

PERSPECTIVA DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA LATINOAMERICANA

Patricio Meller & Joaquín Gana

Este artículo ha sido preparado para el proyecto: "Emergent Issues and Challenges for Latin American and Caribbean Economies", realizado por la Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN) y la American University, y con el patrocinio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Julio 2014

Perspectiva de la Innovación Tecnológica Latinoamericana

Patricio Meller & Joaquín Gana (170714)¹

I. Introducción

En el mundo global del siglo XXI la innovación tecnológica es fundamental para los países emergentes por 3 motivos inter-relacionados: aumentar el crecimiento económico, incrementar la competitividad internacional y generar una trayectoria convergente con los países desarrollados. Respecto a los países latinoamericanos surgen las siguientes interrogantes: ¿Por qué es tan baja la capacidad de innovación tecnológica en la región?, ¿por qué las empresas productivas latinoamericanas invierten relativamente poco en investigación y desarrollo?, ¿hay capacidad innovadora y empresarial schumpeteriana en América Latina? Estas son las interrogantes que se examinan en este artículo.

La innovación y la tecnología moderna constituyen un factor central en el crecimiento económico: su incidencia va más allá del 50%. Esta tecnología moderna es generada principalmente por las EMN (empresas multinacionales) de los países desarrollados (PD). De aquí se puede inferir que los países rezagados en su nivel de desarrollo, i.e., los países emergentes (PE) tienen una gran ventaja: no tienen que invertir recursos para producir la tecnología moderna (TM). Esta TM puede ser adquirida desde los PD por diferentes vías lo que genera el proceso de convergencia (*“catching up”*) entre los PE y los PD (Gerchenkron, 1962).

Este fenómeno de la convergencia se debiera acentuar en un mundo global. En efecto, gracias a la globalización y a las políticas proclives a ésta hay prácticamente libre movilidad de

¹ Este artículo forma parte del proyecto: **“Emergent Issues and Challenges for Latin American and Caribbean Economies”**, realizado por la Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN) y la American University, y con el patrocinio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Los autores agradecen los valiosos comentarios de Pedro Roffe, Alejandro Foxley, Robert Blecker, Eric Hershberg y de los participantes en los 2 Workshops **“Emergent issues and Challenges for Latin American and Caribbean Economies”**, en el Center for Latin American & Latino Studies de American University, (Washington, DC Mayo 27, 2014) y en el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), (Washington, DC Mayo 28, 2014). Como es habitual, el contenido de este artículo es de responsabilidad exclusiva de los autores.

todo: libre comercio (de bienes y servicios), libre flujo de inversiones (Inversión Extranjera Directa, IED), libre movilidad de capitales (financieros), inmediata difusión del conocimiento (vía INTERNET) y completo acceso a la tecnología moderna. Esto ha sugerido la hipótesis de que el “mundo es plano” (Friedman, 2005).

La hipótesis del “mundo plano” implica una convergencia de 100% entre PD y PE. La cancha productiva se ha emparejado, esto es (i) cualquier bien o servicio puede ser producido en cualquier parte, y (ii) cualquier idea puede ser generada en cualquier parte. En breve, la competencia productiva es equivalente a una competencia deportiva². La hipótesis “el mundo plano” supone la desaparición de la 4ª dimensión: (i) el tiempo se hace cero – hay comunicación instantánea (clic !!), (ii) se esfuma la distancia – desaparece la geografía. En consecuencia, surgen réplicas de empresas tecnológicas en todas partes (Bangalore, Seúl, Shanghai, etc.); además, según Friedman (2005) un joven de 14 años – nacido en Rumania, Vietnam o el Congo – tiene toda la información y mecanismos tecnológicos para aplicar el conocimiento a todo, i.e.: *“puede inventar cualquier cosa”, “Este joven de 14 años no tiene que migrar a EEUU para diseñar un super-google” (!!!)*

Examinemos la evidencia empírica sobre la validez del fenómeno de la convergencia. Para este efecto se examinará que ha sucedido en un período de 50 años (1950-2000) con la brecha existente del PIB/cap de un país emergente (PE) en relación al PIB/cap de EEUU (que será utilizado como “benchmark”). En breve, se calculará la “brecha del subdesarrollo” del PE (cuociente (PIB/cap) PE dividido por (PIB/cap) EEUU) en 1950; luego se hace lo mismo pero para las cifras del año 2000. La hipótesis de la convergencia sugiere que debiera haber una disminución de la “brecha; i.e., el diferencial del PIB/cap del PE en relación al de EEUU se debiera reducir a través del tiempo. El Gráfico 1 presenta los resultados de convergencia y divergencia para el período 1950-2000. Los resultados obtenidos muestran lo siguiente:

² Así como en el campeonato mundial de fútbol en que todos los equipos tienen el mismo N° de jugadores, juegan con la misma pelota, los mismos arcos, las mismas reglas, etc. No hay ninguna diferencia entre los equipos de los diversos países.

(1) Para los países asiáticos se aprecia que en la mayoría de ellos sería válida la hipótesis de la convergencia; i.e., el PIB/cap de estos países asiáticos en el año 2000 está más cerca del PIB/cap de EEUU de lo que estaba en el año 1950.

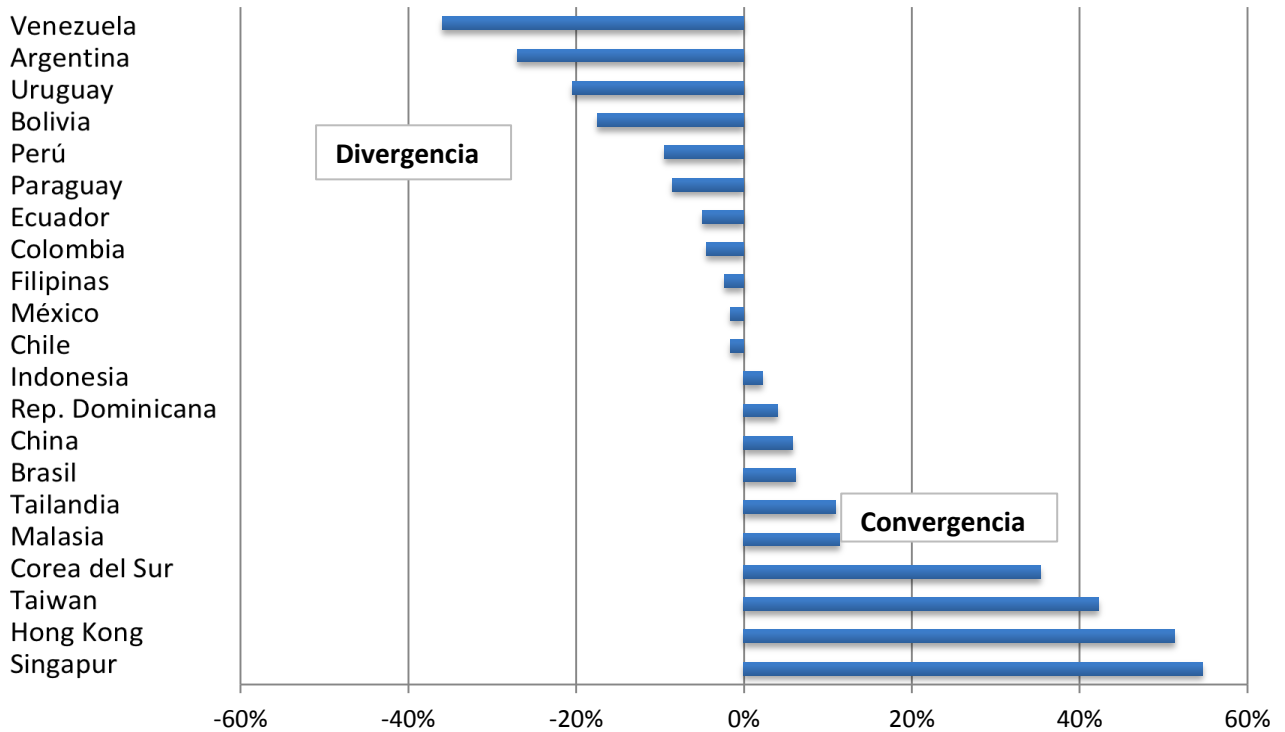
(2) Para la mayoría de los países latinoamericanos sucede exactamente lo contrario; i.e., en este caso se refutaría la hipótesis de la convergencia. El PIB/cap de varios países latinoamericanos cada vez está más distante del PIB/cap de EEUU. En vez de convergencia lo que hay es divergencia.

¿A qué se debe este desempeño tan diferente entre los países asiáticos y los países latinoamericanos? ¿Cuáles son los factores que contribuyen a generar convergencia en los países asiáticos?

Por otra parte, la premisa implícita respecto a la ventaja del retraso de los PE asociada a la incorporación de la TM no tiene una validez general (Mathews, 2006). La entrada de TM no genera automáticamente en un PE la convergencia al nivel de desarrollo de los PD.

Empíricamente se observa que hay recepción de TM en los PE generando cierto progreso tecnológico, pero al mismo tiempo también ha habido una aceleración del proceso de innovación tecnológica. No todos los países tienen la misma capacidad de adaptación al ritmo de innovación que está ocurriendo.

Gráfico I.1
Convergencia/Divergencia 1950-2000
 (% PIBpc Real relativo a USA)



Fuente: Penn World Tables 6.1, PIB per cápita Real (Precios Constantes: Series Encadenadas)
 Nota.- Se ha utilizado el PIB/cap de EEUU como referencia (“benchmark”) para ambos años, 1950 y 2000; la brecha de un país respecto de EEUU refleja la brecha de retraso. Luego, se comparan ambas brechas (1950 y 2000) y el diferencial entre ellas corresponde a la medición de convergencia y divergencia.

Esto implica que no es válida la hipótesis del “mundo plano”. Como en el país de las maravillas de Alicia, hay que progresar velozmente al mismo compás que el promedio (de los países) para seguir en el mismo lugar. Los países asiáticos están pasando a la vanguardia, mientras los países latinoamericanos van quedando cada vez más rezagados. ¿Cómo imitar a los países asiáticos?, ¿Qué puede hacer un país latinoamericano para generar una trayectoria de convergencia con los PD?

II. Mecanismos para la Transferencia Tecnológica

Hay diversos mecanismos asociados a promover la Transferencia Tecnológica (TT); los dos principales son Comercio (importaciones de bienes, maquinaria, bienes de capital y servicios) e Inversión Extranjera Directa (IED)³.

Los bienes de capital y la maquinaria constituyen la TM y tienen incorporados la I&D (Investigación y Desarrollo) que han efectuado los PD para su fabricación. Para que esto se concrete, los PE tienen que haber implementado un proceso de apertura externa (eliminando las barreras a las importaciones). En efecto, las importaciones de maquinaria (y bienes de capital) son una fuente importante de adquisición de la TM para los PE. Pero ésta es solo la primera fase del proceso de TT; el ingreso de la TM de los PD al PE.

Veamos a continuación las magnitudes de importaciones de bienes de capital para un conjunto de países latinoamericanos y asiáticos en un período relativamente reciente, 1996-2011. Del Cuadro II.1 se aprecia lo siguiente:

(a) Las importaciones de bienes de capital son en términos cuantitativos y relativos superiores en general en los países asiáticos (AS) respecto de los países latinoamericanos (AL). En la primera década del siglo XXI la mediana de las importaciones (bienes de capital) de los AS fluctuaba entre el 14% (PIB) y el 16% (PIB); en cambio esta mediana fluctuaba entre el 4,5% (PIB) y el 5,5% (PIB) para los AL. Luego, los AS son relativamente más proclives a introducir la TM a través de este mecanismo de importaciones de bienes de capital. Esto estaría asociado a los mayores coeficientes de inversión observados en los países asiáticos.

(b) Del conjunto de 15 países AL en sólo 4 se aprecia (en 2011) una incidencia de las importaciones de bienes de capital superior al 10% (PIB): Costa Rica, México, Panamá y Paraguay. En cambio en los países AS 5 de 8 tienen importaciones de bienes de capital que

³ Otros mecanismos sugeridos para la TT son el rol de las exportaciones ((Hausmann, Hwang & Rodrik (2007), Lederman & Maloney, (2012)), comercio de conocimiento y migraciones (Hoeckman, Maskus & Saggi (2004). En el artículo se examinarán más adelante licencias y royalties, joint ventures y atracción de Centros Internacionales de Excelencia.

superan (2011) el 10% (PIB); algunos de ellos tienen porcentajes muy elevados como Hong Kong (105% PIB), Singapur (54% PIB) y Malasia (26% PIB).

