este término hace referencia al aprendizaje que se deriva de desarmar y armar un producto ya finalizado tantas veces como sea necesario hasta entender los mecanismos que gobiernan al objeto.

por las empresas coreanas. La inversión extranjera directa, en tanto, fue permitida bajo estrictas condiciones en la década de 1970, recibiendo mayor atención las asociaciones de empresas conjuntas (*joint ventures*) en lugar de la instalación de subsidiarias de empresas extranjeras. Las licencias extranjeras fueron utilizadas en la medida que permitían acceder a tecnologías sofisticadas que no podían ser producidas libremente. En la década de 1980 y 1990 Corea del Sur liberaliza la política restrictiva que tenía sobre los flujos de inversión extranjera directa y licencias extranjeras, en la búsqueda de tecnología extranjera más sofisticada necesaria para mantener su competitividad internacional.

Enfrentando la fuerte necesidad de aumentar la producción de bienes intensivos en tecnología con alto valor, el gasto en innovación y desarrollo comienza a aumentar a altas tasas en Corea del Sur desde fines de la década de 1960, representando el gasto financiado por el gobierno una importante proporción del gasto total. El rol del gobierno en el proceso de transferencia de tecnología ha sido un punto controvertido entre los economistas. Mientras algunos han alabado el papel del gobierno en la creación de las instituciones necesarias para conducir las nuevas capacidades tecnológicas (Lim 1999, Lall 2000), otros autores se han mostrado escépticos acerca de los resultados que efectivamente pueden ser atribuidos al gobierno, en contraposición al rol de la transferencia de tecnología extranjera y de los esfuerzos a nivel de empresas (ver Pack, 2000).

1.2 Las instituciones del I+D en Corea

Jinjoo Lee et al (1988) postula la existencia de tres etapas de desarrollo tecnológico en el proceso de desarrollo industrial: (i) imitación, (ii) internacionalización, y finalmente (iii) generación de tecnología. En la primera etapa, la imitación de tecnología extranjera es la principal fuente de adquisición de capacidad tecnológica. La segunda etapa comienza cuando los ingenieros son capaces de desarrollar plantas o productos con esfuerzo local o cuando productos nacionales llegan a ser superiores a los desarrollados en el exterior. La etapa final comienza cuando las firmas nacionales introducen productos líderes en los mercados mundiales que contienen el estado de las artes (*State of the art Technologies*).

De acuerdo a esta clasificación se pueden estudiar las distintas políticas empleadas en distintos momentos del tiempo en Corea. De acuerdo a Lee (2000) la etapa de imitación abarca el periodo 1962-1979. La etapa de internacionalización comprende los años 1980-1989, mientras que la etapa final se iniciaría en 1990 y dura hasta el presente. A continuación revisamos las políticas de I+D implementadas por el gobierno de Corea en cada una de estas etapas, así como su interrelación con las políticas comerciales e industriales.

1.3 La etapa de imitación

El Instituto Coreano de Ciencia y Tecnología (KIST) y los Institutos de investigación gubernamentales (GRIs)

El primer plan de desarrollo quinquenal comenzó en 1962, cuando el gasto en I+D alcanzaba apenas el 0,2 % del GDP y prácticamente no existía actividad innovativa en las universidades y la industria. Sólo los institutos públicos de investigación llevaban a cabo pequeños proyectos de I+D.

Después de transcurrido el primer plan de desarrollo, en el año 1966, el gobierno creó el Instituto Coreano de Ciencia y Tecnología (KIST) como un centro técnico integrado de apoyo al aprendizaje tecnológico industrial, luego que esta necesidad se hiciera evidente en la implementación del primer plan. La organización fue asistida por el *Battelle Research Institute* de los Estados Unidos y la construcción del instituto fue financiada con la ayuda del USAID. Durante 1967 se creó el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MOST), cuya función principal era integrar los planes de desarrollo científico y tecnológico, así como coordinar el I+D gubernamental, la cooperación internacional en el área y el desarrollo de plantas de energía nuclear. A principios de los setenta y a consecuencia de las limitaciones que había mostrado el KIST para satisfacer la demanda por información y transferencia tecnológica, se crean los Centros de Investigación con financiamiento público (GRIs). La construcción de infraestructura en ciencia y tecnología continuó con la entrada en vigor de la ley de desarrollo tecnológico y de promoción de desarrollos ingenieriles en 1972. En 1971 se creó también el Instituto Coreano Avanzado, cuyo objetivo fue el establecimiento de programas de magíster y doctorado de alto nivel.

Es bien sabido que durante la etapa de imitación, el impacto que tienen las actividades que estimulan la oferta de I+D es limitado porque no existe demanda por ellas. No obstante ello, el gobierno de Corea hizo una fuerte apuesta por este sector sin demandar un retorno inmediato de él, y en particular de los GRIs, los cuales tenían plenas atribuciones para la asignación de fondos otorgados por el gobierno.

Durante las décadas de 1960 y 1970 el KIST y los GRIs derivados fueron las instituciones que gastaron la mayor parte del I+D total. Sin embargo, sus desarrollos tecnológicos no tenían mayor relación con el sector industrial, lo cual hacía que el gasto realizado fuera poco efectivo en términos productivos. La pobre conexión con el mundo industrial se hacía evidente también en términos de científicos e ingenieros formados en Universidades y en GRIs, pues la mayoría de estos se encontraban poco capacitados para proveer maquetas detalladas u otros tipos de asistencias industriales cruciales en las etapas iniciales de la producción de nuevos productos. No obstante ello, los GRIs jugaron un importante papel en ayudar a las empresas a adquirir tecnología extranjera en los primeros años de industrialización, y en transferir y difundir informalmente la tecnología dentro de la economía realizando ingeniería-inversa sobre las tecnologías extranjeras (ver Kim, 2000). Adicionalmente, de acuerdo a Lee (2000), el mayor esfuerzo gubernamental se materializó en atraer a científicos e ingenieros coreanos desde el exterior que no habrían retornado de no mediar la inyección de recursos en el sector de I+D. Muchos de estos ingenieros y

científicos jugarían papeles claves tiempo después en el desarrollo de las industrias de maquinaria pesada, química y de alta tecnología.

La política industrial del periodo de imitación

Por otra parte, los estímulos a la demanda por I+D jugaron un papel importante, influenciando la dirección y la velocidad del cambio tecnológico. La política industrial de Corea es única por promover las exportaciones al mismo tiempo que se implementaban políticas de sustitución de importaciones. De acuerdo a Lee (2000), esto no habría sido posible si la política industrial de Corea hubiera descansado únicamente en instrumentos de política comercial para llevar a cabo el proceso de industrialización. Éste fue posible gracias a que se usaron otros instrumentos como financiamiento preferencial, provisión de tierras industriales de bajo costo, el relajamiento de las regulaciones “*antitrust*”, entre otras medidas. La política industrial (promoción de exportaciones, sustitución de importaciones, subsidios, etc.) llevada a cabo en Corea estaba dirigida a sectores específicos, con el objetivo de expandir la capacidad productiva al mismo tiempo que se estimulaba la “capacidad” tecnológica nacional. La experiencia coreana muestra que la promoción del desarrollo industrial afecta el aprendizaje tecnológico de dos maneras. Primero, la interacción con los mercados internacionales, ya sea como proveedor o consumidor, facilitaría la absorción de tecnología al traer aparejado entrenamiento de trabajadores en el exterior, recibir asistencia técnica de proveedores y consumidores de los bienes exportados. De acuerdo a Westphal, Lee and Pursell (1981) los contactos derivados de las relaciones comerciales explican hasta un 95% de las fuentes de innovación tecnológica. Segundo, los aumentos en la producción traen consigo mejoras en el aprendizaje tecnológico (La ley de Verdoon). De acuerdo a Lee (2000) esto es evidente en las industrias automotriz y electrónica.

Una de las críticas al modelo coreano es que no siempre las políticas industriales y de ciencia y tecnología estaban bien coordinadas. La política industrial estaba concentrada en el Ministerio de Comercio e Industria, mientras que las políticas de ciencia y tecnología estaban concentradas en el ministerio homónimo. Lo anterior da origen a la principal crítica de los industriales a los GRIs, esta es, que los proyectos que se llevaban a cabo tenían poco valor comercial. Sin embargo, este desacoplamiento de políticas tuvo sus beneficios. Mientras que la política industrial se mostraba a ratos, errática e inestable, la política de ciencia y tecnología era consistente en el tiempo.

Otras políticas importantes en la etapa de imitación fue la regulación de la inversión extranjera y de las licencias, las que fueron reconocidas como uno más de los vehículos de transferencia tecnológica. Sin embargo, Corea fue selectiva en la aprobación de la inversión extranjera, movido inicialmente por las aprensiones derivadas del periodo colonial japonés. Estas regulaciones permanecieron en vigor hasta el año 1984. Hasta entonces, los *joint ventures* eran preferidos a la entrada de firmas de propiedad extranjera, preferencia que se materializaba al denominar como “inversión no deseada” a algunos proyectos de inversión. En contraste, la política de licencias fue bastante más permisiva, pues aún cuando era necesaria la aprobación del gobierno, los requisitos eran mínimos. Para disminuir el pago de royalties asociado a licencias, el gobierno redujo la duración de las mismas, alterando de este modo su número lo menos posible. Lee (1989) ha denominado a esta situación como

“estrategia de *unpackaging*”, al reconocer que el capital y la tecnología pueden ser obtenidas de canales distintos.

1.4 La etapa de internacionalización

En 1979 Corea experimentó, por primera de vez desde la implementación de su política industrial, una tasa de crecimiento negativa. Como anticipaban algunos sectores críticos a la política industrial, algunos sectores sufrieron de exceso de capacidad instalada. El gobierno que asumió en 1980 intervino extensivamente los sectores de maquinaria pesada y químico. Se introdujeron medidas estabilizadoras que buscaban restaurar los mecanismos de mercado en la asignación de los recursos. Así se inició la liberalización del mercado financiero, y se inició una nueva etapa de liberalización comercial. Junto con ello el *won* fue devaluado. Los incentivos de desarrollo sectorial comenzaron a ser removidos lentamente y fueron reemplazados por incentivos para todos los sectores de la economía.

Así, los incentivos tributarios al I+D fueron extendidos. Los aranceles del gasto en I+D fueron eliminados o eximidos. Se introdujo también créditos tributarios a los gastos corporativos en la capacitación de capital humano. En este periodo también se incrementaron los créditos de apoyo al desarrollo tecnológico, al mismo tiempo que la política de préstamos de gobierno se reducía. Del mismo modo se promovía la creación de capital de riesgo privado y se introdujeron los cambios legales para su desarrollo.