Cuadro II.1 Importaciones de Bienes de Capital AL - AS (Millones de US\$ corrientes, % PIB)

Región - Indicador	1996		2001		2006		2011	
	Monto US\$	% PIB	Monto US\$	% PIB	Monto US\$	% PIB	Monto US\$	% PIB
AL - Promedio	2.956	5,1%	7.175	5,5%	10.971	6,5%	18.782	6,4%
AL - Mediana	669	5,1%	1.735	4,4%	3.430	4,6%	6.976	5,4%
Asia - Promedio	45.132	42,1%	45.854	25,4%	110.966	32,8%	169.882	28,7%
Asia - Mediana	41.127	40,8%	44.546	15,0%	78.324	16,6%	98.339	14,3%

Fuente: UNCOMTRADE para importaciones (C4, BEC), Banco Mundial para PIB // Promedios Simples

Supongamos que tenemos 2 países PE: AL y AS. Ambos países importan la misma maquinaria (en calidad y monto). El país AL considera la maquinaria importada como una “caja negra con enchufe”; al empresario local de AL lo único que le interesa para producir es enchufar la maquinaria. En cambio en el país AS, hay interés y preocupación por entender cómo funciona la maquinaria; para esto, desarmen “la caja negra” y la vuelven a armar. Esto es lo que se denomina ingeniería reversa, lo cual permite generar un proceso de aprendizaje tecnológico y el comienzo de la adquisición del *know how* sobre cómo se elabora la TM.

¿Qué diferencia produce en ambos PE esta relación con la TM? El país AL es un usuario pasivo de la TM. Los empresarios de AL no creen necesario incurrir en costos asociados al aprendizaje del *know how* tecnológico moderno; en un mundo global integrado, tiene menos costo y menor riesgo dedicarse a importar permanentemente la TM desarrollada por los PD. En cambio en el país AS existe la motivación por comprender la TM para facilitar el proceso de adopción y adaptación tecnológica; además, los empresarios de AS tienen un objetivo de largo plazo el cual es producir mejoramientos e innovaciones a la TM de los PD. El país AS tiene como objetivo (de largo plazo) convertirse eventualmente en un exportador de TM.

En breve, el país AL tiene una visión estática del futuro; este futuro es simplemente una repetición del presente. El país AS percibe que el mundo global del siglo XXI se caracteriza por

un permanente y acelerado proceso de innovación; la competitividad futura requiere que los empresarios “entiendan la tecnología” y sean capaces de generar innovaciones tecnológicas.

La Inversión Extranjera Directa (IED) desempeña un rol similar al de las importaciones (de maquinaria) respecto a la TT de la TM. Los organismos internacionales (FMI, Banco Mundial, OMC) han planteado que para estimular el desarrollo, los PE tienen que implementar un proceso de apertura comercial (liberalización de importaciones). De manera análoga se sugiere que los PE debieran tener un régimen de libre acceso de la IED sin ningún tipo de restricciones. En realidad, en la década de 1990, gran cantidad de PE competían entre ellos para atraer IED; no sólo se establecía un entorno de políticas bastante liberal, sino que adicionalmente se proporcionaban importantes subsidios públicos (Gorg & Greenaway, 2003)⁴. Cabe considerar que las Empresas Multinacionales (EMN)⁵ son los principales generadores de la TM; luego parece lógico que la estrategia de los PE debiera estar orientada a atraer a las EMN (UNCTAD, 2005).

Los supuestos implícitos respecto a los beneficios de la IED son⁶: (i) Para los PE flujos adicionales de inversión contribuyen a la generación de empleo y de crecimiento. (ii) La IED es un mecanismo importante de TT. Además, la IED ayuda a diseminar la TM en el país anfitrión y de esta forma contribuye a elevar la productividad local y las exportaciones. (iii) La IED aumenta la calidad del stock de capital del PE porque utiliza las mejores prácticas de “cómo se hacen las cosas” e incorpora el management moderno.

En efecto, las EMN son consideradas como uno de los principales mecanismos de difusión de la TM, tanto de los activos tangibles e intangibles. Hay diversas vías para generar la difusión de la TM. Un enfoque privilegia (Ciruelos & Wang, 2005): (i) Encadenamientos hacia atrás con los proveedores de las EMN. (ii) Encadenamientos hacia adelante con los consumidores. (iii) Vinculación horizontal de la EMN con socios locales vía “joint ventures”,

⁴ Estos subsidios públicos fluctuaban entre US\$30.000 y US\$150.000 por empleo generado por la IED (Gorg & Greenaway, 2003)

⁵ En este artículo se utilizará IED y EMN como conceptos totalmente equivalentes.

⁶ Ver Saggi (2002), Gorg & Greenaway (2003), Hoeckman, Maskus & Saggi (2004) y Lall & Narula (2004).

licencias y/o asociación estratégica. Otro enfoque enfatiza (Hoeckman, Maskus & Saggi, 2004): (i) El efecto demostración de las EMN, o simplemente la imitación por las empresas locales. (ii) Personal de las EMN que es atraído (“levantado”) por las empresas locales, o que se va a formar su propia empresa, y (iii) Encadenamientos hacia atrás con los proveedores, ej. maquilas.

Comparando las cifras de IED para un conjunto de países de AL y AS se aprecia lo siguiente: (a) En ambas regiones se ha registrado un importante aumento en los flujos de IED en el período 1990-2010. En términos relativos al PIB, AL habría experimentado un mayor aumento relativo de la incidencia de la IED (como % PIB) que AS. (b) Si se excluyen 2 países AS, Hong Kong y Singapur, en un número significativo de países AL la IED tiene un mayor % PIB que en los países AS. En otras palabras, la IED desempeña un rol relativamente mayor en las economías de AL que en las de AS.

Cuadro II.2 Inversión Extranjera Directa AL - AS (Millones de US\$ corrientes, % PIB)

Región - Indicador	1990		2000		2010	
	Monto US\$	% PIB	Monto US\$	% PIB	Monto US\$	% PIB
AL - Promedio	552	1,4%	5.208	3,8%	7.984	3,4%
AL - Mediana	136	1,3%	810	3,7%	2.289	2,7%
Asia - Promedio	2.455	3,9%	17.782	8,4%	39.285	9,2%
Asia - Mediana	2.593	2,0%	6.536	3,1%	17.448	2,4%

Fuente: UNCTAD para inlfujos brutos de IED, Banco Mundial para PIB // Promedios Simples

La literatura económica ha estado concentrada en medir los efectos de la IED, particularmente la magnitud de la difusión de la TM en el país anfitrión. Una vez que se introduce la TM en el PE, ¿cuáles son los mecanismos que inducen la diseminación de la tecnología? Como se puede ver, esta interrogante es la misma para el caso de la importación de la TM.

La gran cantidad de estudios empíricos no proporciona resultados concluyentes; los “spillovers” de las EMN son muy reducidos o nulos⁷. Incluso hay varios estudios que plantean

⁷ Ver referencias en Saggi (2002).

dudas respecto a que la IED tenga efectos positivos sobre la difusión y diseminación de la TM⁸. Según Saggi (2002) ¿por qué estaría interesada una EMN en el proceso de difusión de la TM en un país anfitrión?, ¿qué función objetivo estaría maximizando? El comportamiento racional de un ejecutivo de una EMN estaría más bien orientado a evitar la imitación (o “copia”) por parte de las empresas locales. La ventaja de la EMN está sustentada en la TM, gestión y *know how*; ¿qué incentivos tendría una EMN para erosionar esta ventaja competitiva? En realidad, ésta es la conducta de todo empresario, ya sea de una EMN o de una empresa local.

Luego, si la IED no genera “spillovers” en el país anfitrión, ¿esto significa que las EMN no tendrían un impacto positivo en los PE?

La IED desempeña el rol de introducir la TM en un PE. Pero, ¿quién debiera tener la responsabilidad de la difusión de la TM? ¿Por qué en el caso de las empresas locales que importan TM no se les cuestiona su nulo rol en la difusión tecnológica? En realidad es el país anfitrión y son las empresas locales las responsables por la asimilación, adaptación y difusión de la TM. Para que esto suceda, se requiere que haya capacidad de absorción tecnológica; esto se asocia a la existencia de un mínimo de capital humano en el país local (UNCTAD, 2005).

No obstante lo anterior, podría distinguirse dos tipos de PE según su actitud ante la IED. Por una parte PE totalmente pasivos cuyo objetivo ante las EMN radica exclusivamente en conformarse con su presencia productiva en el país; no sería responsabilidad de las EMN preocuparse del proceso de difusión de la TM. Por otra parte están los PE más proactivos que “inducen” a la IED a asumir un rol dinámico en el proceso de TT y de difusión de la TM; para este efecto incentivan la constitución de “joint ventures”, otorgamiento de licencias, y/o uso de insumos locales en el proceso de producción de la EMN⁹.

Repitiendo la analogía anterior para los países AL y AS ante su comportamiento con las EMN, tendríamos que el país AL tendría una conducta pasiva ante la IED; implícitamente se supone que de esta forma incrementaría la probabilidad de mayores inversiones de EMN en el

⁸ Gorg & Greenaway (2003) revisan varios estudios econométricos y concluyen que “no hay ningún efecto (estadístico) de las EMN sobre la productividad de las empresas locales”.

⁹ Saggi (2002) sugiere a este respecto que una política “pura” (no ponerle restricciones) para la IED no es factible en el mundo real.

futuro. En cambio el país AS está más interesado en aprender ahora el *know how* tecnológico de las EMN, e implementaría las políticas proactivas sugeridas previamente. En breve, para el país AS, el ingreso de IED es parte de su política tecnológica, i.e., como aprender a elaborar la TM. Para el país AS el futuro es impredecible y cambiante; lo que sucede hoy puede que no sea un buen predictor del mañana.

En resumen, ante los dos principales mecanismos asociados a la TT los países AL tienen una doble actitud pasiva: displicentes ante las importaciones de TM (“para que abrir las cajas negras”) e indiferentes ante la difusión de la tecnología de las EMN. En cambio los países AS tienen una doble actitud proactiva: aplican ingeniería reversa a las importaciones de TM y aplican políticas específicas para inducir a las EMN a generar la transferencia y difusión de la tecnología moderna.

La existencia local de capacidad tecnológica y *know how* empresarial es fundamental para generar la adopción y adaptación eficiente de la tecnología moderna; además, esto permite desarrollar las habilidades y destrezas para poder efectuar innovaciones tecnológicas. ¿Cuál de las dos actitudes descritas previamente es más proclive a producir la existencia de capacidad tecnológica local en un PE, la pasividad del país AL o la proactividad del país AS? La respuesta es obvia, y la evidencia empírica respecto a la convergencia lo ilustra.

III. Medición de la Capacidad Tecnológica Latinoamericana

En esta sección examinaremos una serie de indicadores tradicionalmente utilizados para medir la capacidad tecnológica de un país: gasto en I&D (Investigación y Desarrollo), pagos de royalties, patentamiento (Nº de patentes), publicaciones científicas, capital humano (Nº científicos e ingenieros). Estos indicadores reflejarían insumos para generar la capacidad tecnológica como gasto en I&D, capital humano y royalties, y por otro lado output producido por la capacidad tecnológica medido a través de las patentes y publicaciones científicas.

Al año 2012, América Latina representa alrededor del 8,5% y el 7,7% de la población y del PIB mundial, respectivamente¹⁰. Veremos que en lo concerniente a los indicadores vinculados a magnitudes tecnológicas la incidencia relativa latinoamericana (a nivel mundial) es inferior al 50% de los porcentajes mencionados previamente¹¹.

A. Gasto en Investigación y Desarrollo (I&D)

El gasto en I&D es considerado como la variable más representativa del nivel de capacidad tecnológica de un país. Como se puede apreciar América Latina (AL) gastó US\$36,6 Billones¹² en el año 2011. Este monto representa sólo el 2,5% del gasto mundial en I&D.

Utilizaremos la región asiática para efectos comparativos. Obviamente en cuanto a magnitudes la región asiática es mucho mayor que AL; su gasto en I&D (2011) es US\$492,3 Billones, que equivale a 13,5 veces el gasto de AL. Cabe señalar que esta magnitud es superior al diferencial existente entre ambas regiones (Asia y AL) en población y PIB¹³.

Además, lo interesante del Cuadro 1 es el gran incremento absoluto y relativo en el gasto en I&D observado en la región asiática; esta región representaba el 24,2% del gasto mundial en I&D en 1996; 15 años después representa el 34,3%. Este gran aumento de 10 pp (puntos porcentuales) ilustra la gran ventaja competitiva que han adquirido los países asiáticos.

¹⁰ Banco Mundial Open Data.

¹¹ Es relevante señalar que los datos deben ser considerados como aproximaciones al año correspondiente y no como valores exactos correspondientes al año.

¹² Estos son Billones americanos, 10 elevado a 9, equivalentes a los miles de millones de AL.

¹³ A 2010, Asia representa alrededor de un cuarto del PIB mundial y posee casi el 60% de la población.

Cuadro III.1 Gasto en I+D por Región (Billones de US\$ corrientes, PPP; %)

	1996		2011	
	Número	% Mundo	Número	% Mundo
América Latina y El Caribe*	n.d*	n.d*	37	2,5%
Asia y Pacífico**	126	24,2%	492	34,3%
Norteamérica	211	40,5%	462	32,2%
Europa	151	29,0%	344	24,0%
Resto del Mundo	33	6,3%	100	7,0%
Mundo	522	100%	1.435	100%

Fuente: National Scientific Foundation (2014) S&E Indicators Chapter 4 & Digest

*En 1996 América Latina está incluida dentro del mundo // ** Incluye a Japón

1. Gasto en I&D como % PIB

El gasto en I&D como % PIB es el indicador utilizado convencionalmente para las comparaciones internacionales respecto al esfuerzo y prioridad asignada por un país al desarrollo de la capacidad tecnológica local. Sin embargo, como veremos a continuación, para el caso latinoamericano este indicador no refleja totalmente el retraso tecnológico de la región.