Todo lo anterior contribuyó a aumentar el gasto en I+D, al mismo tiempo que las empresas trataban de disfrazar de I+D los gastos de control de calidad, entre otros.

Adicionalmente en 1982 se creó el Programa Nacional de I+D (NRDP). Este plan establecía seis categorías de I+D. La categoría de Nacional Altamente Avanzado (HAN) consideraba el desarrollo de tecnologías de importancia estratégica, y buscaba activamente la participación del sector privado. Las empresas financiaban parcialmente el I+D pero obtenían la totalidad de los beneficios para sí.

La introducción del NRDP contribuyó a dos cambios importantes. En primer lugar, las Universidades y las firmas pudieron participar conjuntamente en los programas de I+D gubernamentales, compitiendo por fondos con los GRIs, cuyo financiamiento fue reducido. Segundo, el gobierno pudo participar en el desarrollo de proyectos de I+D de importancia estratégica, en contraste al período anterior, en el que los GRI's gozaban de plena autonomía en la utilización de los fondos públicos.

Estos cambios trajeron algunas consecuencias no deseadas, como la poca consistencia de las políticas de gobierno, que cambiaban al cambiar los ministros u otros funcionarios de gobierno. Por otra parte la carga administrativa de los investigadores aumentó considerablemente. Finalmente, la introducción del NRDP resultó en un aumento de los fondos asignados a los *chaebols*, quienes tenían un mayor poder de lobby que las pequeñas y medianas empresas.

Así los *chaebols* comenzaron a establecer centros de I+D corporativos, con lo que la masa de científicos formados en los GRIs comienza a jugar un rol importante. El cambio de la composición gobierno/no-gobierno del gasto en I+D, explicado por este cambio de política de los *chaebols* en los ochenta, se puede apreciar en la figura 2, en donde la participación del sector no-gobierno pasa de 48% en la década los sesenta a 80% en el año 1985, luego de lo cual el gasto del sector privado se mantiene relativamente estable, exceptuando el período 1997-1999 de crisis asiática.

Tal como explica Kim (1997), a través de los años, el rol de los GRIs en comparación al de los centros corporativos se ha debilitado principalmente por dos razones. En primer lugar, los centros corporativos tienen una estructura menos rígida que la de los GRIs, y por tanto tienen la capacidad para responder de manera más flexible a los requerimientos de los mercados. En segundo lugar, los GRIs han sido menos capaces de competir con los centros corporativos en mantener a los mejores investigadores, debido a que no cuentan con los recursos suficientes para competir con los incentivos económicos ofrecidos por el sector privado a los trabajadores especializados. La figura 3 muestra el porcentaje de investigadores en el sector privado. Como se puede apreciar, la proporción de investigadores en el sector privado ha aumentado importantemente en el tiempo, aunque de manera irregular, desde 20% en el año 1970 a más de 60% a inicios del siglo XXI.

Finalmente, durante este periodo las políticas que regulaban la inversión extranjera directa y las licencias fueron modificadas sustancialmente. Desde 1980 el gobierno inició la liberalización de la inversión extranjera, y en 1984 la ley que regulaba el sector fue modificada con el objeto de promover la inversión. En ella se reducían significativamente el número de sectores donde estaba prohibida la inversión extranjera.

Las políticas de licencias fueron modificadas, otorgando aprobación automática a aquellos acuerdos de licenciamiento que cumplieran ciertos requisitos. Estos eran: la duración de los proyectos debía ser menor a los diez años, los pagos de royalties debían ser menores al diez por ciento de las ventas, y el primer pago (*front end*) debía ser menor al millón de dólares.

1.5 La etapa de generación de tecnología

En esta etapa los gobiernos de Corea trataron de establecer un sistema de innovación nacional similar al de los países desarrollados. Así queda de manifiesto en el séptimo Plan de Desarrollo Social, que abarcó el periodo 1992-97. Uno de los principales objetivos fue mejorar la capacidad de investigación de las Universidades. Aun cuando éstas concentran el 80% de los Ph.D., tan solo reciben el 7% del gasto público en I+D.

Para promover la investigación cooperativa el gobierno aprobó en 1993 la ley de Promoción del I+D cooperativo. Al mismo tiempo que el Ministerio de Ciencia y Tecnología aprobaba un programa de apoyo a las Universidades. Centros de Investigación en Ciencia e Ingeniería fueron creados en 1990 con el objetivo de ayudar a financiar la investigación básica en las Universidades. En 1995 el Ministerio de Educación aprobó también un programa de apoyo a las Universidades orientadas hacia la investigación. Sin embargo, a pesar de todos estos cambios, las reformas aparentemente no rindieron los

resultados esperados, porque finalmente la composición del gasto público no cambió sustancialmente y los GRIs siguieron concentrando cerca del 80% de los fondos públicos.

Otra reforma importantes en esta etapa fue la diversificación de los programas de I+D del gobierno. Diversos ministerios desarrollaron programas propios, tales como los ministerios de Información, Agricultura y Bosques, Medio Ambiente, Salud y Bienestar, de Océano y Pesca.

El Ministerio de Información creó el programa más grande de todos, el Programa de Tecnología en Telecomunicaciones. Este programa fue posible de implementar gracias a que los fondos no venían asignados directamente del gobierno central, sino que se obtenían de los ingresos derivados de la Corporación de Telecomunicaciones de Corea.

La coordinación entre ministerios ha sido un tema cada vez más importante. El consejo Interministerial de Ciencia y Tecnología, encabezado por el Primer Ministro, es el responsable de la cooperación y coordinación, sin embargo no siempre sus recomendaciones han sido escuchadas al interior del gobierno.

Otro cambio importante ha sido la globalización de los *chaebols*, los cuales han sido bastante activos en la búsqueda de contactos internacionales y *outsourcing* de tecnología.

La tendencia globalizadora ha implicado la apertura del gasto en I+D a investigadores no Coreanos, aún cuando persisten ciertas restricciones.

La protección de la propiedad intelectual (IPR) ha recibido cada vez mayor atención en la medida que la estructura productiva coreana ha cambiado de imitación a innovación. Durante la época de imitación tal protección no era considerada importante por el gobierno, porque la generación de patentes era baja. Aún más, el gobierno trató de minimizar el rol de los IPR para facilitar la utilización de la propiedad intelectual extranjera. Esta situación ha cambiado durante los últimos años, en parte debido a las presiones internacionales, al mismo tiempo que innovadores coreanos han demandado más protección.

2. Israel

Tal como explica Breznitz (2006), la industrialización de Israel no parece haber seguido el modelo evolutivo moviéndose de industrias de bajo contenido tecnológico a industrias de alta tecnología, en el que las economías que vienen desde atrás parecen tener una trayectoria relativamente definida. En lugar de ello, Israel salta directamente al desarrollo de industrias de alto contenido tecnológico.

Israel es en la actualidad una de las economías que presenta mejores indicadores de desarrollo innovativo. En efecto, como muestra el cuadro 12, Israel es el país que invierte más en el sector de I+D en el mundo como proporción del PIB, rozando el 5% del producto, muy por lejos del segundo lugar ostentado por Suecia que invierte casi un punto menos del producto. En términos de registros de patentes en Estados Unidos por cada 100.000 habitantes, el desempeño israelí también sorprende, ocupando el tercer lugar entre

todos los países, siendo sólo superado por el propio Estados Unidos y Japón, ambos países que al menos lo duplican en términos de producto per cápita. En términos de crecimiento durante las últimas décadas, Israel se encuentra también entre los primeros lugares: 4.75% promedio anual para el período 1970-2000, siendo sólo superado por los tigres asiáticos y por un grupo pequeño de países con menos de US\$2.500 per cápita en 1970.

Contrariamente a lo que se podría esperar, el nivel de gasto en I+D y de patentes en Israel no siempre han sido altos. En 1965, el gasto en I+D representaba menos de 1% del producto, mientras que había sólo 13 patentes por cada millón de habitantes. La alta ubicación de Israel en estos indicadores se sustenta en las altas tasas de crecimiento que mantuvo durante los últimos 25 años: 8.8% anual en patentes y 10.4% anual en gasto en I+D en PPP, siendo sólo superado algunas economías asiáticas de alto crecimiento.

A diferencia de Corea del Sur, en Israel el gasto en I+D entre industrias no es tan diversificado, concentrándose en los sectores de *hardware* y electrónica, *software* y en el subsector de comunicaciones, todos ellas industrias de tecnologías de información. De todos estos, el sector de *hardware* y electrónica es el más grande, siendo cuatro veces más grande que el de *software* en términos de ventas y empleados. Una característica de las industrias israelíes de tecnologías de información es que son más orientadas a productos y cuentan con una fuerte interrelación entre el mundo académico y la I+D industrial, lo cual se refleja en que es el tercer país que cuenta con más empresas transando públicamente en el NASDAQ, por detrás de Estados Unidos y Canadá.

La fuerte concentración en industrias de tecnologías de información se comienza a gestar en parte a mediados de la década de 1970, con el arribo de una serie de corporaciones multinacionales (entre ellas INTEL), las cuales buscaban aprovechar la ventaja competitiva existente derivada del amplio desarrollo del sector de I+D. Las multinacionales que abrieron operaciones en Israel, primero abren centros de Investigación y desarrollo o compran nuevas empresa basada en tecnología, y sólo luego se desplazan gradualmente hacia actividades manufactureras. La trayectoria de desarrollo de las multinacionales en Israel es diferente al caso de otros países como Irlanda, en el cual Intel parte sus operaciones manufactureras en 1989, y sólo a inicios del siglo XXI comienza a instalar departamentos en los que se realiza algo de I+D.

A pesar de que Israel no tuvo una política industrial de ciencias y tecnología explícita desde la independencia de Israel en 1948 hasta el año 1968, en los primeros años como nación libre una serie de sucesos comenzaron a gestar la creación del sector de tecnologías de información. Primero, en 1948 se creó la autoridad de desarrollo de armamentos israelí (RAFAEL), que jugó un importante rol como motor del sector de I+D hasta la década de 1990 inclusive. RAFAEL fue por muchos años casi la única institución que realiza I+D en alta tecnología con orientación aplicada, desarrollando y usando tecnologías de información en Israel. RAFAEL fue organizada durante este tiempo más como una institución académica aplicada que como una compañía. Los investigadores fueron considerados como académicos y se les otorgó los beneficios entregados a *staff* académicos a tiempo completo en cualquier otro lugar. RAFAEL es la primera unidad que comienza a desarrollar y a usar tecnologías de información en Israel. Segundo, mientras en el resto del mundo los bancos se sentían poco inclinados a proveer financiamiento a las actividades de investigación y

desarrollo por ser riesgosas e inciertas, en Israel el *Discount Bank Investment Group* se muestra dispuesto en la década de 1960 a invertir en el sector de alta tecnología, lo cuál abrió las puertas para desarrollar nuevos proyectos. Por último, con su independencia, Israel recibe grandes oleadas de inmigrantes, lo cuál proveyó una gran cantidad de recursos humanos. A pesar de que no se encontraban tan bien capacitados como la población que ya estaba afianzada anterior a 1948, esta gran masa permitió disponer de capital humano suficiente para desarrollar proyectos posteriores.