Las cifras sobre gasto en I&D (% PIB) para 3 grupos de países muestran lo siguiente:

(a) Considerando el año 2011 (valores mediana) AL es la región con el menor gasto en I&D: 0,33 (% PIB) comparado con el 1,07 (% PIB) de Asia y el 2,04 (% PIB) de la OCDE

(b) Mirando la evolución intertemporal se aprecia que el gasto en I&D en AL varía muy poco en el período reciente (1996-2011); apenas 3 pp (puntos porcentuales) en 15 años. Esto contrasta con lo observado para las otras 2 regiones; en Asia y en OCDE hay un aumento del gasto en I&D de 50 pp y 41 pp respectivamente.

(c) El gasto en I&D (% PIB) de Asia del año 1996 es un 72% mayor que el de AL en el año 2011. Es decir, AL ni siquiera ha alcanzado (2011) un gasto en I&D (% PIB) un nivel cercano al que tenía Asia hace 15 años atrás (1996).

Cuadro III.2 Gasto en I&D Total (% PIB)

	Mediana				Media Aritmética (Simple)			
	1996	2001	2006	2011	1996	2001	2006	2011
América Latina	0,30	0,27	0,28	0,33	0,25	0,30	0,32	0,37
Asia	0,57	0,69	0,79	1,07	0,82	0,96	1,28	1,40
OCDE	1,63	1,59	1,74	2,04	1,57	1,79	1,87	2,16

Fuente: Elaboración propia en base a UNESCO Institute of Statistics

2. Incidencia del Sector Privado en el Gasto en I&D

Al utilizar el gasto total en I&D (% PIB) para las comparaciones internacionales, se está suponiendo implícitamente que la composición de este gasto (empresas, universidades y gobierno), es similar en los diferentes países. Sin embargo, veremos que esto no es así. Desde el punto de vista de la competitividad internacional, interesa examinar lo que el sector productivo (empresas privadas y estatales) está gastando en I&D. Lamentablemente la información al respecto no es completa.

En AL, en los países medianos (Argentina, Chile, Colombia, Perú, Uruguay) la incidencia del gasto en I&D del sector productivo fluctúa entre 30% (% I&D total) y 35% (% I&D total); en los países grandes (Brasil y México) fluctúa entre 40% (% I&D total) y 50% (% I&D total). En los países asiáticos la incidencia del gasto en I&D del sector productivo supera en general el 50% (% I&D total) y en algunos países (China y Corea) alcanza al 75% (% I&D total) . En la mayoría de los países de la OCDE, la incidencia del gasto en I&D del sector productivo fluctúa en general entre el 60% (% I&D total) y el 70% (% I&D total).

En breve, dada la composición del gasto del sector productivo en I&D, y puesto que en AL estos porcentajes son alrededor de la mitad de los valores observados en Asia y en la OCDE, las cifras utilizadas tradicionalmente (gasto total en I&D como % PIB) subestiman notoriamente el diferencial existente entre AL y el resto del mundo¹⁴.

¹⁴ Habría que multiplicar por 2 los diferenciales mencionados previamente.

Pero considerar el gasto I&D privada (% I&D total) también subestima el retraso latinoamericano. Como se mencionó previamente, en un mundo global competitivo (“*mundo plano*”) todas las empresas productivas compiten entre sí “en una cancha pareja”. Luego, lo que una empresa gasta en I&D influye en su eficiencia; mientras más gasta en I&D por trabajador mayor será su competitividad.

En consecuencia, el indicador adecuado para determinar la competitividad futura de una empresa (en un mundo global) será el gasto en I&D por trabajador medido en US\$/empleado. En un “*mundo plano*” la competitividad generada por la I&D no se mide a través de % PIB, sino que utilizando magnitudes monetarias, US\$/trabajador.

Considerando el año 2011, en AL solo Brasil presenta un gasto en I&D superior a US\$100/trabajador seguido de México con US\$72/trabajador. La mayoría de los otros países AL tiene cifras que son inferiores a US\$50/trabajador. En cambio en Asia se aprecia que hay dos países, Korea y Singapur que gastan en I&D montos de 4 dígitos (más US\$1.300/trabajador); mientras que China, Hong Kong y Malasia gastan en I&D montos de 3 dígitos (más US\$200/trabajador). Análogamente, en la OCDE hay varios países (Alemania, Dinamarca, Finlandia, Israel, Japón, Suecia, EEUU) que gastan en I&D montos de 4 dígitos (más US\$1.500/trabajador).

La interrogante central motivada por estas cifras es la siguiente: ¿Por qué las empresas productivas latinoamericanas invierten relativamente poco en I&D? Considerando que el grado de globalización se va a incrementar cada vez más, lo cual genera un mayor nivel de interdependencia, ¿cómo van a poder competir las empresas latinoamericanas con las empresas asiáticas y europeas, si éstas últimas gastan en I&D/trabajador 30 veces más?

B. Licencias y Patentes

1. Licencias

Las licencias pueden constituir un sustituto de la IED para la adquisición de la TM. Pero, las EMN pueden incluir cláusulas en la licencia que establecen restricciones a la empresa local para alterar el diseño. Las EMN tendrían una preferencia por la IED para internalizar los costos transaccionales y además, para evitar perder el control sobre la tecnología. Hay una vasta literatura que examina el rol de la “cultura nacional” o “grado de confianza” (“*trust*”) existente en el país anfitrión sobre las preferencias de las EMN para optar por IED sobre la licencia (Shane, 1994).

Por otra parte, el país anfitrión puede tener una preferencia por las licencias respecto del ingreso de las EMN, por cuanto esto podría facilitar la adquisición del *know how* tecnológico incorporado en la TM; este es el caso de Korea (Lee, 2013).

Como se vio previamente, las importaciones de maquinaria podrían considerarse un sustituto de la IED y de las licencias. En este caso, los empresarios locales tendrían una actitud poco proactiva a la adquisición del *know how* tecnológico.

En breve, consideraremos el monto gastado en licencias como un indicador de las preferencias de los empresarios locales por tratar de adquirir el *know how* integrado en la TM.

Examinemos los montos de pagos por licencias (o *royalties*) a nivel mundial en 3 regiones geográficas. Es posible apreciar lo siguiente:

(a) AL representa sólo el 3,4% (2011) de los gastos mundiales en licencias. En cambio los países del Este Asiático representan el 19,3%.

(b) AL aumentó sus gastos en licencias en un 51% en 5 años (2006-2011)¹⁵. No obstante este importante aumento del gasto en licencias, AL baja su incidencia en el monto global. En el mismo período, el Este Asiático y el mundo aumentaron sus gastos en licencias en 84% y 63% respectivamente. Este es el efecto “Alicia en el país de las maravillas” respecto al retroceso relativo que experimenta AL.

¹⁵ Los cálculos se han hecho con los US\$ corrientes; este es un período con bajo nivel de inflación mundial.

(c) Países latinoamericanos que destacan por los montos pagados por licencias con cifras de 4 dígitos son: Brasil, México, Chile y Argentina.

Cuadro III.3 Pagos Royalties / Licencias (US\$ Millones corrientes)

	2006		2011	
	Monto US\$	% Mundo	Monto US\$	% Mundo
América Latina	6.047	3,8%	9.159	3,4%
Asia*	25.810	17,2%	47.401	19,3%
OCDE*	113.064	75,1%	175.658	71,5%
Mundo	150.474	100%	245.601	100%

Fuente: Banco Mundial Science and Technology Indicators

*OCDE no incluye a Chile, Corea del Sur y México // Asia incluye a Corea del Sur, Hong Kong y Singapur

Otro indicador asociado a las licencias y que también proporciona una idea del grado de dominio (o existencia de adaptación y transferencia) de la TM es el monto de utilidades que perciben las empresas de los países. A nivel mundial los pagos por licencias (royalties) que recibe AL alcanza a US\$1.173 Millones, que sólo representa un 0,5% de los pagos mundiales (2011). El Este Asiático recibe US\$ 7.789 Millones que sólo representan el 3,1% de los pagos mundiales.

Cuadro III.4 Utilidades Royalties / Licencias (US\$ Millones corrientes)

	2006		2011	
	Monto US\$	% Mundo	Monto US\$	% Mundo
América Latina	498	0,3%	1.173	0,5%
Asia*	3.132	2,0%	7.589	3,1%
OCDE*	151.318	96,2%	230.952	95,7%
Mundo	157.338	100%	241.274	100%

Fuente: Banco Mundial Science and Technology Indicators

*OCDE no incluye a Chile, Corea del Sur y México // Asia incluye a Corea del Sur, Hong Kong y Singapur

2. Patentes

La mayoría de los estudios empíricos considera que las patentes reflejarían el cambio tecnológico que ocurre en un país por lo que éstas constituirían un buen indicador del grado de capacidad de innovación (o dominio de la TM) que posee un país¹⁶. En esta sección presentamos indicadores distintos del N° de patentes de un país; patentamiento total y patentamiento sólo de los residentes del país.

Las cifras sobre el patentamiento total revelan la baja importancia de AL en el patentamiento mundial. En el siglo XXI AL tiene un nivel de patentamiento (total) que fluctúa entre 46.000 y 59.000 patentes por año; esto representa entre un 2,4% y un 3,5% del nivel mundial (ver Cuadro III.5). El Este Asiático tiene más de 750.000 patentes anuales en el 2011, lo cual constituye el 39% del patentamiento mundial; hace sólo 15 años, esta región tenía menos de 150.000 patentes anuales. ¿Cómo logra el Este Asiático incrementar el N° de patentes anuales a una tasa promedio del 11,4% durante 15 años seguidos?

Cuadro III.5 Patentes (Número de Solicitudes, totales)

	1996		2001		2006		2011	
	Número	% Mundo	Número	% Mundo	Número	% Mundo	Número	% Mundo
América Latina	29.285	2,9%	46.157	3,5%	58.858	3,6%	46.526*	2,4%
Asia**	145.782	14,3%	204.979	15,4%	427.594	26,1%	751.593	38,6%
OCDE**	788.265	77,1%	1.008.209	75,7%	1.053.881	64,4%	1.060.791	54,5%
Mundo	1.022.495	100%	1.332.192	100%	1.637.323	100%	1.946.063	100%

Fuente: Banco Mundial Science and Technology Indicators // * Dato correspondiente al año 2010

**OCDE no incluye a Chile, Corea del Sur y México / Este Asiático incluye a Corea del Sur, Hong Kong y Singapur

Por otro lado, el N° de solicitudes de patentes por parte de los residentes refleja presumiblemente mejor la capacidad de innovación tecnológica de un país. En este caso, los residentes de los países de AL exhiben un flujo en torno a 5.000 patentes anuales; esto es cercano al 0,5% del patentamiento (de los residentes) mundial. El Este Asiático tiene un flujo anual de patentamiento (residentes) que es 100 veces superior; además, el Este Asiático

¹⁶ Sin embargo hay cuestionamiento respecto a si efectivamente “las estadísticas de patentes realmente miden algo interesante” (Griliches, 1990); ver además survey de Nagaoka et. al. (2010)

representaba sólo el 14% del patentamiento (residentes) mundial en 1996; 15 años después su porcentaje alcanza al 45% mundial. ¿Cómo logra el Este Asiático incrementar su nivel de patentes (residentes) de 93.000 patentes anuales a 567.000?; ¿Quiénes son los que están generando esta gran expansión en el N° de patentes?; ¿cuál es el sistema de incentivos que induce el patentamiento?; ¿cuál es el rol que desempeñan las universidades locales?

Cuadro III.6 Patentes (Número de Solicitudes, residentes)

	1996		2001		2006		2011	
	Numero	% Mundo	Número	% Mundo	Número	% Mundo	Número	% Mundo
América Latina	4.982	0,7%	5.305	0,6%	6.402	0,6%	4.581*	0,4%
Este Asiático**	93.433	13,8%	113.825	13,7%	265.860	26,7%	566.868	44,8%
OCDE**	557.656	82,6%	678.752	81,5%	683.031	68,5%	658.564	52,1%
Mundo	675.439	100%	833.195	100%	997.260	100%	1.264.981	100%

Fuente: Banco Mundial Science and Technology Indicators // * Dato correspondiente al año 2010

**OCDE no incluye a Chile, Corea del Sur y México / Este Asiático incluye a Corea del Sur, Hong Kong y Singapur

C. Investigadores en I&D Privada y Artículos Científicos

1. Investigadores en I&D Privada

Suponiendo que la competitividad de las empresas en un mundo global depende principalmente de la I&D que se efectúa internamente, la variable pertinente sería la magnitud de los investigadores involucrados en la I&D privada en una región (o país).

Consideremos en primer lugar el total de investigadores de una región (o país) dedicados a I&D. De este total, examinaremos el porcentaje que se dedica a I&D en el sector privado. El Cuadro III.7 muestra lo siguiente: Mientras en Asia y en la OCDE el porcentaje de investigadores dedicados a I&D privado fluctúa en torno del 45% (del total de investigadores) en AL el porcentaje equivalente es en general, casi sólo de 1 dígito, i.e., menos del 10%. En otras palabras, al revés de lo que sucede en Asia y la OCDE, en AL el grueso de los investigadores dedicados a I&D (casi el 90%) no está en las empresas productivas.

Presumiblemente en AL la mayoría de los investigadores está en las universidades o en agencias públicas.

¿A qué se debe esta distribución tan particular de los investigadores latinoamericanos? ¿Es un problema de oferta o de demanda de investigadores?; ¿Hay poca demanda de investigadores por parte de las empresas productivas latinoamericanas?, o ¿hay una alta preferencia de los investigadores latinoamericanos por hacer investigación fundamentalmente académica?

Cuadro III.7 Investigadores en I+D Privada (% investigadores en I+D total)

	Mediana				Media Aritmética (Simple)			
	1996	2001	2006	2011	1996	2001	2006	2011
América Latina	7,0	11,3	8,5	5,0	7,7	11,7	14,5	17,3
Asia	53,2	34,4	48,3	46,3	49,3	37,1	49,4	45,5
OCDE	42,2	49,4	45,8	46,6	40,1	43,6	44,7	45,0

Fuente: Elaboración propia en base a datos de UNESCO

El efecto del sesgo pro-universidad de los investigadores latinoamericanos, y que en consecuencia incide negativamente en la competitividad de las empresas productivas, es el indicador asociado al N° de investigadores involucrados en la I&D productiva por trabajador. Como se observa en el Cuadro III.8, en América Latina el N° de investigadores involucrados en I&D por millón de trabajadores no supera los 2 dígitos; en cambio en Asia y en la OCDE el N° de investigadores involucrados en I&D por millón de trabajadores es de 4 dígitos. Los diferenciales existentes entre AL con Asia y OCDE fluctúa entre 20 y 30 veces. Estas magnitudes son consistentes con los diferenciales relacionados a los gastos en I&D en US\$/trabajador.

Cuadro III.8 Investigadores I+D privada (por millón de trabajadores)

	Mediana				Media Aritmética (Simple)			
	1996	2001	2006	2011	1996	2001	2006	2011
América Latina	34	32	24	86	86	100	126	302
Asia	1.675	400	1.017	1.673	1.660	1.286	2.396	2.990
OCDE	2.502	3.083	2.754	2.716	2.514	3.158	3.305	3.628

Fuente: Elaboración propia en base a datos de UNESCO (I+D) y Banco Mundial (Fuerza Laboral)

2. Artículos Publicados

En esta sección examinaremos la incidencia de AL en las publicaciones científicas. Dado el sesgo observado entre los investigadores latinoamericanos por la investigación académica universitaria, se esperaría que esto tuviera un efecto en el rol de AL en las publicaciones científicas mundiales.

El Cuadro III.9 proporciona lo siguiente: (a) AL y el Este Asiático tenían en 1996 un porcentaje similar de las publicaciones mundiales, 2% y 3% respectivamente. (b) En 15 años AL aumenta el flujo de publicaciones científicas anuales en 127% (i.e., más que se duplicaron); esto implicó que AL aumenta su porcentaje mundial de 2% a 3,3%. Pero en el mismo período el Este Asiático incrementa su flujo anual de publicaciones científicas en 493% aumentando su incidencia mundial al 13,3%.

Este gran diferencial en el ritmo de incremento de publicaciones científicas entre ambas regiones está asociado al gran diferencial de estudiantes que han completado sus doctorados. Para efectos de la generación de innovación tecnológica es interesante observar los siguientes números¹⁷ de doctorados graduados en ciencia e ingeniería (en EEUU, período 1989-2009): En China, India y Corea el Nº de doctores es 57.705 – 24.809 – 21.846 – respectivamente. El único país latinoamericano para el cual hay una información equivalente es México; sólo hay 3.589 doctorados graduados en ciencia e ingeniería (en EEUU, período 1989-2009).

Cuadro III.9 Publicaciones Científicas y Artículos Técnicos (Número)

	1996		2001		2006		2011*	
	Numero	% Mundo	Número	% Mundo	Número	% Mundo	Número	% Mundo
América Latina	11.535	2,0%	17.382	2,8%	23.557	3,2%	26.147	3,3%
Este Asiático**	17.678	3,0%	36.352	5,8%	74.374	10,1%	104.831	13,3%
OCDE**	503.953	86,7%	525.880	83,6%	579.635	78,3%	583.900	74,1%
Mundo	581.194	100%	628.857	100%	739.985	100%	788.333	100%

Fuente: Banco Mundial Science and Technology Indicators // *Dato correspondiente al año 2010

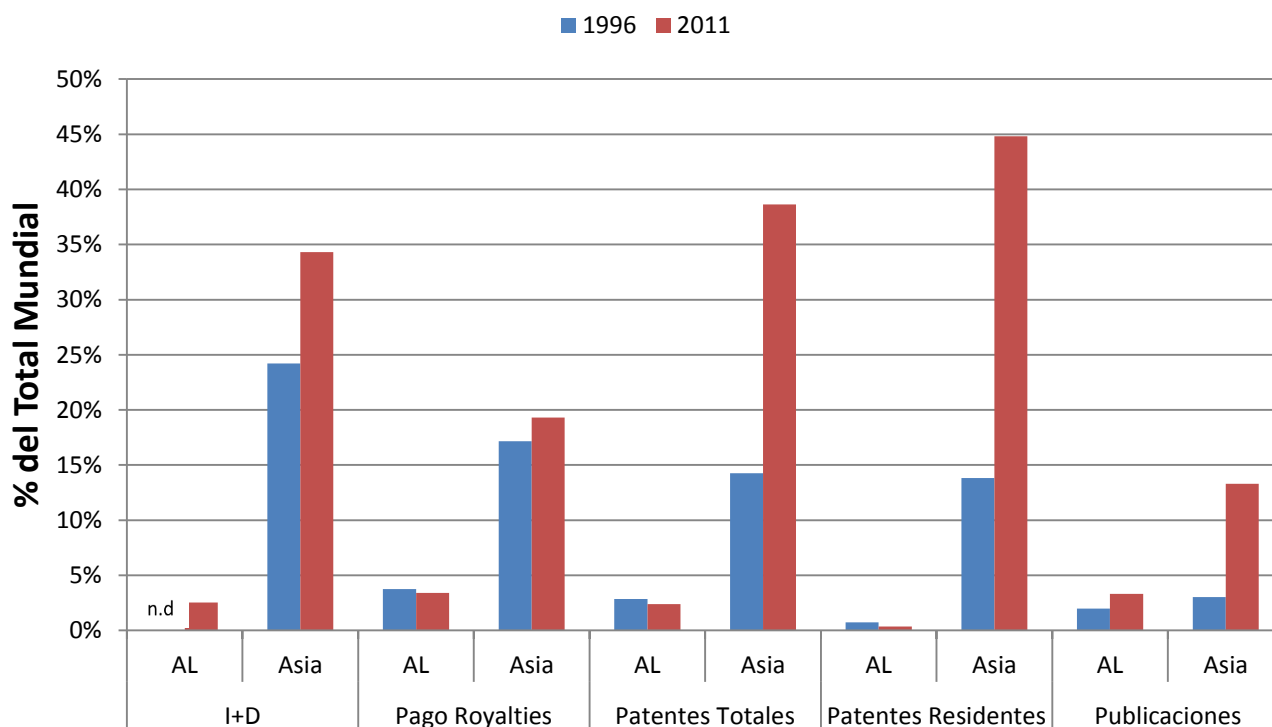
**OCDE no incluye a Chile, Corea del Sur y México / Este Asiático incluye a Corea del Sur, Hong Kong y Singapur

¹⁷ Ver Anexo - Cuadro III.A.1 Posgraduados EEUU según país de origen.

D. Síntesis de Resultados

El contraste entre América Latina y Asia en cuanto a los indicadores tecnológicos es abrumante. Si bien América Latina presenta avances en términos absolutos en varios de los indicadores revisados, su posición en términos relativos se ha mantenido o ha empeorado en el tiempo; la región va más lento que el compás mundial. En contraparte, Asia ha ido más rápido que el promedio mundial ganando posiciones en términos relativos en el mismo período de tiempo (ver Gráfico III.1). En síntesis, AL mantiene una posición tecnológica relativa reducida (inferior al 3% mundial) y estancada (en los últimos 15 años) mientras que Asia exhibe avances tecnológicos relativos notables.

Gráfico III.1
Importancia Tecnológica Relativa Mundial de AL/Asia (1996-2011)



Fuente: I+D proviene de NSF (2014); variables restantes de Banco Mundial Science Indicators.

Notas: Asia solo incluye a Japón en I+D / Pago Royalties 1996 corresponde a 2006 / Publicaciones 2011 es 2009.

IV – Innovación tecnológica en un mundo no-plano

A. El rol de Empresas Multinacionales de los Países Desarrollados¹⁸

Las EMN de los países desarrollados son las principales generadoras del cambio tecnológico a nivel mundial. Como vimos en la sección anterior, los indicadores estudiados resaltan la importancia del sector privado en la participación del gasto en I&D en los países OCDE y, crecientemente, en algunos países asiáticos como Corea del Sur y China. En esta sección examinaremos la gran importancia de las EMN en el cambio tecnológico a nivel mundial.

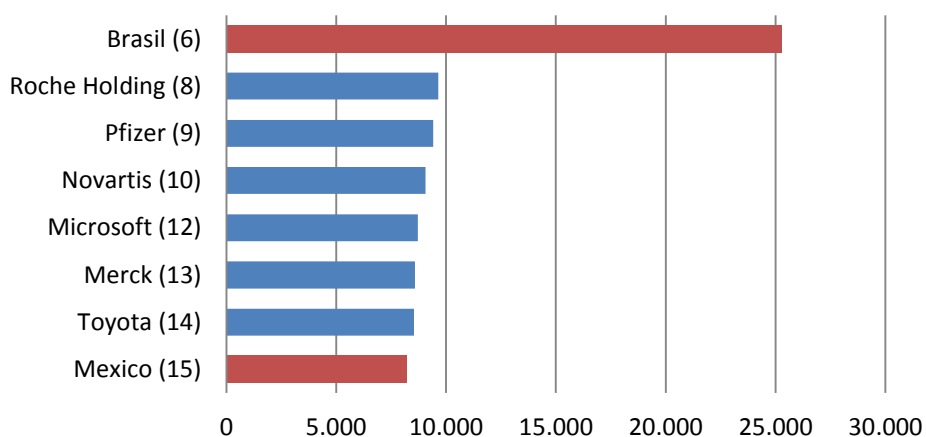
Una síntesis empírica de la incidencia de las EMN de los PD en el gasto mundial en I&D revela lo siguiente (World Investment Report 2005): (i) Las EMN de los PD son los productores dominantes del gasto global en I&D; representan más del 50% del gasto mundial. (ii) Las EMN de los PD constituyen más del 75% del gasto privado mundial en I&D. (iii) Muchas empresas multinacionales (de países desarrollados) gastan más en I&D que la mayoría de los países emergentes como un todo; i.e, una EMN gasta más (en I&D) que todo un PE. Considerando los 2 países más grandes de AL, Brasil y México, y las 700 EMN más grandes, el gráfico IV.1 muestra un gran conjunto de EMN (Toyota, Roche, Microsoft, etc.) que invierten en I&D más que México completo; estas 3 EMN gastan en conjunto más que todo Brasil. Este tipo de evidencia empírica serviría para refutar la hipótesis del “mundo plano” de Friedman (2005). Si el mundo fuera realmente homogéneo con información perfecta disponible para todos los agentes económicos que estuvieran localizados en cualquier lugar geográfico, se esperaría que la innovación tecnológica estuviera distribuida uniformemente a través de todo el mundo.

Por otro lado, esta concentración de los gastos de I&D valida el gran interés de AL por atraer IED efectuada por las grandes EMN. Pero, como veremos luego, hay una diferencia importante entre la actividad productiva de una EMN en un país emergente y el gasto en I&D por parte de esta EMN.

¹⁸ Los datos cuantitativos de esta sección provienen del World Investment Report (2005) a menos de que se indique lo contrario.