La política israelí de ciencias y tecnología fue formulada en 1968, impulsada por dos hechos circunstanciales. En primer lugar, Charles de Gaulle decretó en 1967 embargo militar a Israel, lo que impulsó a Israel a desarrollar su propia industria de armamento. Es así como se dedicaron grandes sumas de inversión en I+D orientados al desarrollo militar de alta tecnología. Incluso, una vez levantado el embargo, la industria militar se siguió desarrollando como una forma de lograr autonomía frente a las constantes amenazas de conflictos bélicos con los países vecinos, cesando el programa de desarrollo militar israelí sólo en la década de 1980, con la cancelación del programa que buscaba desarrollar el avión de combate "Lavi". Sin embargo, una vez abandonado el programa, Israel se encontró con un alto nivel de conocimiento en I+D y de experiencia en administrar sistemas de innovación multidisciplinario. En segundo lugar, la recesión sufrida en 1965-1967 hizo evidente la necesidad de un cambio en la política industrial con el fin de aumentar las exportaciones. Es así como el primer ministro Levi Eshkol, basándose en el éxito de la I+D militar, creó un comité (conocido como el *Katchalsky Committee*), constituido en su mayor parte por científicos, encargado de estudiar la factibilidad de usar las capacidades científicas existentes para crear industrias basadas en ciencias y tecnología. Hasta entonces el apoyo al I+D estaba restringido al Laboratorio Nacional de I+D, a académicos, defensa y agricultura. Es así como el comité recomienda la creación de la *Office of the Chief Scientist* (OCS). La principal función de esta oficina fue encontrar la manera de subsanar las fallas de mercado en el sector de I+D civil industrial, siendo imparciales en su trato entre industrias, pues entendían que las empresarios iban a hacer surgir a las empresas que se presentasen mayores oportunidades de negocios.

El siguiente hito fue la "ley de Apoyo al I+D Industrial" en 1985, que definió los principales objetivos de la política gubernamental hacia el I+D industrial. Entre ellos se distinguen el desarrollo de industrias orientadas a la exportación basadas en tecnología que promuevan el empleo y mejoren la balanza de pagos. Desde su aprobación esta ley ha sido modificada varias veces en vista de los cambios experimentados por los sectores de alta tecnología en los últimos diez años.

La ley estableció una serie de incentivos financieros. Las empresas, independiente de su tamaño, al cumplir ciertos criterios pueden recibir fondos para el desarrollo de productos innovativos orientados a la exportación. Los fondos cubren hasta un 50% de los gastos en I+D en compañías establecidas, y hasta dos tercios en el caso de "start ups". Esta ayuda se ha materializado por medio de diversos programas que revisamos a continuación.

2.1 Los programas de apoyo a la innovación¹¹

Apoyo a programas estándar de I+D

Es por lejos el programa más grande y constituye la actividad principal de la OCS. Un comité establece las firmas que califican para la ayuda, en cuyo caso éstas reciben hasta un 50% de ayuda en los gastos de I+D. Los receptores deben cumplir con las siguientes condiciones: (i) el I+D debe ser llevado a cabo por el postulante, (ii) los productos derivados deben ser producidos en Israel, (iii) el “*know how*” no puede ser transferido a terceras partes.

Los *grants* de 50% son asignados a proyectos que conduzcan a aprendizaje, procesos a sistemas de manufacturas, nuevos productos o sustanciales mejoras sobre los ya existentes. “*Start ups*” califican por ayudas de hasta dos tercios de los costos en I+D, con un techo de de US\$250.000 anuales por un periodo de dos años. Productos militares orientados a la exportación califican por ayudas de un tercio.

El programa “magnet”

A principios de los noventa era claro para los analistas del sector de alta tecnología que la estructura industrial de Israel estaba muy fragmentada, y que las compañías eran muy pequeñas para financiar los costos de desarrollo de nuevas tecnologías. Por otra parte, Israel tenía universidades de calidad mundial que funcionaban aisladamente de la industria, dejando tras de sí los beneficios económicos asociados a la actividad innovativa de los científicos universitarios.

Para enfrentar esta situación la OCS creó en 1993 el programa “*magnet*” para apoyar la formación de consorcios formados por instituciones académicas y firmas. Estas asociaciones podían optar a subsidios de dos tercios del gasto en I+D por un plazo de hasta 5 años. Los consorcios debían estar formados por el grupo más amplio de firmas operando en el sector.

En consideración de posibles conflictos los miembros de los consorcios debían poner a disposición de firmas locales interesadas los productos desarrollados, a precios distintos de los monopolísticos.

Programa de Incubadoras y capital de riesgo

Este programa se inició a principios de los noventa, cuando la inmigración desde lo que era la Unión Soviética alcanzaba su *peak*. Una parte importante de los inmigrantes eran científicos y trabajadores calificados con muchas ideas de productos innovadores. Sin embargo, los inmigrantes no tenían las habilidades necesarias para la formación de empresas.

¹¹ Esta sección está basada en Trajtemberg (2000).

La idea era apoyar la formación de empresas en su etapa mas temprana. La premisa básica era que la incubadora tecnológica aumentaría las posibilidades de levantar mas capital, encontrando socios estratégicos, y dejando a las empresas en condiciones de sostenerse a sí mismas. Siendo esta etapa la más riesgosa, en los noventa prácticamente no existía otra fuente de financiamiento, situación que ha cambiado desde entonces.

Cada incubadora esta estructurada para manejar entre 10 y 15 proyectos al mismo tiempo y es encargada de proveer una evaluación de la aplicabilidad técnica y de comercialización de la idea, diseño y organización de un plan de I+D, levantamiento de capital, proveer de servicios administrativos, contables y legales.

Para calificar, las ideas deben tener potencial exportador y pueden estar en incubación un periodo no mayor a los dos años. El presupuesto de cada proyecto es cercano a los US\$150.000 anuales. Tal como los programas de la OCS los productos derivados deben ser manufacturados en Israel, y en la eventualidad de éxito la firma debe pagar su *grant* por medio de royalties atados a las ventas.

Desde sus inicios en 1991 y hasta 1998, las incubadoras manejaron cerca de 700 proyectos de los cuales 200 estaban funcionando en 1998.

A diferencia del programa de incubadoras, el proyecto de estímulos al capital de riesgo, IMBAL, no fue tan exitoso. Este programa intentaba fomentar la creación de compañías que entreguen capitales de riesgo a los nuevos proyectos. Como incentivo, el gobierno ofreció un valor mínimo para los capitales de riesgo que se transasen en el mercado de Tel-Aviv. A pesar de los incentivos, el programa tuvo un bajo nivel de transacción. En 1992, el gobierno lanza el programa YOZMA, en vista del poco éxito de IMBAL, reconociendo que para que una industria de capitales de riesgo fuese exitosa debía tener fuertes conexiones con los mercados financieros internacionales, y no con el mercado de Tel-Aviv. El programa fue altamente exitoso, convirtiendo a Israel en uno de los países con más dotación de capital de riesgo per cápita en el mundo.

Cooperación Internacional

Este programa busca aumentar la cooperación con empresas que están activas en los mercados de destino, incrementando de este modo la penetración de productos israelíes en esos mercados.

En 1975 se aprueba la creación de la Fundación de Investigación y Desarrollo Industrial Binacional (BIRD), asociación entre los gobiernos de Israel y Estados Unidos según la cual se fomentaba y financiaba la cooperación científica entre empresas israelíes y estadounidenses. BIRD sólo financió proyectos en los cuáles la I+D fuese realizada en Israel y el marketing en Estados Unidos. Esta fundación fue crucial en la década de los años 1980 y 1990 tanto para las nuevas empresas israelíes basadas en ciencias como para que multinacionales de Estados Unidos se decidieran a abrir subsidiarias en terreno Israelí. Sin embargo, este programa no tuvo mayor éxito en la década de 1970, habiendo escasez de empresarios dispuestos a llevar a cabo proyectos. Esta situación se comienza a subsanar en la siguiente década, con el reconocimiento explícito por parte del gobierno de la

importancia del sector de alta tecnología, lo cual se tradujo en empresarios cada vez más comunes y exitosos.

BIRD ha otorgado fondos al I+D vía *grants* condicionales, que cubren hasta un 50% de los costos con un tope de US\$1.5 millones por proyecto. Si el proyecto es exitoso, los fondos se recuperan vía royalties con un tope de un 150% del *grant*.

3. Finlandia

Finlandia se encuentra hoy entre las naciones más ricas del mundo. Según el Banco Mundial, en el año 2004 su ingreso per capita real ajustado por paridad de poder de compra era equivalente a US\$27,500 del año 2000, lo cual lo sitúa en niveles similares a Reino Unido y Canadá, y por encima de países como Japón, Alemania y Francia. Este alto nivel de ingreso se sustenta en uno de los mejores sistemas educacionales y en la más alta competitividad del mundo. En efecto, el Foro Económico Mundial ha ubicado a Finlandia en la primera ubicación del Índice de crecimiento de la competitividad por cinco años consecutivos desde el 2001, y en el año 2006 sólo fue superado por Suiza. El nivel de competitividad alcanzado por Finlandia se explica en parte por el alto nivel de inversión en el sector de investigación y desarrollo, que la ubica como tercera en el mundo, siendo sólo superada por Israel y Suecia. El cuadro 6 muestra la trayectoria del gasto total en Innovación y Desarrollo para el período 1969-2000. Como se puede ver, el gasto en I+D creció en forma continua durante todo el período, incluso en el período de recesión 1989-1993, lo cual confirma en cierta medida los grandes esfuerzos que hacían las autoridades por elevar la inversión en investigación y desarrollo, quienes se habían puesto como meta a principio de la década de 1990 impulsar el gasto en I+D como proporción del PIB a 2.9% hacia 1999.