Gráfico IV.1 Gasto en I+D - Países AL y EMNs (circa 2010)

US\$ Millones

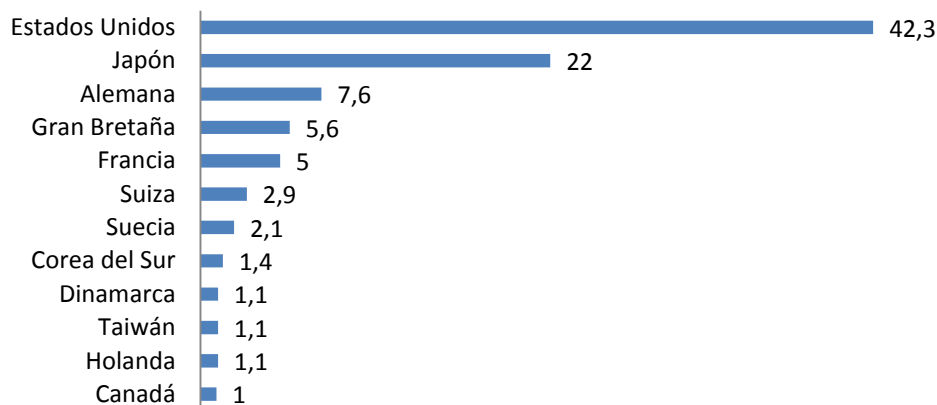


Fuente: Elaboración propia en base a UNESCO para países; Bloomberg Data y Booz & Company para las multinacionales. Entre paréntesis se señala el ranking global del país o EMN.

La mayor parte de las EMN que desarrollan I&D están localizadas en los PD; sólo dos países, EEUU (42,3%) y Japón (22%) representan la procedencia de casi el 65% de las EMN que efectúan los mayores gastos en I&D (ver Gráfico IV.2).

Gráfico IV.2

País de origen de las 700 EMN de mayor gasto en I&D a nivel global (% , 2003)



Fuente: UNCTAD (2005) en base a Reino Unido, DTI (2004)

En términos de industrias, la composición del gasto de I&D por sector de estas 700 EMN (con mayor gasto en I&D) es la siguiente: Tecnologías de la Información (21.7%), Automotriz (18%), Farmacias & Biotecnología (17.5%), Electrónica y productos eléctricos (10.4%)¹⁹.

Durante el siglo XX el gasto en I&D de las EMN constituía una actividad que prácticamente no era externalizada fuera de la casa matriz; esto se debe a (i) su importancia estratégica y (ii) requiere niveles avanzados de conocimientos, especialmente tácitos. Sin embargo, eventualmente las EMN comenzaron a realizar I&D fuera de sus países de origen; primordialmente el destino de estas inversiones eran otros PD. Había gasto en I&D de las EMN en los PE, pero éste estaba orientado a adaptar productos y procesos al mercado local.

En el siglo XXI, el grado de I&D realizado por las EMN fuera de la matriz ha ido en aumento. Se ha observado un cambio importante; los países receptores ya no sólo son PD sino que también PE, especialmente asiáticos. Antes la dinámica innovadora consistía en que las EMN generaban las ideas nuevas en casa y las exportaban a los PE, hoy la I&D se ha vuelto “poli céntrica”. Por una parte las EMN están creando centros de I&D alrededor del mundo, tanto en PD como PE²⁰; por otra parte, han surgido EMN en los países emergentes que tienen sus propios centros de I&D²¹ (The Economist, 2010).

¿Cuáles son los factores que influyen sobre la localización de las actividades de I&D de las EMN en otros países? Este análisis influye en el tipo de políticas que debiera adoptar un país para atraer I&D (Gerybadze & Reger, 1997; Guimón, 2009). Lee et al. (2011) plantean que hay una diferencia crucial entre los PD y los PE; las EMN de los países desarrollados localizan su I&D en aquellos PD en los cuales hay gran actividad del sector productivo local en I&D. En cambio, estas EMN van a instalar su I&D en aquellos países emergentes en los cuales hay gran inversión pública en infraestructura para realizar I&D (“*crowding-in*”).

¹⁹ Ver Anexo – Gráfico A.IV.1

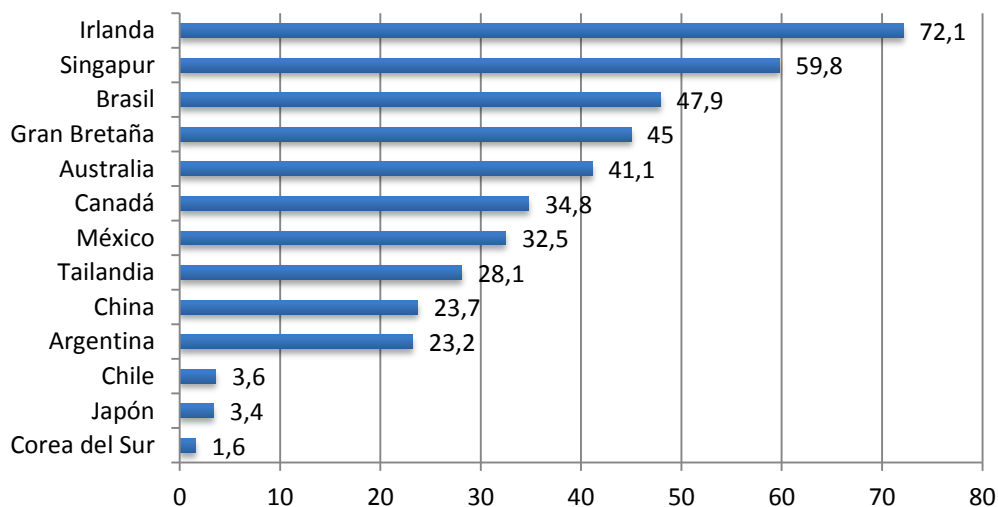
²⁰ El laboratorio de Microsoft en Beijing ha desarrollado softwares muy sofisticados que permiten a los computadores reconocer letra manuscrita.

²¹ La gran empresa china de telecomunicaciones Huawei ya es una de las compañías que ocupa uno de los primeros lugares en el patentamiento mundial.

La importancia relativa del gasto de EMN en I&D dentro de un país emergente es muy heterogénea. Como muestra el gráfico IV.3, hay países como Irlanda y Singapur donde la proporción del gasto nacional en I&D es mayoritariamente realizada por EMN (72,1% y 59,8% respectivamente). Luego viene un subconjunto de PE que va desde Brasil a México donde el gasto de EMN en I&D representa entre la mitad y un tercio del gasto nacional. Finalmente se destacan países como Corea del Sur y Japón donde hay escasa preponderancia de las EMN en el gasto nacional en I&D.

Para efectos de este paper, interesa examinar los factores que inducen a las EMN de los PD a crear centros dedicados a la I&D en países emergentes como Brasil o Irlanda.

Gráfico IV.3 Proporción del gasto en I&D por MNE en el sector productivo (% , circa 2003)



Fuente: UNCTAD (2005) en base a datos nacionales y OCDE AFA.

B. Atracción de I&D de EMN

1. La Evidencia Latinoamericana

Examinemos específicamente lo que ocurre en América Latina con la presencia de centros de I&D de las EMN en los últimos 10 años (2003-2013).

En términos de proyectos y gastos, la presencia de centros de I&D pertenecientes a EMN está muy focalizada. El Cuadro IV.1 muestra que la mitad de los proyectos se efectúa en Brasil, seguido de México y Chile. La situación es similar en términos de gastos; Brasil alcanza dos tercios del total de los gastos (en dólares) en I&D mientras que México y Chile juntos logran casi un 20%. Lo mismo ocurre al considerar las 10 inversiones de mayor magnitud: Brasil atrae ocho, mientras que las dos restantes van a México y Puerto Rico (ver Anexo – Cuadro A.IV.1).

A su vez, prácticamente la mitad (47%) de los proyectos de la región para el período 2003-2013 pertenecen a EMN provenientes de Estados Unidos seguido de Alemania con un 11%. Más atrás se ubican España, Gran Bretaña, Suiza y Canadá con proporciones cercanas al 5% del total de proyectos (ver Anexo – Gráfico A.IV.2).

Cuadro IV.1 Proyectos de EMN Centros I+D en países AL (2003-2013)

Países	Proyectos		Gastos	
	Nº proyectos	% Total	US\$ Mill.	% Total
Brasil	48	50%	3.146	66%
México	17	18%	450	9%
Chile	10	10%	405	9%
Puerto Rico	5	5%	224	5%
Panamá	4	4%	117	2%
Colombia	3	3%	117	2%
Perú	3	3%	86	2%
Costa Rica	3	3%	68	1%
Argentina	1	1%	65	1%
Uruguay	1	1%	35	1%
Total	95	100%	4.713	100%

Fuente: fdimarkets.com, fdi intelligence Financial Times (2013)

2. Brasil

¿Qué es lo que explica el gran éxito de Brasil en comparación con el resto de AL? ¿Es ello consistente con los factores y/o políticas domésticas sugeridas en la literatura?

El rol de las políticas del PE anfitrión (receptor) se centra en la promoción de I&D por la vía de agencias de promoción de inversiones (API) y en el fortalecimiento del sistema nacional de innovación²² (UNCTAD, 2005). Para estos objetivos, el rango de opciones disponibles es amplio (Guimón, 2013)²³: I&D pública, infraestructura tecnológica, capital humano, incentivos financieros y fiscales para I&D privada, regímenes de propiedad intelectual, conformación de *clusters* alrededor de las EMN, requisitos de rendimiento y servicio de atención post inversión.

Ciertamente el caso brasileiro tiene varias de estas componentes, pero sus dos principales atractivos se pueden sintetizar en: (i) Es el país de mayor tamaño con un tercio del producto y la población de AL, y (ii) presenta los mayores niveles de gasto en I&D en términos relativos en la región (1% PIB), y por supuesto también en términos absolutos. En línea con lo anterior, Galina et al (2013), en base a 54 subsidiarias de las mayores EMN que realizan I&D en Brasil, destaca que los principales factores de atracción son factores ligados a la tecnología²⁴ y al mercado²⁵. Ello permite explicar parte del éxito relativo de Brasil en respecto a AL; pero existen cuestionamientos al desempeño brasileiro.

Zanatta et al (2008) comparan Brasil con un conjunto de países exitosos, incluidos competidores directos como China e India, en la atracción de I&D concluyendo que es la selectividad, coordinación y continuidad de las políticas domésticas lo que permite crear un entorno favorable a este tipo de inversiones. Su principal crítica se centra en la ausencia de

²² Esto incluye tanto fortalecer los vínculos entre las EMN con el resto de los agentes como potenciar las capacidades de los agentes domésticos con el fin de aumentar su capacidad de absorción.

²³ Guimón (2013) proporciona una revisión de las políticas domésticas utilizadas para atraer IED intensiva en I&D en el caso de países emergentes.

²⁴ La principal variable destacada fue la disponibilidad de capital humano de calidad, seguida, de lejos, por la excelencia del sector académico e incentivos favorables.

²⁵ Proximidad, Tamaño, Crecimiento, Presencia de unidad manufacturera de la firma e Interés estratégico de negocios.

políticas específicas por parte de Brasil para atraer IED, sea general o intensiva en I&D. La actitud pasiva brasilera se explicaría por el hecho empírico de que se aprecia un ingreso de centros dedicados a I&D; entonces, ¿por qué se requeriría medidas específicas?

Parte de estas críticas han sido enfrentadas por el gobierno brasilero en los últimos años. En 2012, el Ministerio de Ciencia y Tecnología puso en marcha TI Maior, un plan estratégico por US\$220 MM a 4 años, buscando potenciar la industria del software mediante una serie de medidas e incentivos. Entre ellos, se plantea explícitamente la atracción de centros de I&D pertenecientes a EMN los cuales fueron adjudicados a Microsoft, Intel, EMC y SAP.