A pesar de que Finlandia es un país con un ingreso per capita que ya era relativamente alto en la década de 1960, este caso es de especial interés para Latinoamérica pues constituye una de las pocas economías que, siendo inicialmente intensiva en recursos naturales, logra diversificar radicalmente su estructura productiva incorporando productos de alto contenido tecnológico. El cambio en la estructura productiva fina se refleja en el cambio de composición de las exportaciones. Tal como muestran Koski and Yla-Antilla (2007), en las décadas de 1960 y 1970 casi dos tercios de las exportaciones totales correspondían a productos relacionados a la actividad forestal tales como madera, pulpa y papel, mientras que los bienes de alta tecnología representaban sólo una pequeña parte. En décadas posteriores el fuerte crecimiento de los sectores de electrónica y de alto contenido tecnológico, intensificado especialmente en la década de 1990, repercutió en una disminución continua de la participación del sector forestal en las exportaciones totales en los años posteriores. Hacia el año 2003 el sector de electrónica y de productos de alto contenido tecnológico representaban un 30% de las exportaciones totales, mientras que las exportaciones forestales eran sólo un 20% aproximadamente. El rápido surgimiento de electrónica y equipos eléctricos como las industrias de mayor importancia de la economía fina se puede apreciar en la figura 7. A comienzos de la década de 1990 el sector de electrónica y equipos eléctricos experimenta un espectacular despegue que los colocó en

el año 2000 como la industria más importante de Finlandia en términos de volumen, superando a los sectores forestales y metalúrgicos, tradicionales dominadores.

La trayectoria de desarrollo de las industrias de electrónica y equipos eléctricos ha estado fuertemente marcado en Finlandia por el sector de tecnologías de información y comunicación (TICs), dentro de la cual Nokia es un claro dominador. El surgimiento de este sector, respaldado por una serie de políticas públicas orientadas a promover innovación, cambiaron fundamentalmente la base de la ventaja competitiva nacional (Koski y Yla-Antilla (2007)), pasando desde una economía intensiva en recursos naturales a una economía conducida por la producción de bienes que involucran altos niveles de conocimiento y de contenido tecnológico.

El proceso de desarrollo tecnológico comienza en Finlandia muchos años antes del surgimiento del *cluster* de tecnologías de información y comunicación (TICs). Tal como Paija y Palmberg (2006) notan, las industrias relacionadas al sector forestal finés entre 1960 y 1970 realizaron enormes inversiones en bienes de capital, transformándose en líderes tecnológicos a nivel global con la capacidad de producción más moderna y eficiente del momento. La mayor apertura de la economía finesa consecuencia del ingreso a la Asociación Europea de Libre Comercio (EFTA) en 1967, actuó como un fuerte incentivo para que los conglomerados de papeles y pulpa de madera (industrias en las que Finlandia era relativamente más competitiva) intensificaran la producción en los segmentos ya producidos y se volcaran a la fabricación de bienes de mayor valor agregado, sustituyendo la importación de maquinarias con las provistas por empresas finesas. La última etapa del desarrollo del *cluster* forestal fue la integración de las TICs en el proceso de elaboración de papel y pulpa de madera, y en los servicios de mantención. Durante la década de 1970 y particularmente en 1980, el *cluster* forestal incorporó y aplicó los nuevos desarrollos del campo de microprocesadores, tecnologías de información y biotecnología moderna, creando así nuevas oportunidades tecnológicas para ganancias de productividad adicionales y diversificación de productos, intensificando las actividades de I+D.

Rouvinen y Yla-Anttila (2004) destacan a la recesión sufrida en el período 1989-1993 por la economía finesa como el inicio de la transición hacia una estructura productiva conducida por las innovaciones y por la creación de nuevo conocimiento. Esta transición se caracterizó principalmente por el rápido desarrollo del *cluster* de TICs, el cual en menos de una década se convirtió en el primer pilar productivo de la economía finesa. La combinación de un ambiente político y macroeconómico estable, así como infraestructura adecuada y, por sobre todo, una excelente base educacional, fueron factores claves en el proceso de crecimiento del sector de I+D y de TICs. La ventaja competitiva de Finlandia como operador de telecomunicaciones y de equipos se remonta muchos años antes de que Nokia y el *cluster* de TICs en particular se revolucionaran en la década de 1990. Durante la década de 1970 y 1980 Finlandia avanzó rápido en las tecnologías móviles y digitales, desarrollando en 1970 la primera red de telefonía móvil. El crecimiento experimentado por este sector en los años posteriores fue tal, que hacia 1980 representaba uno de los mercados con más suscriptores en el mundo. La participación de Nokia en estos desarrollos fue muy importante, volviéndose una fuerza principal en la consolidación de la industria. Hacia fines de la década de 1980 gran parte de la industria de equipos de telecomunicaciones finesas estaban concentradas en Nokia.

El impacto de los clusters de TICs sobre la economía finesa durante los noventa, según Rouvinen y Yla-Anttila (2004), osciló entre 4 y 10 por ciento del PIB. En esta década el sector de TICs se agrega como pilar industrial a los sectores relacionados a la actividad forestal. La importancia de Nokia dentro de la economía finesa estuvo lejos de ser despreciable. La producción de Nokia durante la década de los noventa fue equivalente a 3% del PIB, un quinto de las exportaciones, y materializó el 50% de la I+D realizada por el sector privado involucrado en negocios (un tercio de la inversión en I+D total). En conclusión: el sector de TICs, y Nokia en particular, se han vuelto en la última década en motores de crecimiento para Finlandia. A pesar de que ahora la economía finesa es algo dependiente de Nokia, al menos cuenta con un segundo pilar de apoyo, aparte de las tradicionales industrias forestales, lo cual le permite diversificar riesgos. Rouvinen y Yla-Anttila (2004) argumentan que una misma concentración de recursos en el sector de TICs provee mayor diversificación de riesgos que si fuesen colocados en el sector de recursos naturales, pues las habilidades y capacidades adquiridas en el sector de TICs son más aplicables en otros sectores.

3.1. Las políticas de innovación.

La política de ciencias y tecnologías en Finlandia jugó un papel clave en parte importante de los desarrollos fineses, así como también en etapas tempranas de desarrollo de Nokia. A pesar de que la visión general en torno al desarrollo de políticas innovativas en Finlandia se ha centrado en el rol del gobierno y de las instituciones de investigación y desarrollo creadas o propiciadas por éste durante las décadas de 1980 y 1990 (ver Pekka Ylä-Anttila), lo cierto es que parte de la formación de las estructuras básicas de la política de ciencias y tecnología fueron realizadas en las décadas de 1960 y 1970. Tal como detalla Lemola (2002), en estos años se define el rol de la investigación y desarrollo, de las políticas de ciencias y tecnología, del gobierno en el sector de I+D, y los argumentos e instrumentos para la promoción del I+D industrial. Además, se crean una serie de instituciones que más tarde permanecieron prácticamente inalteradas, o que a lo más habrían sido reorientadas.

En 1963 se creó el Consejo de Política Científica (*Science Policy Council*), el cual consistía en un comité ministerial de ciencias para la formulación de los lineamientos de las políticas científicas y tecnológicas, y para la coordinación inter ministerial de las actividades de ciencia y tecnología. En 1967 se creó un Fondo Nacional para la Investigación y Desarrollo (Sitra), la cual es una fundación pública de carácter independiente supervisado por el parlamento finés. En sus inicios, el rol de esta fundación era esencialmente mejorar las condiciones de la I+D a nivel industrial. En 1968 el Ministerio de Industria y Comercio comienza a apoyar a la investigación y el desarrollo de productos al interior de las empresas. Todas estas instituciones se unieron al ya existente Centro de Investigación Técnica de Finlandia (VTT) fundado en 1943, cuyo labor era apoyar el desarrollo de nuevos productos, especialmente en el sector forestal.

A comienzos de 1980, después de largas décadas dependiendo de la naturaleza cíclica de los recursos naturales, y en vista de los avances a nivel mundial en el sector de TICs, se alcanza una visión general entre los actores la sociedad de que la ventaja comparativa

finesa debería basarse en superioridad tecnológica en lugar de simple costo eficiencia. Alineadas con este pensamiento, las políticas de ciencias y tecnología se rediseñaron, aumentando sustancialmente el financiamiento al sector de I+D, tanto en términos globales como en el porcentaje dedicado a actividades productivas. Estos desarrollos en el sector privado fueron acompañados de importantes iniciativas en el sector público. En 1983 se estableció la Agencia Nacional de Tecnología (Tekes), para planificar y ejecutar los programas tecnológicos de alcance nacional, así como para aportar apoyo público al sector privado de I+D.

Los lineamientos principales de las políticas de ciencias, tecnología e innovación en Finlandia fueron formuladas en el año 1990 por el Consejo de Política Científica y Tecnológica (*Science and Technology Policy Council*), un organismo presidido por el primer ministro. El consejo se preocupó de implementar los conceptos de Sistema de Innovación Nacional, y de Sociedad Basada en Conocimiento en 1990 y en 1996 respectivamente, siendo el segundo un complemento del primero. El concepto de Sistema de Innovación Nacional se encuentra fuertemente basado a la noción de que se debía crear condiciones y ambientes favorables y competitivos para las empresas innovativas. La definición de estos conceptos le proporcionó a los planificadores argumentos para justificar el rol central de la I+D y de la educación en el desarrollo industrial y económico.

Hacia el año 2000 las principales organizaciones que implementan las políticas del consejo son el Ministerio de Educación y el Ministerio de Comercio e Industrias. El Ministerio de Educación se preocupa de todo lo concerniente a educación y entrenamiento, política científica, educación superior y academia en Finlandia, y tiene a cargo universidades de ciencia aplicada y no aplicada, así como la Academia de Finlandia. La Academia de Finlandia es la institución más importante a cargo de la planificación y financiamiento de la investigación básica. El Ministerio de Comercio e Industria es responsable de las políticas tecnológicas e industriales, y está a cargo de formular las políticas de innovación y de apoyo a la I+D del sector privado. Este Ministerio tiene como organismos a su cargo a Tekes y el Centro de Investigación Técnica (VTT). Similarmente a lo que hace la Academia de Finlandia en el campo de investigación de ciencias básicas, Tekes representa al principal nexo entre los fondos del gobierno dedicados a investigación de ciencias aplicadas y los proyectos productivos que harán uso de los mismos. Dos tercios de los fondos de Tekes son dedicados a I+D industrial aplicado, mientras que el resto se dedica a universidades y centros de investigación. VTT en tanto es la institución de investigación más grande de Finlandia, preocupándose de establecer investigación de carácter bilateral cooperativa con las compañías privadas. Cerca del 80% de los fondos de gobierno destinados a investigación son conducidos por medio de los Ministerios de Comercio e Industrias y por el Ministerio de Educación hacia la red de centros de investigación e instituciones de educación superior.

El rol que Tekes ha jugado desde su fundación se ha traducido en un fuerte incentivo a la I+D en el sector privado. En efecto, como muestra la figura 8, cerca del 70% de la I+D del año 2002 en Finlandia fue ejecutada por las empresas, lo cual confirma los fuertes nexos existentes entre el sector industrial y el de investigación.

Las dos organizaciones más importantes que financian investigación hoy en día son la Academia de Finlandia (en el campo de las ciencias básicas) y Tekes (en el campo de ciencias aplicadas). La fundación Sitra, por su parte, actualmente es un jugador fuerte en el campo de los capitales de riesgo (*venture capital*) y por tanto también se encuentra profundamente comprometido en el proceso de transferencia de tecnología y conocimiento, financiando investigación, proyectos innovativos y programas educacionales.

V. Conclusiones

En este artículo hemos revisado los principales indicadores de la actividad innovativa en Latinoamérica y su relación con el resto del mundo. Los datos muestran cómo Latinoamérica ha pasado desde un gasto en I+D de 0,44% del PIB en la década de los sesenta a 0,52% cuatro décadas después. Este estancamiento es consistente con el bajo crecimiento que ha tenido la PTF durante igual período, y contribuye a explicar, al menos parcialmente, el bajo crecimiento experimentado por la región.

Al revisar otros indicadores de actividad innovativa como gasto en I+D per cápita, la brecha entre Latinoamérica y los países desarrollados se ve aumentada dramáticamente. Aún peor es el escenario al observar las cifras de patentes, donde Latinoamérica produce una fracción irrelevante en el contexto internacional. Mientras la región como un todo produce en promedio 258 patentes anualmente, Japón por sí sólo genera 34000 patentes al año.

La pregunta que surge naturalmente es ¿Por qué Latinoamérica exhibe niveles tan bajos de actividad innovativa?, ¿Podrían las diferencias de retornos entre Latinoamérica y los países desarrollados justificar la brecha de recursos destinados a I+D entre estos grupos de países? Bravo-Ortega y García (2007) encuentran que el retorno social al I+D alcanza a 78% medido en unidades de PIB en Latinoamérica, mientras que en países de altos ingresos el retorno sería de 84%. Por tanto, las diferencias en los retornos sociales difícilmente podrían explicar niveles tan bajos de actividad innovativa en Latinoamérica. Otra posible explicación a los bajos niveles de actividad innovativa de la región podría ser la existencia de importantes brechas entre la rentabilidad privada y social del I+D. Para Chile, probablemente el país con el entorno legal más favorable de la región, Benavente et al (2006) encuentra tasas de retorno privadas cercanas al 30%, lo que implicaría una brecha en este caso superior a 40%. La brecha entre ambas rentabilidades es un llamado de atención respecto al funcionamiento de las instituciones en Latinoamérica, ya que podría explicar, al menos parcialmente el bajo gasto en I+D de la región.

Nuestro análisis del impacto en términos de crecimiento de aumentar el gasto en I+D pareciera indicar que el I+D contribuye modestamente al crecimiento. Con una rentabilidad social del 80%, tendríamos que un gasto adicional en I+D de 0.60% del PIB implicará un crecimiento debido a este factor cercano a 0,5% anual. Sin embargo, vale la pena recordar que medio punto adicional de crecimiento por año para la región, es decir, pasar de 1.4% a 1.9%, implica un crecimiento de 25% adicional sobre el curso de 30 años¹². Para Chile, tal

¹² $(1.014)^{30}=1.52$, mientras que $(1.019)^{30}=1.76$

incremento podría significar pasar de crecer 4.5% a 5% anualmente, lo que al cabo de 30 años representa un crecimiento adicional de 60%¹³.

En la sección final de este trabajo revisamos las políticas innovativas de Corea, Israel y Finlandia durante las últimas décadas. La experiencia de estos países revela que sus altos niveles de esfuerzo innovativo no ha sido el resultado de esfuerzos aislados de algunos sectores productivos o de las fuerzas del mercado exclusivamente. En los tres países existe una variedad de instrumentos que fomentan la actividad innovativa, ya sea subsidiando los costos de realizar I+D, facilitando créditos a los sectores intensivos en I+D, o incentivando el capital de riesgo. También es transversal a estas experiencias el fortalecimiento del proceso de generación de científicos e ingenieros, ya sea para integrarse a la academia o a la industria. Esta diversidad de políticas representa un desafío de coordinación y consistencia de las políticas públicas, pues en la práctica debe existir estrecha colaboración entre los Ministerios de Educación, Ciencia y Tecnología y el de Industrias.

Respecto de las políticas industriales relacionadas a las actividades de I+D observamos que la experiencia de estos países no es concluyente. Mientras que Corea siguió inicialmente patrones de desarrollo que recuerdan la planificación de una economía centralizada, en los casos de Israel y Finlandia vemos que ellos dejaron mayoritariamente a las fuerzas del mercado la selección de los sectores beneficiados por las políticas de I+D. Tanto Corea del Sur como Israel y Finlandia fortalecieron significativamente y transversalmente, desde sus inicios, la comunidad científica y la actividad innovativa.

La alta rentabilidad del gasto en I+D hace pensar que no es descabellado esperar que en el largo plazo la contribución del I+D al crecimiento económico sea del orden de un par de puntos porcentuales adicionales al crecimiento anual asociado a la acumulación de factores productivos. Sin embargo, para que este efecto se materialice, es necesario que existan instituciones sólidas tanto de protección a la iniciativa empresarial como en la administración de los recursos del Estado.

Latinoamérica tiene un largo camino por recorrer. No será suficiente aumentar indiscriminadamente los recursos del Estado destinados al fortalecimiento del I+D, será necesario el delineamiento de políticas de innovación de largo aliento que consideren las transiciones por las distintas etapas del proceso de desarrollo. Así, sería errado copiar las políticas de los países desarrollados sin considerar el contexto histórico y económico en que éstas surgieron en el tiempo. Desde el punto de vista de la organización del Estado, el diseño de la política innovativa requiere esfuerzos significativos de coordinación y consistencia de las políticas interministeriales, así como de la evaluación permanente de los programas desarrollados.

¹³ $(1.045)^{30}=3.74$ y $(1.05)^{30}=4.32$

Referencias

- Australian Industry Comisión, "Research and development", 1995, Report n°44, Canberra: Australian Government Publishing Service, Mayo.
- Benavente, José Miguel, "Investigación Tecnológica en Chile: Dónde Estamos y qué se Puede Hacer", *Revista Economía Chilena*, Abril 2005, 8 (1).
- Benavente, José Miguel, José De Gregorio, y Marco Nuñez, "Rates of Return for Industrial R&D in Chile," 2006. Documento de Trabajo 220, Departamento de Economía, Universidad de Chile.
- Bitzer, Jürgen y Monika Kerekes, "Does Foreign Direct Investment Transfer Technology Across Borders? A Reexamination", *Diskussionsbeitrge* 2005/7, Freien Universitt Berlin, Julio 2005.
- Bravo-Otega, Claudio y Álvaro García, "Innovación y Desarrollo en Latinoamérica: Una Realidad Inquietante". Manuscrito, Enero 2007.
- Breznitz, Dan, "Innovation-Based Industry Policy in Emerging Economies? The Case of Israel's IT Industry", *Business and Politics*, 2006, 8 (3).
- Clark, K. y Z. Griliches, *Patents and Productivity*, The University of Chicago Press, 1984.
- Coe, David y Elhanan Helpman, "International R&D Spillovers", *European Economic Review*, 1995, 39, 859–887.
- Dahlman, Carl, Jorma Routti, y Pekka Ylä-Anttila, *Finland as a Knowledge Economy: Elements of Success and Leassons Learned*, 1995, Enero
- Goto, A. y K. Suzuki, "R&D Capital, Rate of Return on R&D Investment and Spillover of R&D Investment in Japanese Manufacturing", *Review of Economics and Statistics*, 1989, 71 (555-564).
- Griliches, Z. y J. Mairesse, "Comparing Productivity Growth: An Exploration of French and U.S. Industrial and Firm Data", *Europeana Economic Review*, 1983, 21, 89-119.
- Griliches, Z. y J. Mairesse, *Patents and Productivity*, The University of Chicago Press, 1984.
- Griliches, Ziv y Jacques Mairesse, *Productivity Growth in Japan and the United States*, The University of Chicago Press, 1990.
- Griliches, Zvi, *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, 1995.

- Griliches, Zvi, *R&D and Productivity*, 1998, The University of Chicago Press,
- Griliches, Zvi y Frank Lichtenberg, “Inter-Industry Technology Flows and Productivity Growth: A Re-Examination”, *Review of Economic and Statistics*, 1984, 66 (2), 465–496.
- Griliches, Zvi, y Jacques Mairesse, “Comparing Productivity Growth: An Exploration of French and US Industrial and Firm Data”, *European Economic Review*, 1983, 21 (89-119).
- Hall, Bronwyn y Jacques Mairesse, “Exploring the Relationship Between R&D and Productivity in French Manufacturing Firms”, *Journal of Econometrics*, 1995, 65, 263–293.
- Hall, Robert y Charles Jones, “Why do some countries produce so much more output per worker than others?” *Quarterly Journal of Economics*, 1999, 114, 83–116.
- Heston, A., R. Summers, y B. Aten, “Penn World Table Version 6.1”, 2002, Center for International Comparisons at the University of Pennsylvania (CICUP).
- Hobday, Michael, “East versus Southeast Asian Innovation Systems: Comparing OME- and TNC- led Growth in Electronics”, En Kim, L. y R. Nelson, *Technology, Learning, and Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies*, 2000, 129-169, Cambridge University Press.
- Kim, Linsu, Imitation to innovation. *The Dynamics of Korea’s Technological Learning*, Harvard Business School Press, 1997.
- Klenow, P. y A. Rodríguez-Claire, “Externalities and Growth”, En Philippe Aghion & Steven Durlauf (eds.), *Handbook of Economic Growth*, 2005, Vol. 1, capítulo 11, 817-861.
- Koski, Heli y Pekka Yl-Antilla, *Finland as a Knowledge Economy: Elements of Success and Lessons Learned*, World Bank, 2007.
- Lall, Sanjaya, “Technological Change and Industrialization in the Asian Newly Industrializing Economies: Achievements and Challenges”, En Kim, L. y R. Nelson, *Technology, Learning, and Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies*, 2000, 13-68, Cambridge University Press.
- Lederman, D. y W. Maloney, “R&D and Development”, Research Policy Working Paper 3024, The World Bank, Mayo 2003.
- Lederman, Daniel y Laura Saenz, “Innovation and Development Around the World, 1960-2000”, Policy Research Working Paper 3774, The World Bank Octubre 2005.