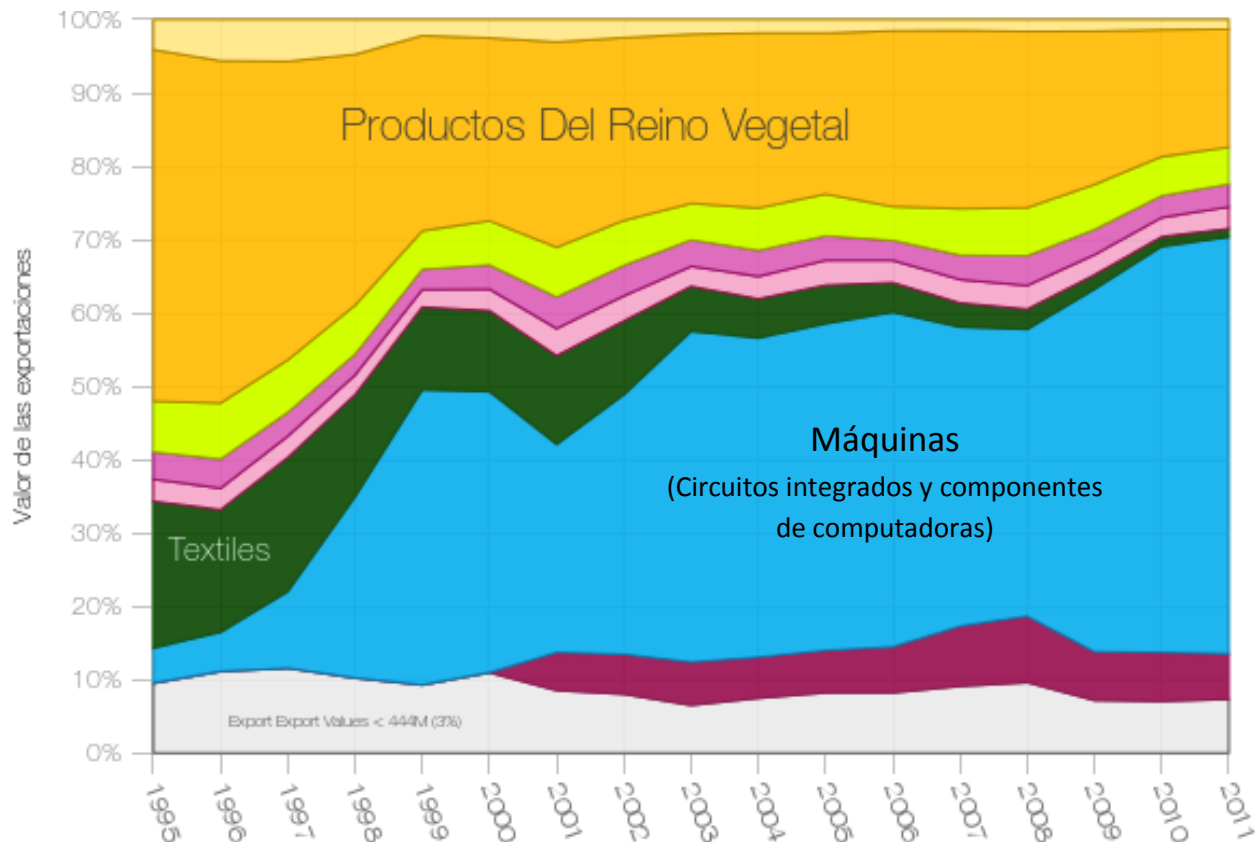
No obstante lo anterior, los factores ligados a la presencia de EMN en I&D en Brasil apuntan principalmente al tamaño del mercado y las mayores capacidades tecnológicas en relación al resto de AL en lugar de una política tecnológica coordinada. Esto es consistente con el tipo de I&D de media o baja complejidad que se realizaría mayoritariamente en Brasil como adaptaciones de productos a nuevos mercados, entre otras.

En breve, la experiencia brasilera no sería replicable para el resto de los países latinoamericanos; no hay tamaño de mercado ni hay gran disponibilidad de capital humano de alta calidad.

3. Costa Rica

Un ejemplo opuesto a Brasil es Costa Rica. Este país logró atraer a la EMN Intel en 1996 demostrando que economías muy pequeñas (3,5 millones de habitantes) también pueden tener éxito en estas iniciativas. La llegada de Intel inició un proceso de transformación y diversificación productiva sustantivo que se refleja en la composición de la canasta exportadora en los años siguientes: en 1995 las exportaciones de bienes tecnológicos eran prácticamente inexistentes, en 2011 ascendieron a US\$12.400 millones representando más del 50% de las exportaciones totales (ver Gráfico IV.4).

Gráfico IV.4 Composición Canasta Exportadora Costa Rica 1995-2011



Fuente: MIT Atlas de Complejidad Económica (2014), Clasificación HS.

El principal efecto de largo plazo de Intel en Costa Rica²⁶ fue el efecto “demostración” de que el país es una plataforma amigable para la IED. Posteriormente a la llegada de Intel arribaron al país una serie de EMN entre las cuales destacan Hewlett Packard, IBM, Sykes y Procter & Gamble lo cual generó un cluster tecnológico. Otros efectos igualmente relevantes fueron su aporte fundamental como firma exportadora²⁷ y la provisión de entrenamiento al capital humano²⁸.

²⁶ Banco Mundial (2006) provee una síntesis del efecto de Intel en Costa Rica nueve años después de su arribo. Otros trabajos que revisan la llegada de Intel son Spar (1998) y Larraín et al (2000).

²⁷ A 2012 representaba casi el 20% de las X de Costa Rica; en 2005-12 representó casi el 6% del PIB real del país.

²⁸ Ver Monge-González & González-Alvarado (2007).

La llegada de Intel se debe a factores características propias del país (estabilidad política y social), tácticas de negociación y concesiones específicas²⁹. En este último punto fue clave el compromiso del gobierno para cumplir con las necesidades de infraestructura física y calidad educacional; adicionalmente, se dispuso de zonas de libre comercio consistente en una franquicia tributaria total para las utilidades de un 100% para los 8 primeros años y 50% para los 4 siguientes.

Pese al positivo impacto de esta EMN, el año 2014 Intel anunció el cierre de su fábrica de microprocesadores en Costa Rica por motivos de eficiencia; esta función se relocalizará en países como Vietnam y Malasia que poseen menores costos laborales. ¿Ello es el fin del proceso de incorporación de tecnología en la economía costarricense? Probablemente no.

Un factor exógeno generó la salida de la EMN más emblemática del país³⁰, pero la consistencia mostrada por la política tecnológica a favor de la IED puede ayudar a no solo mantener sino que aumentar la presencia de las firmas restantes. En efecto, IBM planea aumentar sus inversiones en el país lo que sugiere que el espacio dejado por Intel puede ser aprovechado por otras EMN. Cabe señalar que el cluster tecnológico de Costa Rica no posee una composición orientada hacia la manufactura sino que está enfocado hacia los servicios (*software* y programación) otorgándole una mayor flexibilidad a futuro.

4. Irlanda

El ejemplo por excelencia de atracción de IED como motor de desarrollo, incluida aquella intensiva en I&D, es Irlanda³¹. La estrategia irlandesa consistió tanto en bajas tasas impositivas para las empresas, como en una fuerte promoción y selectividad de inversiones

²⁹ Spar (1998) provee un estudio detallado del proceso de negociación con Intel.

³⁰ Intel mantendrá en Costa Rica su Centro de Servicios Globales. El cierre se refiere a la fábrica de microprocesadores.

³¹ Este país aumentó su ingreso desde US\$10.855 (PPP) a US\$34.157 (PPP) durante el período 1970-2000 en lo que se conoce como el “milagro irlandés”.

provenientes del exterior; todo ello sostenido por un consenso nacional sobre los efectos positivos de la IED³².

El objetivo era convertir a Irlanda, una economía pequeña y de escasas ventajas comparativas iniciales, en una plataforma exportadora de servicios y bienes de mayor sofisticación hacia la Unión Europea. Esta estrategia ha sido evaluada positivamente³³.

Parte relevante de este éxito se ha debido al rol que ha desempeñado la Autoridad de Desarrollo Industrial (IDA; Industrial Development Agency) fundada en 1949. La IDA no sólo se encarga de la atracción de EMN sino que también de operar una serie de instrumentos de apoyo a éstas una vez instaladas en el país. El rol que ha jugado esta agenda ha ido evolucionando acorde a las etapas de desarrollo del país; antes el desafío era la generación de empleo y, posteriormente, se dirigió hacia la innovación e inserción de Irlanda en segmentos más sofisticados en las cadenas de valor internacionales.

Dicho esto, la mayor selectividad de las inversiones no constituye una política nueva sino que se ha ido profundizando desde 1970 con un claro sesgo hacia bienes de mayor complejidad tales como artículos electrónicos, fármacos y biotecnología. Un momento clave fue cuando lograron atraer a Intel, Microsoft y, posteriormente a Hewlett-Packard a inicios de los 90. Ello empezó a consolidar un *cluster* electrónico que fue apoyado constantemente por el gobierno mediante la formación del capital humano y otros insumos necesarios. Los incentivos fueron evolucionando a medida que el país se desarrollaba; previamente se utilizaron exenciones fiscales por el período de instalación y actualmente los *cash-grants* están disponibles solo para entrenamiento en I&D.

³² Ver Barry (2003), Baccaro & Simone (2004) y Crafts (2005) para mayores detalles sobre el proceso de desarrollo irlandés.

³³ Adicionalmente al gran aumento del ingreso per cápita, hoy más de la mitad de los empleos manufactureros corresponden a EMN e Irlanda exporta una serie de productos de mayor complejidad como fármacos. Así mismo, el aporte de las EMN como proporción del gasto de I&D es uno de los más altos del mundo (ver Gráfico IV.3 en la sección anterior)

Buckley & Ruane (2006) proporcionan una síntesis de las lecciones principales del caso irlandés para PE: (i) los países receptores nunca deben dejar de ser proactivos, (ii) los países receptores debiesen adoptar un enfoque centrado en las EMN, (iii) prioridades sectoriales requieren una selectividad de proyectos, (iv) la selectividad de proyectos requiere tanto un análisis de costo-beneficio como negociaciones estratégicas y fuertes estructuras de gobernanzas para evitar la corrupción, (v) incentivos en base a resultados tanto fiscales como financieros pueden funcionar correctamente, y finalmente, (vi) existen limitaciones a los potenciales encadenamientos locales debido a cadenas de valor progresivamente más globales.

Al comparar Irlanda con los países de AL se observa que el presupuesto de Irlanda para esfuerzos de promoción e incentivos es 15 veces más grande que el que realizan países latinoamericanos (Gligo, 2007).

C. Centros de Excelencia en I&D

La mayoría de los países latinoamericanos no tiene las ventajas comparativas de Brasil (mercado local y capital humano especializado) para atraer a las EMN para que efectúen actividades de I&D. Por ello, han desarrollado los llamados “Centros de Excelencia” como alternativa.

Hay diversos enfoques respecto del concepto “Centros de Excelencia en I&D”. Uno de estos está asociado al mundo académico de las Universidades. Estos Centros de Excelencia (CE) son seleccionados a través de un proceso competitivo de proyectos de investigación y que considera el nivel académico de los expertos involucrados; el financiamiento es de naturaleza pública y la evaluación de la calidad del proyecto se mide a través de los *papers* publicados. Un caso análogo es el Programa reciente del Banco Mundial por US\$150 millones orientado a 19 Universidades de 7 países africanos; el objetivo de estos Centros de Excelencia africanos es la generación de estudios especializados avanzados en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas³⁴.

³⁴ Este programa fue aprobado en Abril 2014. Ver Banco Mundial (2014) para más detalles.

Puesto que la óptica de estos Centros de Excelencia Universitarios está disociada del problema de la transferencia tecnológica, ha habido un segundo enfoque del concepto CE que enfatiza específicamente lo tecnológico; estos son los Institutos Tecnológicos a nivel nacional. En América Latina ha predominado el modelo de los Institutos Tecnológicos Públicos creados para facilitar la transferencia y adaptación de la tecnología moderna, particularmente para las Pymes; más del 90% del financiamiento de estos Institutos corresponde a transferencias incondicionales del presupuesto fiscal. Bitrán y González (2012) proveen una evaluación y síntesis crítica de estos institutos.

Una variante del modelo de los CE Universitarios es lo que se ha creado en India; los Centros de Excelencia están basados en universidades y reciben financiamiento público, pero con un mandato específico de establecer lazos con empresas productivas nacionales. Además, estos CE indios tienen áreas de especialización definidas: telecomunicaciones, tecnología inalámbrica, bioinformática, nano-electrónica y aparatos y productos basados en lasers³⁵.

Los países desarrollados también han creado CE a nivel nacional y con una cobertura geográfica regional; en este caso el mandato específico de los CE radica en resolver los problemas que tiene la economía local (problemas sectoriales y regionales). Estos CE tienen equipos de investigadores y profesionales que efectúan I&D pero con un foco eminentemente aplicado; desarrollan tecnología, patentan, y adaptan TM a los problemas concretos de los agentes productivos nacionales. Estos CE tienen una motivación distinta de las EMN; están interesados en generar bienes públicos. El tamaño de estos CE puede ser considerable; por ej. el CE alemán Fraunhofer tiene un presupuesto anual de €1.900 millones y un equipo de 22.000 personas, y el CE australiano CSIRO tiene un presupuesto anual de US\$1.200 millones y un equipo de 6.500 personas. Lo anterior implica que cada uno de estos CE tiene un presupuesto anual mayor al gasto en I&D de la mayoría de los países latinoamericanos.

³⁵ Ver EFY (2008)

Por otro lado, la estructura de financiamiento de estos CE es interesante. En el caso de Fraunhofer, el financiamiento se divide en 3 componentes: 33% del presupuesto fiscal, 33% de empresas privadas y 33% proveniente de fondos competitivos públicos. En el caso de CSIRO el financiamiento tiene 2 componentes: 50% proviene del presupuesto fiscal y el otro 50% de ventas de contratos por servicios a empresas privadas o públicas.

Chila ha implementado un programa especial de atracción de estos CE de países desarrollados. Estos CE de los PD previamente descritos pueden ser considerados un sustituto cercano de los centros de I&D de las EMN. El propósito es que estos CEI (Centros de Excelencia Internacional) realicen en el país anfitrión actividades de I&D, transferencia tecnológica y comercialización con el objetivo final de mejorar las capacidades de innovación del país; adicionalmente, aprovechando su experiencia transfieran el “*know how*” de vinculación entre las universidades locales y las empresas productivas.

Para lograr el objetivo descrito es importante el mecanismo de implementación de este programa. Se solicita al CEI lo siguiente: (a) El CEI establece una especie de *joint venture* con una(s) contraparte(es) local(es) con capacidades de I&D que pueden ser Universidades, Institutos y/o Empresas de Base Tecnológica. Además, el CEI tiene que especificar un área de acción que corresponda a un sector productivo concreto de interés nacional.