- Lee, Wong-Young, "Direct Foreign Investment and Technology Transfer", 1989, Industrial Policies of Korea and the Republic of China. Seoul: Korea Development Institute, Conference Series 89-01
- Lee, Won-Young, "Technological Learning and Entries of User Firms for Capital Goods in Korea", En Kim, L. y R. Nelson, *Technology, Learning, and Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies*, 2000, 170-192, Cambridge University Press.
- Lemola, Tarmo, "Convergence of national science and technology policies: the case of Finland", *Research Policy*, 2002, 31 (8-9), 1481–1490, December.
- Lichtenberg, Frank R., "R&D Investment and International Productivity Differences", 1993, Working Papers 4161, National Bureau of Economic Research September.
- Lim, Youngil, *Technology and Productivity The Korean Way of Learning and Catching Up*, 1999, Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Mairesse, J. y M. Sassenoe, "R&D and Productivity: A Survey of Econometric Studies at the Firm Level," 1991. Working Paper 3666, NBER, Marzo.
- Mansfield, E., "Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing," *American Economic Review*, 1980, vol. 70(5), 863-73, Diciembre.
- Pack, Howard, "Research and Development in the Industrial Development Process", En Kim, L. y R. Nelson, *Technology, Learning, and Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies*, 2000, 69-94, Cambridge University Press.
- Paija, Laura y Christopher Palmberg, *Finland as a Knowledge Economy: Elements of Success and Lessons Learned*, World Bank, 2007.
- Romer, Paul, "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 1990, 98, 71–102.
- Solow, Robert, "A Contribution to the Theory of Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 1956, 70, 65-94.
- Rouvinen, Petri and Ylä-Anttila, Pekka "Case Study: Little Finland's Transformation to a Wireless Giant". En Dutta, S., Lanvin, B. y F. Puaa (eds.), *The Global Information Technology Report 2003-2004*, 2003, 87-108, New York: Oxford University Press.
- Van-Pottelsberghe y Frank Lichtenberg, "Does Foreign Direct Investment Transfer Technology Across Borders?," *Review of Economics and Statistics*, 2001, 83 (3), 490–497.
- Weiser, Robert, "The impact of research and development on output and productivity: Firm level evidence", En Aiginger, Hutschenreiter, Hollenstein, Knoll, Leo y Wieser,

Innovation and productivity of European manufacturing, Austrian Institute of Economic Research WIFO, 2001.

Westphal, L.E., Y.W. Lee y G. Pursell, "Korean Industrial Competence: Where it comes from", 1981, Washington DC: World Bank Working Paper No 469.

Apéndice

Tabla 1: Crecimiento Promedio anual 1960-2000 TFP, PIB Real e Ingreso Per capita

	TFP	Y p/c	PIB Real PPP
Australia	0.59%	2.20%	3.81%
China	--	4.35%	6.03%
Corea del Sur	1.70%	6.08%	7.77%
Estados Unidos	0.50%	2.53%	3.68%
Finlandia	1.11%	2.93%	3.33%
Israel	1.38%	2.83%	5.65%
Japón	1.60%	4.32%	5.10%
Noruega	0.83%	3.02%	3.60%
Nueva Zelanda	0.03%	1.23%	2.45%
África Sub-Sahariana	0.48%	0.65%	3.30%
Escandinavia	0.84%	2.72%	3.37%
Este Asiático y el Pacífico	1.40%	4.20%	6.36%
Europa y Asia Central - no OECD	1.94%	3.61%	4.12%
Medio Oriente y Norte de África	0.21%	2.15%	5.15%
OECD	0.85%	2.70%	3.52%
Sur de Asia	0.93%	2.28%	4.56%
Latinoamérica y el Caribe	0.29%	1.44%	3.62%

Fuente: Construcción de los autores en base a información de Klenow y Rodríguez-Claire (2006) y Penn World Table 6.1.

Tabla 2: Crecimiento Promedio anual 1960-2000 TFP, PIB Real e Ingreso Per cápita, Latinoamérica

	TFP	Y p/c	PIB Real PPP
Argentina	-0.11%	1.01%	2.50%
Brasil	1.24%	2.81%	5.02%
Centamérica y el Caribe	0.39%	1.50%	3.67%
Chile	1.04%	2.39%	4.18%
Colombia	0.19%	1.91%	4.28%
México	0.14%	1.99%	4.51%
Resto de Latinoamérica	0.15%	1.11%	3.30%
Venezuela	-1.05%	-0.50%	2.43%
Latinoamérica y el Caribe	0.29%	1.44%	3.62%

Fuente: Construcción de los autores en base a información de Klenow y Rodríguez-Claire (2006) y Penn World Table 6.1.

Tabla 3: Crecimiento promedio anual de la Productividad Total de Factores

	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-2000
Australia	0.13%	0.22%	0.85%	1.17%
China	--	--	1.74%	4.52%
Corea del Sur	2.64%	-0.20%	2.91%	1.49%
Estados Unidos	0.99%	-0.83%	1.05%	0.81%
Finlandia	1.90%	0.78%	0.51%	1.27%
Israel	2.91%	0.27%	1.44%	0.92%
Japón	5.02%	0.06%	1.80%	-0.38%
Noruega	1.08%	1.09%	-1.20%	2.36%
Nueva Zelanda	0.80%	-1.69%	0.39%	0.63%
Escandinavia	1.32%	0.80%	0.20%	1.07%
OECD	2.08%	0.14%	0.84%	0.45%
Este Asiático y el Pacífico	2.05%	1.38%	1.30%	1.47%
Europa y Asia Central - no OECD	4.77%	-2.95%	6.85%	-0.60%
Medio Oriente y Norte de África	0.71%	0.67%	-1.49%	1.65%
Sur de Asia	0.67%	-0.28%	1.71%	1.66%
África Sub-Sahariana	1.40%	0.28%	-0.36%	0.65%
Latinoamérica y el Caribe	1.85%	0.52%	-1.15%	-0.02%

Fuente: Construcción del Autor en base a Klenow y Rodriguez Claire

Nota: Medio Oriente y el Pacífico excluye a Israel

Tabla 4: Gasto en I+D como Porcentaje del PIB

	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-2000
Australia	--	0.94%	1.14%	1.51%
China	--	--	0.74%	0.70%
Corea del Sur	0.35%	0.49%	1.33%	2.37%
Estados Unidos	2.80%	2.25%	2.64%	2.58%
Finlandia	0.71%	0.93%	1.60%	2.48%
Israel	1.00%	1.73%	3.02%	2.96%
Japón	1.50%	1.94%	2.59%	2.87%
Noruega	0.88%	1.13%	1.44%	1.69%
Nueva Zelanda	--	0.80%	0.88%	1.02%
África Sub-Sahariana	0.21%	0.32%	0.53%	0.56%
Escandinavia	1.12%	1.32%	1.92%	2.71%
Este Asiático y el Pacífico	0.35%	0.30%	0.67%	0.91%
Europa y Asia Central - no OECD	--	--	0.64%	0.90%
Medio Oriente y Norte de África	0.03%	1.67%	0.28%	1.46%
OECD	2.04%	1.87%	2.25%	2.23%
Sur de Asia	0.23%	0.39%	0.74%	0.64%
Latinoamérica y el Caribe	0.44%	0.48%	0.36%	0.52%

Fuente: Construcción del Autor en base a Penn World Table 6.1, Lederman y Saenz (2005) y UNESCO. Nota: (1) Medio Oriente y el Pacífico excluye a Israel (2) Los porcentajes para cada zona corresponde al gasto total I+D real en PPP para los países miembros del grupo durante la década, dividido por el PIB real PPP de la década

Tabla 5: Gasto en I+D, Latinoamérica

% del PIB	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-2000
Argentina	0.57%	0.81%	0.40%	0.37%
Brasil	--	0.53%	0.44%	0.84%
Centamérica y el Caribe	0.22%	0.27%	0.64%	0.42%
Chile	--	0.32%	0.43%	0.57%
Colombia	--	0.05%	0.11%	0.27%
México	0.17%	0.19%	0.33%	0.33%
Resto de Latinoamérica	0.05%	0.35%	0.18%	0.13%
Venezuela	0.09%	0.33%	0.31%	0.39%
PROMEDIO	0.44%	0.48%	0.36%	0.52%

US\$ per capita	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-2000
Argentina	44.4	78.3	37.8	37.4
Brasil	--	28.1	27.4	54.3
Centamérica y el Caribe	5.7	12.1	25.6	22.6
Chile	--	16.7	22.6	46.4
Colombia	--	2.0	4.7	14.9
México	8.2	11.5	24.1	25.0
Resto de Latinoamérica	2.6	15.8	7.4	6.6
PROMEDIO	21.5	27.0	20.0	33.3

Fuente: Construcción del Autor en base a Lederman y Saenz (2005) y Penn World Table 6.1.

Tabla 6: Gasto en I+D per capita

US\$ per capita	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-2000
Australia	--	152.3	211.0	330.4
China	--	--	12.7	18.6
Corea del Sur	7.0	18.9	87.3	301.8
Estados Unidos	415.9	422.6	614.9	735.6
Finlandia	75.6	125.1	285.0	485.3
Israel	69.7	180.8	366.7	456.9
Japón	109.0	258.2	459.3	672.0
Noruega	90.6	153.5	266.5	404.3
Nueva Zelanda	--	119.6	144.7	170.2
África Sub-Sahariana	2.2	4.2	21.3	14.1
Escandinavia	129.8	189.0	356.4	572.9
Este Asiático y el Pacífico	8.1	9.1	35.7	97.9
Europa y Asia Central - no OECD	--	--	34.3	56.1
Medio Oriente y Norte de África	0.7	47.4	15.0	88.1
OECD	213.9	258.3	370.5	394.8
Sur de Asia	2.3	4.6	11.2	12.3
Latinoamérica y el Caribe	21.5	27.0	20.0	33.3

Fuente: Construcción del Autor en base a Lederman y Saenz (2005) y Penn World Table 6.1.