(b) El modelo de financiamiento del CEI es tipo “*matching*”; hay un subsidio del Gobierno local para cubrir gastos de instalación y otros, y el CEI aporta fondos pecuniarios y otros. El monto público aportado al CEI es de US\$12 millones por 8 años³⁶.

(c) Recordemos que el objetivo central del Programa es la generación de transferencia tecnológica y la adquisición del *know how* asociado al empaquetamiento y comercialización de la I&D producida. Los canales formales de transferencia tecnológica corresponden a los proyectos del CEI; frecuentemente por la vía de contratos con la industria pertinente a las

³⁶ Montos asociados a la Segunda Convocatoria del programa.

líneas de I&D del CEI: se trae y adapta tecnología existente acorde al requerimiento del proyecto. Para este efecto es vital el entrenamiento de los profesionales nacionales; pasantías de investigadores en el CEI, pasantías de investigadores en la casa matriz del CEI, visitas de expertos extranjeros para el desarrollo de proyectos específicos, interacción permanente de los investigadores locales con los investigadores del CEI. En breve, creación de una red interactiva de los investigadores y profesionales del CEI con sus socios nacionales del *joint venture*; i.e., generación de capital social.

(d) Indicadores para la evaluación del Programa³⁷: (i) Generación de contratos con empresas productivas, (ii) Número de patentes; flujo creciente anual, y (iii) Número de publicaciones en revistas ISI.

De manera análoga al caso de los centros de I&D de las EMN que se instalan en países emergentes, cabe preguntarle sobre la motivación que tendrían estos CEI para instalarse en un país latinoamericano. Con respecto a ello, es significativa la existencia de financiamiento público local para cubrir los gastos de instalación y funcionamiento del CEI. En segundo lugar, los CEI tienen una perspectiva de largo plazo, y perciben que la actividad de I&D está adquiriendo características globales. La inserción en un país latinoamericano les permite probar la aplicación de tecnologías desarrolladas en la casa matriz; además, pueden detectar nuevos problemas que estimulan la generación de innovaciones tecnológicas. Chile enfrenta desafíos similares a los países de origen de los CEI en áreas específicas por lo que este programa constituye un caso interesante para investigar y aprender.

³⁷ El set de indicadores especificados en las bases de la licitación de CORFO incluyen (entre otros):

- Extensión: Transferencia de tecnologías ya existentes, Nuevas Alianzas con entidades de I+D locales o internacionales.
- Empleo: nº de investigadores contratados y su grado académico; nº de profesionales formados y capacitados en el país de origen del CEI; nº de profesionales capacitados por el CEI-Chile.
- Ingresos: contratos con la industria, prestación de servicios, fondos públicos e internacionales, convenios con entidades internacionales, licencias, spin-off.
- Impacto en la Industria: negocios generados en la industria de servicios tecnológicos basados en transferencia tecnológica, cantidad y tipo de tecnología transferida a la industria e impacto en el PIB de la industria.

Veamos ciertas especificidades en la aplicación de este programa de atracción de CEI. La primera convocatoria³⁸ fue adjudicada a 4 CEI: Fraunhofer (Alemania), INRIA (Francia), CSIRO (Australia) y Wageningen (Holanda). El Cuadro IV.2 proporciona el modelo de financiamiento de estos CEI³⁹.

Cuadro IV.2 Modelo de Financiamiento CEI

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Categoría /Nombre Etapa	Instalación	Operación	Consolidación
Plazo Máximo	3 años	3 años	2 años
Tope máximo subsidio anual	US\$ 2,0 Mill	US\$ 1,6 Mill	US\$ 1,0 Mill
Tope máximo subsidio por etapa	US\$ 6,0 Mill	US\$ 4,8 Mill	US\$ 2,0 Mill
% Contribución Financiera del CEI	>50% Subsidio	>87,5%	>200% Subsidio
% Contribución No Financiera del CEI	>50% Subsidio	>62,5% Subsidio	>100% Subsidio

Fuente: CORFO (2012)

El subsidio puede ser utilizado para actividades: (i) de carácter basal (instalación y operaciones) y/o (ii) directamente relacionadas con las líneas de I+D. Por otro lado, los aportes del CEI posee componentes tanto pecuniarios como no pecuniarios. Frecuentemente las contribuciones no pecuniarias provienen de los socios locales bajo la forma de infraestructura y horas de investigadores asociados.

Obviamente ha habido problemas asociados a la Instalación y funcionamiento de los CEI, así como a la constitución de los *joint ventures*. No obstante lo anterior, el Cuadro IV.3 proporciona una idea preliminar de los logros de esta iniciativa. Debe considerarse que el trabajo de los CEI es de naturaleza incremental; incluso una evaluación a 5 años subestimaría el impacto del programa

³⁸ Ver Anexo – Cuadro A.IV.2 CEI en Chile a Marzo 2014.

³⁹ Corresponde al esquema de financiamiento de los CEI Institucionales de la Segunda Convocatoria el cual es muy similar a los 4 del primer llamado. En el caso de los CEI Empresariales, el esquema consiste de una sola etapa de Instalación de 4 años con financiamiento público hasta por un 33% del costo total del proyecto. Ver Anexo – Cuadro IV.A.3 Modelo de Financiamiento CEI Empresarial.

Cuadro IV.3 Resumen CEI 1era Convocatoria

	Fraunhofer	CSIRO	INRIA	WUR
Inicio de Actividades	Enero 2011	Marzo 2012	Julio 2012	Julio 2012
Etapas (a Marzo 2014)	Operación	Instalación	Instalación	Instalación
Nº Contratos Firmados Totales	44	15	2	16
Nº Contratos con la Industria	18	15	2	16
Nº Contratos Fondos Concursables	26	n.d	n.d	n.d
Nº Contratos en Negociación	8	11	3	n.d
Valor Acum. Contratos (US\$ M)	n.d	65,7	n.d	n.d
Nº Spin-offs derivados	0	0	1	0
Nº Intercambios Chilenos al Exterior	49 (41 PhD)	14	n.d	24 (4 PhD)
Nº Intercambios Extranjeros a Chile	8 (3 PhD)	29	n.d	n.d
Nº Investigadores Total	112 (90 Chi)	100	105	30
Nº Investigadores (Contrato Trabajo)	40 (25 Chi)	40 (37 Chi)	21 (12 Chi)	n.d
Nº Investigadores (Servicios)	40 (36 Chi)	8 Ext	n.a	n.d
Nº Investigadores Asociados (Ues)	32 (29 Chi)	31 (29 Chi)	84 (64 Chi)	n.d
Nº Publicaciones ISI	25	2 (rev)	n.d	n.d

Fuente: Elaboración propia en base a información provista por CEI, páginas web respectivas y otras fuentes.

Nota: Datos de Fraunhofer, CSIRO e INRIA a Marzo 2014; WUR a Agosto 2013

Nota2: Las estadísticas entre CEIs no son comparables entre sí dado distintos tiempos de instalación y enfoques sectoriales.

D. Rol de Instituciones Intermedias en la Transferencia Tecnológica

Brasil está entre los 3 principales exportadores de jugo de naranja, soya, carne de cerdo; Chile está entre los 2 principales exportadores de salmón y variedades especiales de fruta fresca. En ambos países instituciones intermedias focalizadas en la adaptación y transferencia tecnológica han desempeñado un rol crucial; éstas son EMBRAPA (EM) y Fundación Chile (FCh) (Andreoni & Chang, 2014)⁴⁰.

Existen distintos agentes vinculados al proceso de transferencia tecnológica e innovación quienes poseen dificultades para interactuar entre sí; universidades y empresas, emprendedores y Estado, grandes empresas y proveedores PYME, etc. Por ello, en los países desarrollados han creado instituciones intermedias para que actúen como conectores entre las distintas partes. En América Latina EM y FCh desempeñan este rol conector para la generación de transferencia tecnológica e innovación. Pero además, ambas instituciones desempeñan el rol de generar ventajas comparativas dinámicas. Examinemos dos casos concretos.

El “milagro del cerrado” es el gran éxito de EM. El “cerrado” constituía una zona de casi 400 hectáreas de pampa brasilera en la cual se estimaba que nada se podía producir.

La estrategia de EM para transformar el “cerrado” en tierra productiva tuvo varias etapas (Andreoni & Chang, 2014): (i) Primero (en la década de 1990), la aridez del “cerrado” fue reducida utilizando grandes cantidades de caliza pulverizada. Al mismo tiempo, EM generaba una bacteria que reducía la necesidad de fertilizantes para ese terreno tan seco. (ii) EM transformó la soja que se cosechaba en clima temperado a una soja que se podía cosechar en clima tropical; ello a través de una modificación genética de la semilla de soja. Esta variedad de soja brasilera acelera el ciclo productivo permitiendo que se produzcan 2 cosechas anuales. Es así como Brasil se ha transformado en el primer productor mundial de soja en el año 2013 desplazando a EEUU; Brasil produjo 88 millones de toneladas de soja (un alto porcentaje en el “improductivo cerrado”).

⁴⁰ Ver además Recart & Kuznetsov (2005), Agosin & Bravo-Ortega (2009) y Alves (2010).

El principal caso de éxito de FCh corresponde a la producción de salmones para exportación. Para este efecto, la FCh creó una “empresa piloto” dedicada al cultivo de salmones; la FCh buscó la mejor tecnología disponible en el mundo y resolvió problemas tecnológicos de empresas extranjeras que habían fracasado previamente en Chile en este proyecto. La FCh construyó en el sur de Chile (Coyhaique) piscicultura en agua dulce, cultivos de ovas en mar abierto e inició un programa de “jaulas para alimentar salmones”. Luego de un proceso de experimentación FCh logró crear una empresa productiva eficiente capaz de exportar salmones a un precio competitivo en el mercado mundial. Dado que FCh es una institución (público/privada) sin fines de lucro, ésta emprendió un programa pedagógico de difusión de la tecnología de producción de salmones entre los empresarios chilenos; la empresa piloto de FCh fue una especie de vitrina para que los empresarios locales verificaran la rentabilidad del negocio y aprendieran el *know how* de la producción de salmones. Actualmente Chile es el 2º productor mundial de salmones; en el año 2013 las exportaciones de salmones superaron los US\$3.000 millones.

En breve, de los casos anteriores puede inferirse que EMBRAPA y Fundación Chile han sido factores cruciales en la creación de nuevos mercados de exportación en Brasil y Chile. Esto implica que estas instituciones han generado ventajas comparativas dinámicas.

Para esto, EM y FCh han desempeñado las siguientes funciones (Andreoni & Chang, 2014): (a) Rol de la transferencia tecnológica a través de la identificación, adaptación y desarrollo de técnicas productivas a las condiciones geográficas (naturales) locales; esta etapa incluye diversos y complejos procesos de experimentación (laboratorios, etc.). (b) Rol de difusión, diseminación y transferencia de las tecnologías y técnicas productivas resultantes al resto de las empresas privadas del país.

El hecho de que tanto EM como FCh sean instituciones sin fines de lucro y en que el sector público sea parte de la propiedad, resuelve el problema de los incentivos relacionados a no internalizar el *know how* tecnológico adquirido. Por el contrario, EM y FCh consideran parte fundamental de su quehacer contribuir a expandir y diversificar la canasta exportadora nacional; para esto es fundamental el involucramiento de las empresas privadas nacionales.

V. Observaciones Finales

Para insertarse competitivamente en el mundo global una región (AL) requiere incorporar la tecnología moderna en su proceso productivo. Esta es condición necesaria pero no suficiente. Para el aprovechamiento pleno de la tecnología moderna y generar un crecimiento sostenido, el país local debe poseer una capacidad tecnológica adecuada. En otras palabras, un país latinoamericano tiene que progresar velozmente al mismo compás que el promedio del resto del mundo para seguir en el mismo lugar. La evidencia empírica revela que los países asiáticos están pasando a la vanguardia económica y tecnológica mundial, mientras los países latinoamericanos van quedando relativamente cada vez más rezagados.

¿Cómo imitar a los países asiáticos?, ¿qué puede hacer un país latinoamericano para generar una trayectoria de convergencia con los países desarrollados? Esto está vinculado a la creación en el país local de una capacidad tecnológica dinámica que vaya aumentando al menos al mismo ritmo que la innovación mundial. Esto implica superar diversas etapas: transferencia tecnológica, adopción, adaptación y diseminación de la tecnología moderna a nivel local, para alcanzar eventualmente la etapa de la innovación.

Los países latinoamericanos tienen una doble actitud pasiva que atenta contra la generación de esta capacidad tecnológica: displicentes ante las importaciones de TM (“para que abrir las cajas negras”) e indiferentes ante la difusión de la tecnología de las EMN. En cambio los países asiáticos tienen una doble actitud proactiva: aplican ingeniería reversa a las importaciones de TM y aplican políticas específicas para inducir a las EMN a generar la transferencia y difusión de la tecnología moderna.