Tabla 7: Patentes, Promedios Anuales por Décadas

US\$ per capita	1963-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2004
Australia	113.7	220.8	339.8	498.4	858.6
China	4.6	6.9	13.9	57.1	260.8
Corea del Sur	1.3	6.8	52.2	1425.6	3802.0
Estados Unidos	46856.9	46053.1	39359.4	60286.3	86362.2
Israel	39.4	80.4	179.7	450.1	1002.8
Japón	1147.4	5391.4	12240.2	23709.2	34048.6
Nueva Zelanda	13.6	25.9	49.6	62.1	129.6
Singapur	0.6	3.0	6.6	64.7	360.0
África Sub-Sahariana	1.2	1.7	2.0	2.4	2.5
Escandinavia	603.1	991.9	1068.0	1415.9	2617.8
Este Asiático y el Pacífico	0.5	1.3	8.6	95.5	281.8
Europa y Asia Central	5.2	16.3	11.3	7.2	10.0
Medio Oriente y Norte de África	0.5	0.5	0.6	1.0	1.9
OECD	2109.2	2432.0	2493.0	3847.4	5581.0
Sur de Asia	1.2	1.8	1.3	5.1	28.4
Latinoamérica y el Caribe	76.7	91.0	86.0	161.7	258.4

Fuente: Cálculo de los autores en base a estadísticas de USPTO

Tabla 8: Patentes Promedios Anuales por Décadas, Latinoamérica

	ARG	BRA	CHL	COL	MEX	VEN	RESTO	PROM.
1963-1969	19.3	14	2.7	4.1	3.9	9	0.6	76.7
1970-1979	23.9	18.5	3.9	5.1	4.8	4.9	0.8	91
1980-1989	18.4	26.9	3.1	3.8	2.5	15.2	0.5	86
1990-1999	29.2	61.3	7.6	5.4	4.1	26.6	0.8	161.7
2000-2004	53.6	108	13	9.2	7.8	24	1.2	258.4

Fuente: Cálculo de los autores en base a estadísticas de USPTO. Nota: ARG: Argentina; BRA: Brasil; CHL: Chile; COL: Colombia; MEX: México; VEN: Venezuela; RESTO: Resto países de LAC; PROM: Promedio simple Latinoamérica y el Caribe

Tabla 9: Brecha innovativa y su costo en puntos porcentuales de crecimiento I

Pais	Año	(I+D)/PIB	Brecha	Brecha	Costo PIB	Costo PIB	2*(I+D)/PIB (PIB)	Efecto Igualar
			FE	FE IV	FE	FE IV		OECD (PIB)
Argentina	2003	0.41	-0.10	-0.08	-0.04	-0.04	0.18	0.99
Bolivia	2002	0.28	-0.05	-0.05	-0.02	-0.02	0.13	1.04
Brazil	2003	0.98	0.20	0.20	0.09	0.09	0.44	0.73
Chile	2003	0.61	-0.16	-0.17	-0.07	-0.08	0.27	0.90
Colombia	2001	0.17	-0.05	-0.05	-0.02	-0.02	0.08	1.09
Ecuador	2003	0.07	-0.20	-0.20	-0.09	-0.09	0.03	1.14
Honduras	2003	0.05	-0.14	0.00	-0.06	0.00	0.02	1.15
Jamaica	2002	0.07	-0.06	-0.06	-0.03	-0.03	0.03	1.14
Mexico	2002	0.40	-0.04	-0.05	-0.02	-0.02	0.18	0.99
Nicaragua	2002	0.05	-0.07	-0.07	-0.03	-0.03	0.02	1.15
Panama	2003	0.34	-0.07	-0.07	-0.03	-0.03	0.15	1.02
Paraguay	2002	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	1.13
Peru	2003	0.10	-0.04	-0.04	-0.02	-0.02	0.05	1.12
Uruguay	2002	0.26	0.06	0.06	0.03	0.03	0.12	1.05
Venezuela	2003	0.28	0.12	0.13	0.06	0.06	0.13	1.04
Latinoamerica		0.26	-0.11	-0.10	-0.05	-0.04	0.12	1.05

Nota: Esta Tabla ha sido construida usando el valor 0.45 como retorno del I+D en función del PIB.

Tabla 10: Brecha innovativa y su costo en puntos porcentuales de crecimiento II

Pais	Año	(I+D)/PIB	Brecha	Brecha	Costo PIB	Costo PIB	2*(I+D)/PIB (PIB)	Igualar
			FE	FE IV	FE	FE IV		OECD (PIB)
Argentina	2003	0.41	-0.10	-0.08	-0.07	-0.06	0.32	1.71
Bolivia	2002	0.28	-0.05	-0.05	-0.04	-0.04	0.22	1.81
Brazil	2003	0.98	0.20	0.20	0.16	0.15	0.76	1.26
Chile	2003	0.61	-0.16	-0.17	-0.12	-0.13	0.47	1.56
Colombia	2001	0.17	-0.05	-0.05	-0.04	-0.04	0.13	1.90
Ecuador	2003	0.07	-0.20	-0.20	-0.15	-0.15	0.05	1.97
Honduras	2003	0.05	-0.14	0.00	-0.11	0.00	0.04	1.99
Jamaica	2002	0.07	-0.06	-0.06	-0.04	-0.05	0.05	1.97
Mexico	2002	0.40	-0.04	-0.05	-0.03	-0.04	0.31	1.72
Nicaragua	2002	0.05	-0.07	-0.07	-0.06	-0.06	0.04	1.99
Panama	2003	0.34	-0.07	-0.07	-0.05	-0.06	0.27	1.76
Paraguay	2002	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.08	1.95
Peru	2003	0.10	-0.04	-0.04	-0.03	-0.03	0.08	1.95
Uruguay	2002	0.26	0.06	0.06	0.05	0.05	0.21	1.82
Venezuela	2003	0.28	0.12	0.13	0.10	0.10	0.22	1.81
Latinoamerica		0.26	-0.11	-0.10	-0.08	-0.08	0.20	1.82

Esta Tabla ha sido construida usando el valor 0.78 como retorno del I+D en función del PIB.

Tabla 11: Crecimiento promedio Anual de la PTF por Sectores Productivos

Sectores	1967-73	1973-79	1979-85	1985-93	1967-93
Tabaco	8.77%	7.83%	-1.56%	2.89%	4.28%
Maquinaria de Oficina	4.45%	3.18%	3.19%	3.10%	3.45%
Construcciones Navales	7.17%	0.82%	4.39%	1.30%	3.23%
Equipos de Audio y Comunicaciones	8.91%	1.60%	1.93%	1.30%	3.23%
Maquinaria Industrial	5.06%	1.83%	2.40%	3.03%	3.07%
Motores y Turbinas	1.51%	6.33%	4.32%	0.67%	2.99%
Industria Química	6.29%	4.63%	0.42%	0.92%	2.87%
Automóviles	3.53%	3.50%	2.41%	2.16%	2.84%
Ferrocarriles	3.18%	4.83%	1.63%	2.02%	2.84%
Artículos de Porcelana y Greda	2.95%	2.56%	1.64%	3.80%	2.82%

Fuente: Lim (1999)

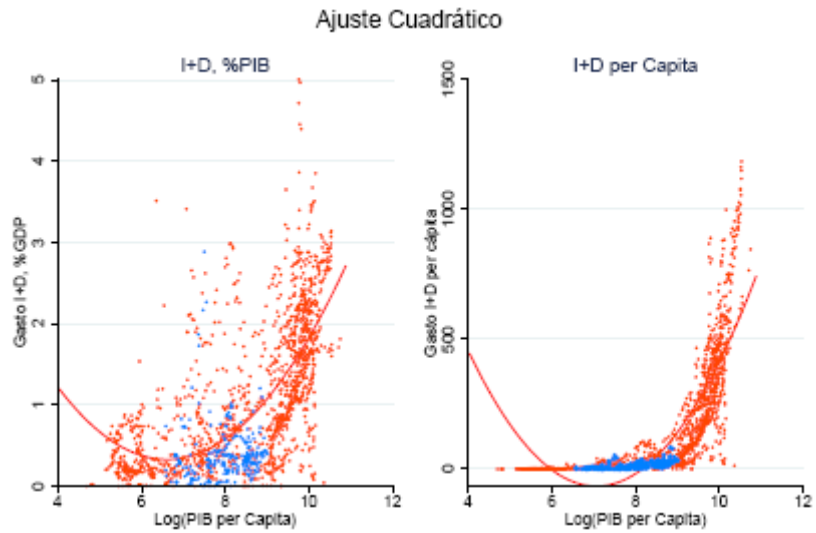
Tabla 12: Ranking Gasto en I+D y Patentes por 100.000 personas- Año 2003

Rnk. I+D	País	I+D/PIB	Pat/100.000 Hab.	Rnk-Pat
1	Israel	4.72%	18.0	3°
2	Suecia	3.98%	17.0	5°
3	Finlandia	3.49%	16.6	6°
4	Japón	3.15%	27.8	2°
5	Islandia	2.94%	-	-
6	Estados Unidos	2.67%	30.2	1°
7	Corea del Sur	2.64%	8.2	11°
8	Dinamarca	2.63%	9.8	10°
9	Alemania	2.56%	13.9	7°
10	Francia	2.22%	6.4	14°

Fuente: Cálculos de los Autores.

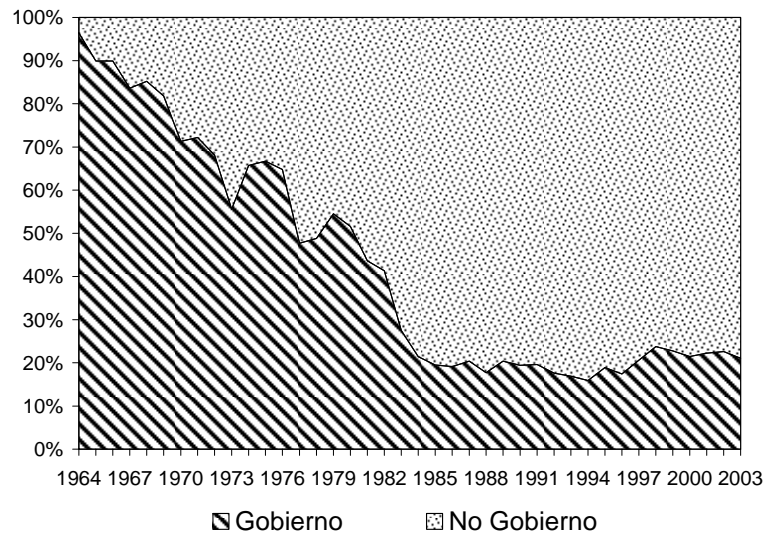
Nota: Sólo se consideran a países con más de 50 patentes por año. Por ello que se omite la información de Islandia (14 patentes por año y 4.9 por cada 100.000 habitantes), que lo ubicarían en el vigésimo puesto. Luxemburgo y Mónaco no son incluidos por el mismo motivo.

Figura 1: Gasto en I+D y Desarrollo



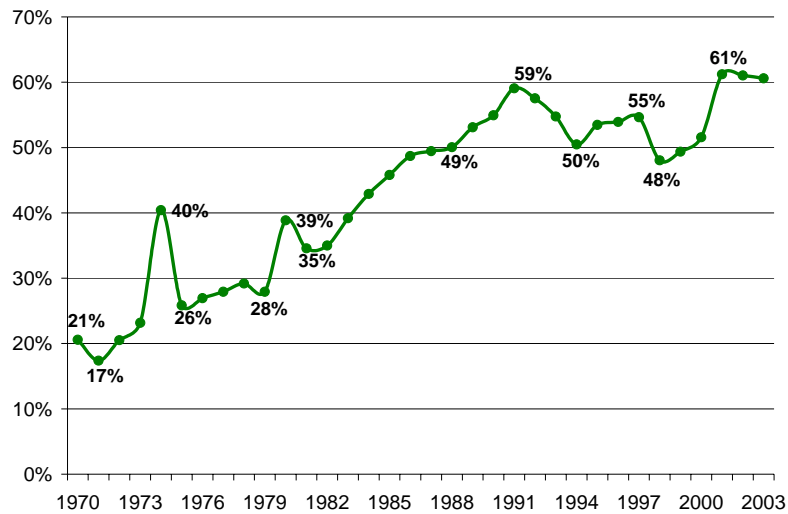
Fuente: Construcción de los autores en base a datos provenientes de Lederman y Saenz (2005) y UNESCO. Países Latinoamericanos están representados por puntos azules.

Figura 2: Composición del Gasto en I+D en Corea del Sur: 1964-2000



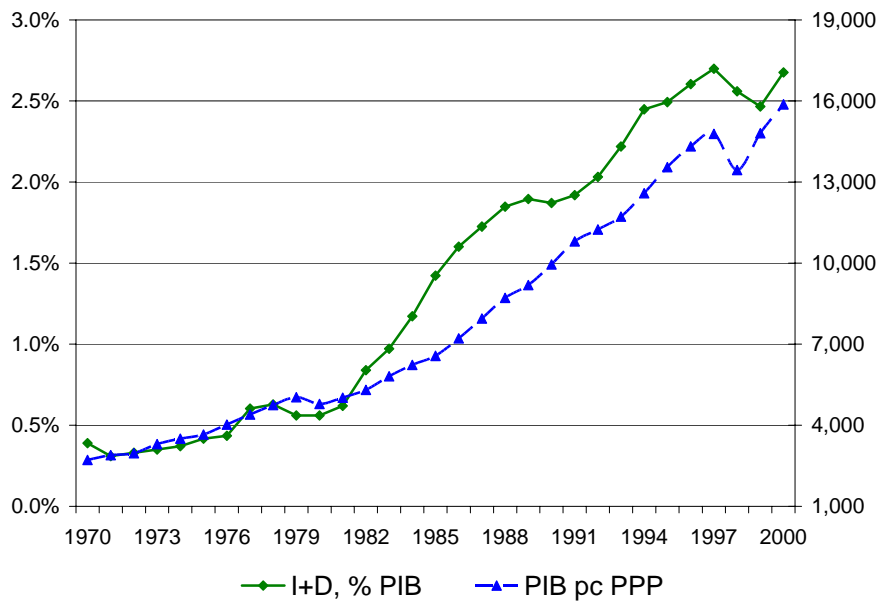
Fuente: Construcción de los Autores, en base a información de UNESCO y del Science and Technology Yearbook del Ministry of Science and Technology (MOST), extraída esta última de Lim (1999), pp.?.

Figura 3: Investigadores 1970-2000 en Compañías Privadas (% Total)



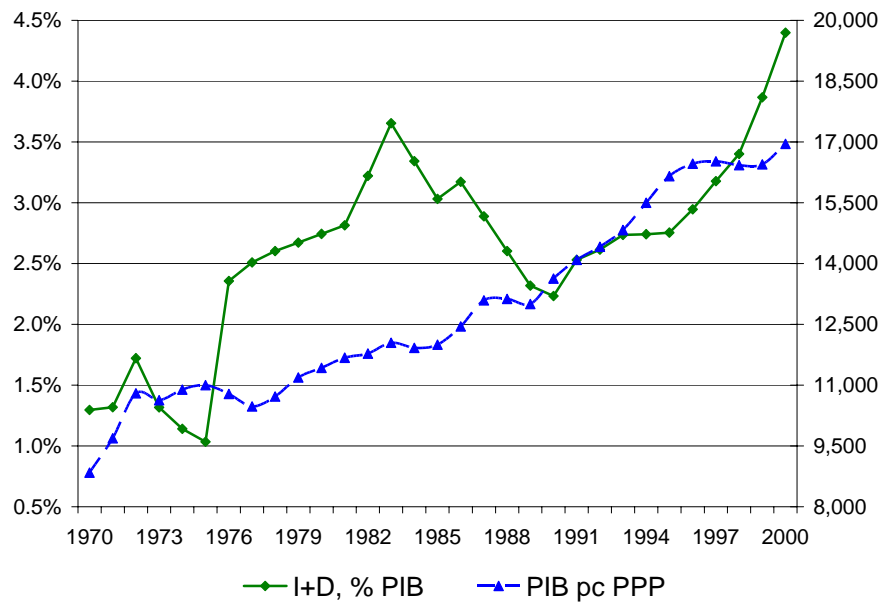
Fuente: Construcción de los Autores, en base a información de UNESCO y del Science and Technology Yearbook del Ministry of Science and Technology (MOST), extraída esta última de Lim (1999), pp.?.

Figura 4: PIB per capita (PPP) y Gasto en sector I+D real PPP en Corea (1969-2000)



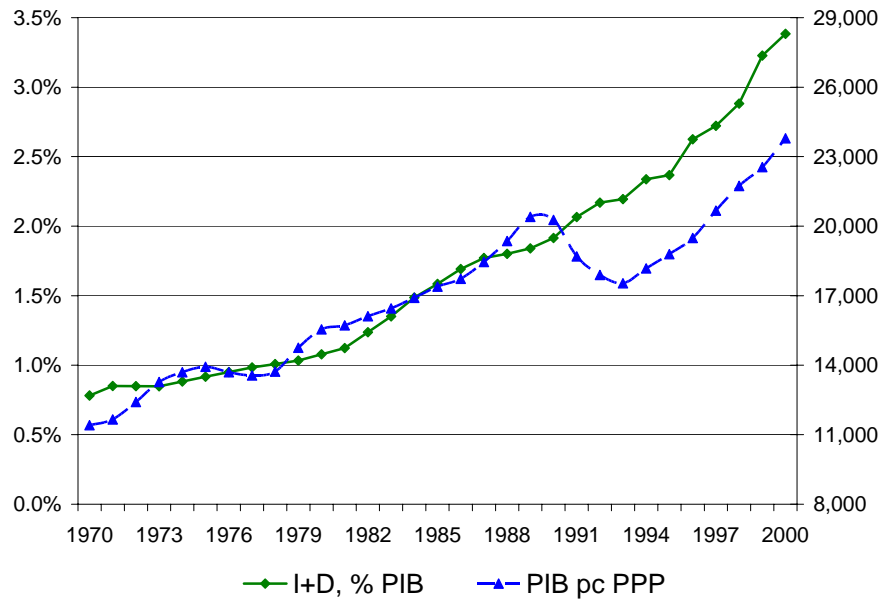
Fuente: Construcción del autor en base a información de Penn World Table y Lederman y Saenz (2003)

Figura 5: PIB per capita (PPP) y Gasto en sector I+D real PPP en Israel (1969-2000)



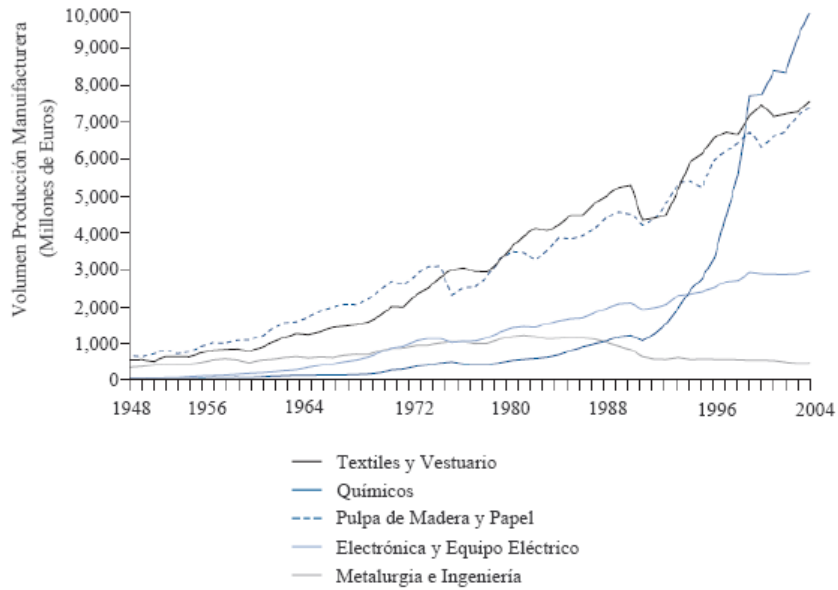
Fuente: Construcción del autor en base a información de Penn World Table y Lederman y Saenz (2003)

Figura 6: PIB per capita (PPP) y Gasto en sector I+D real PPP en Finlandia (1969-2000)



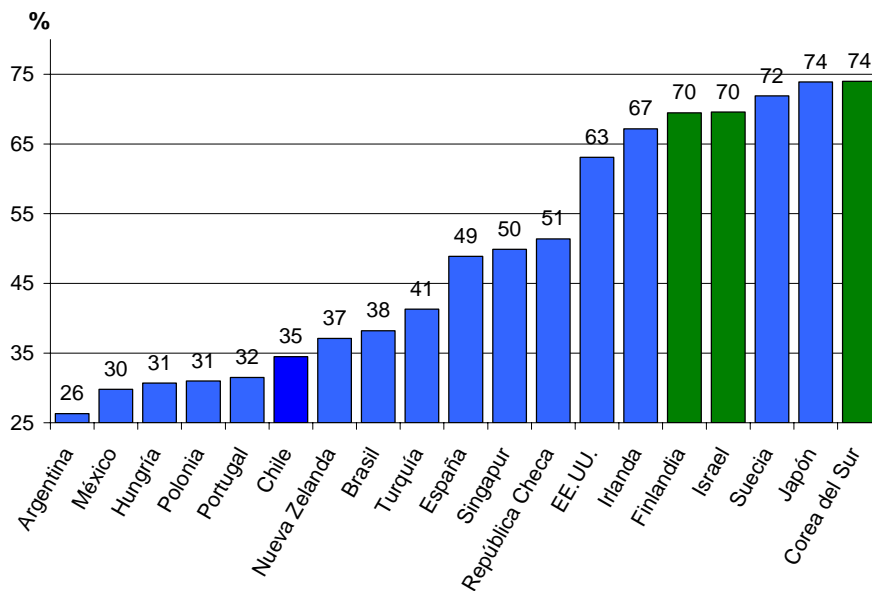
Fuente: Construcción del autor en base a información de Penn World Table y Lederman y Saenz (2003)

Figura 7: Producción Manufacturera Finesa (Volumen) por Industrias (en precios del 2000)



Fuente: Dahlman, Routti and Yla-Anttila (2006)

Figura 8: Financiamiento Inversión en I+D Empresas (% I+D Total, 2002)



Fuente: Benavente (2005)