El resultado de este comportamiento disimilar se refleja en el contraste entre América Latina y Asia en cuanto a diversos indicadores tecnológicos. Si bien América Latina presenta avances en términos absolutos en varios de los indicadores revisados, su posición mundial en términos relativos se ha mantenido o ha empeorado en el tiempo; la región va más lento que el ritmo global. En contraparte, Asia ha ido más rápido que el promedio mundial ganando posiciones en términos relativos en el mismo período de tiempo. En síntesis, AL mantiene una

posición tecnológica relativamente reducida (inferior al 3% mundial) y estancada (en los últimos 15 años) mientras que Asia exhibe avances tecnológicos relativos notables.

La interrogante central asociada a este fenómeno es la siguiente: ¿Por qué las empresas productivas latinoamericanas invierten relativamente poco en I&D?

Una posible respuesta estaría vinculada a la escasez de empresarios latinoamericanos schumpeterianos. El empresario latinoamericano es un usuario pasivo de la tecnología. No cree necesario incurrir en costos asociados al aprendizaje del know how tecnológico moderno; en un mundo global integrado, tiene menos costo y menor riesgo dedicarse a importar permanentemente la TM desarrollada por los PD. En cambio, el empresario asiático tiene la motivación por comprender la TM para facilitar el proceso de adopción y adaptación tecnológica; además, tiene el objetivo de largo plazo de producir mejoramientos e innovaciones a la TM. El empresario asiático tiene como objetivo (de largo plazo) convertirse eventualmente en un exportador de tecnología.

En términos de sugerencias de políticas para generar transferencia tecnológica, diseminación de la tecnología moderna a nivel local, e innovación no hay una receta única; dado el retraso existente, un país latinoamericano debiera aplicar una serie de medidas en diversas áreas.

A nivel de políticas públicas tiene que haber un fortalecimiento del sistema nacional de innovación y dar prioridad a la promoción y gasto en I&D centrado en actividades productivas. Esto implica inversiones en infraestructura tecnológica y capital humano. Adicionalmente, establecer incentivos financieros y fiscales (exenciones tributarias) para estimular la I&D privada; fortalecer regímenes de propiedad intelectual. Estimular la conformación de *clusters* alrededor de las EMN. Esto incluye tanto fortalecer los vínculos entre las EMN con el resto de los agentes económicos como potenciar las capacidades de los agentes nacionales con el fin de aumentar su capacidad de absorción tecnológica.

La política de atracción de EMN e inversión extranjera debiera constituir un componente central de la política tecnológica local, a semejanza de lo que se observa en algunos países asiáticos. En este sentido, la prioridad local respecto a las EMN se centraría en

como maximizar la transferencia del *know how* de estas empresas, en vez de estar pendientes de cómo maximizar la tributación en cuestión. Para maximizar la transferencia tecnológica de las EMN se puede incentivar la constitución de *joint ventures*, promover el uso de licencias, establecer programas de training de capital humano en los convenios de inversión extranjera.

Las universidades latinoamericanas tienen que revisar especialmente su currículum de las facultades de ingeniería, e introducir una variedad de cursos relacionados con “ingeniería reversa” para una extensa gama de tecnologías modernas. Además, tienen que salir de su burbuja académica e incrementar sus vínculos con las empresas productivas. Los ranking locales de universidades latinoamericanas debieran utilizar como indicador principal el N° de patentes; a nuestro juicio la tasa de conversión de patentes y papers ISI debiera ser 1 a 2, i.e., una patente es equivalente a dos papers ISI. El N° de patentes también debiera influir el sistema de promoción en la carrera académica al menos en las facultades de ingeniería y ciencias.

Es muy provechosa la atracción de Centros de Excelencia Internacional por cuanto le permite a las universidades latinoamericanas locales adquirir el *know how* asociado al empaquetamiento y comercialización de la I&D producida. Para este efecto es vital el entrenamiento de los profesionales nacionales; pasantías de investigadores en el CEI, pasantías de investigadores en la casa matriz del CEI, visitas de expertos extranjeros para el desarrollo de proyectos específicos, interacción permanente de los investigadores locales con los investigadores del CEI. En breve, creación de una red interactiva de los investigadores y profesionales del CEI con sus socios nacionales del *joint venture*; i.e., generación de capital social.

Por último los países receptores de inversión extranjera nunca deben dejar de ser proactivos; además, estos países receptores debiesen adoptar un enfoque centrado en la estrategia de desarrollo nacional y el rol que debieran desempeñar las EMN en esta estrategia.

Bibliografía

- Agosín, M. & Bravo-Ortega, C. (2009) "The emergence of new successful export activities in Latin America: The case of Chile" Interamerican Development Bank, Research Network Working Paper Nº 552.
- Alves, E. (2010) "Embrapa: a successful case of institutional innovation". Brazilian Agricultural Research Corporation, Brasilia DF.
- Andreoni, A. & Chang, H-J. (2014) "Agricultural policy and the role of intermediate institutions in production capabilities transformation: Fundacion Chile and Embrapa in action". Paper presented DRUID Society Conference 2014, CBS Copenhagen, June 16-18.
- Baccaro, L. & Simone, M. (2004) "The Irish Social Partnership and the 'Celtic Tiger' Phenomenon". Discussion Paper 154/2004, International Institute for Labour Studies, Geneva, ILO.
- Banco Mundial (2006) "The Impact of Intel in Costa Rica – Nine Years after the decision to invest" Investing in Development Series, Multilateral Investment Guarantee Agency.
- Banco Mundial (2014) "World Bank to finance 19 Centers of Excellence to help transform Science, Technology, and Higher Education in Africa", Press Release, 15 de Abril 2014.
- Barry, F. (2003) "Economic Integration and Convergence Processes in the EU Cohesion Countries". Journal of Common Market Studies 41(5), 897-921.
- Bitrán, E. & González, C. (2012) "Institutos Tecnológicos Públicos en América Latina: Una Reforma Urgente" Banco Interamericano de Desarrollo. Documento de Debate Nº225.
- Buckley, P. & Ruane, F. (2006) "Foreign Direct Investment in Ireland: Policy Implications for Emerging Countries" IIS Discussion Paper, January 2006.
- Ciruelos, A. & Wang, M. (2005) "International Technology Diffusion: Effects of Trade and FDI", *Atlantic Economic Journal* vol 33(4), pag 437-449.
- CORFO (2012) "Bases de Postulación, Programa Atracción de Centros de Excelencia Internacional de I+D para la Competitividad 2.0"
- Crafts, N. (2005) "Interpreting Ireland's Economic Growth, Industrial Development". Report 2005, Background Paper Series, Vienna, UNIDO.
- Electronics For You (2008) "India's R&D Centres of Excellence" EFY Report, April 2008.
- Friedman, T. (2005) "The World is Flat: A brief history of the twenty-first century". New York, Picador.

- Galina, S., Consoni, F. & Camillo, E. (2013) "R&D Investments in an Emerging Economy – an analysis on driving forces versus type of R&D in Brazil." Presented at XV Congress of Latin-Iberoamerican Association of Technology Management, ALTEC 2013.
- Gerchenkron, A. (1962) "Economic Backwardness in historical perspective" Cambridge, Massachusetts. Harvard University Press.
- Gerybadze, A. & Reger, G. (1997) "*Globalization of R&D: Recent changes in the management of innovation in transnational corporations*". Discussion Paper 97/1 Stuttgart-
- Gligo, N. (2007) "Políticas activas para atraer inversión extranjera directa en América Latina y El Caribe" CEPAL, Serie Desarrollo Productivo nº 175.
- Gorg, H. & Greenaway, D. (2003) "Much ado about nothing? Do domestic firms really benefit from foreign direct investment?" Discussion Paper Series 944, IZA.
- Grilliches, Z. (1990) "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey" *Journal of Economic Literature*, Vol. 28, pp. 1661-1707.
- Guimón, J. (2009) "Government strategies to attract R&D-intensive FDI" *Journal of Technological Transfer* Vol 34: 364-379
- Guimón, J. (2013) "National Policies to Attract R&D intensive FDI in developing countries" Policy Brief, The Innovation Policy Platform, World Bank.
- Hausmann, R., Hwang J. & Rodrik, D. (2007) "What you export matters". *Journal of Economic Growth*, 12: 1-25
- Hoeckman, B., Maskus, K. & Saggi, K. (2004) "Transfer of technology to developing countries: Unilateral and multilateral policy options", Policy Research Working Paper Series 3332, The World Bank.
- Lall, S. & Narula, R. (2004) "FDI and its role in economic development: Do we need a new agenda?" Research Memorandum Nº 19, Maastricht University, MERIT.
- Larraín, F., López-Calva, L., & Rodríguez-Clare, A. (2000) "Intel: A case study of Foreign Direct Investment in Central America" CID Working Paper Nº58.
- Lederman, D. & Maloney, W. (2012) "Does what you export matter? In search for empirical guidance for industrial policies" Washington, DC. World Bank.
- Lee, K., Park, J. & Lee, D. J. (2011) "What determines investment in R&D in Developed vs Developing Host Countries: A country-panel analysis" Atlanta Conference on Science and Innovation Policy 2011.

- Lee, K. (2013) "Schumpeterian Analysis of Economic Catch-Up: Knowledge, Path-Creation and the Middle Income Trap" Cambridge University Press.
- Mathews, J. A. (2006) "Dragon Multinationals: New players in the 21st century". *Asia Pacific Journal of Management*, 23, 5-27.
- Monge-González, R. & González-Alvarado, C. (2007) "The role and impact of MNCs in Costa Rica and skills development and training: The case of Intel, Microsoft and Cisco" Prepared for International Labor Organization, Geneva, 2007.
- Nagaoka, S., Motohashi, K. & Goto, A. (2010) "Patent Statistics as an Innovation Indicator" *Handbook of the Economics of Innovation*. Vol 2, 2010. Pag 1083-1127
- National Science Foundation (2014) "*Science and Engineering Indicators 2014*". Disponible On Line en: <http://www.nsf.gov/statistics/seind14/>
- Recart, M. O. & Kuznesov, Y. (2005) "Fundación Chile – 29 years fostering innovative business development in key Chilean clusters".
- Ríos-Morales, R. & O' Donovan, D. (2006) "Can the Latin American and Caribbean countries emulate the Irish model of FDI attraction?" CEPAL Review Vol 88, pag 49-65.
- Saggi, K. (2002) "Trade, Foreign Direct Investment and International Technology Transfer: A Survey" World Bank Research Observer, World Bank Group, vol. 17(2) pag 191-235.
- Shane, S. (1994) "The effect of national culture on the choice between licensing and direct foreign investment" *Strategic Management Journal*, Vol 15, 627-642.
- Spar, D. (1998) "Attracting High Technology Investment: Intel's Costa Rican Plant" Foreign Investment Advisory Service, International Finance Corporation/World Bank Group.
- The Economist (2010) "*The world turned upside down*". Disponible On Line en: <http://www.economist.com/node/15879369>
- UNCTAD (2005) "World Investment Report 2005. Transnational Corporations and the Internationalization of R&D" Disponible On Line en: http://unctad.org/en/docs/wir2005_en.pdf
- Zanatta, M., Strachmann, E., Carvalho, F., Varrichio, P., Camillo, E. & Barra, M. (2008) "National Policies to Attract FDI in R&D: An assessment of Brazil and selected countries" UNU-WIDER Research Paper Nº 2008/69.

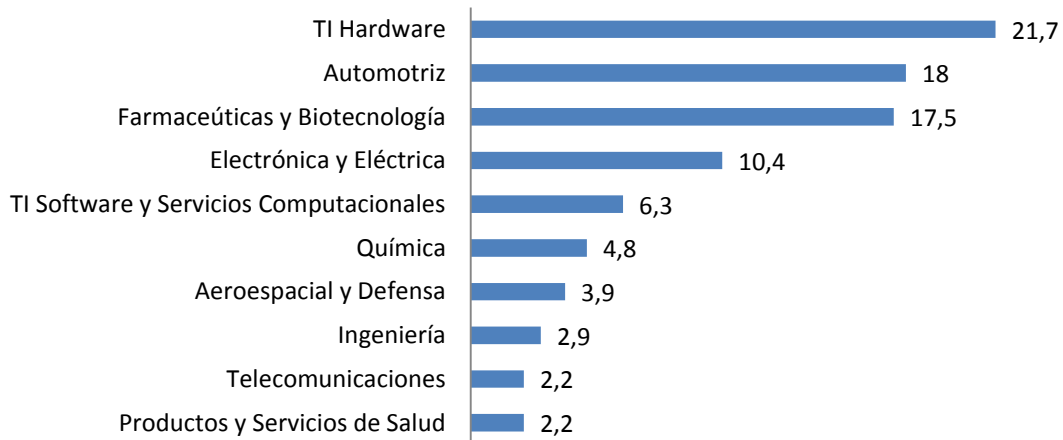
Anexo

Cuadro A.I.1 Posgraduados en Estados Unidos por país de origen (Nº)

País	Posgraduados 2011-2012	PhD en Ciencia e Ingeniería (1989-2012)
China	88.429	57.705
India	59.014	24.809
Corea del Sur	21.260	21.846
Taiwán	12.007	17.848
Canadá	11.190	7.193
Turquía	6.198	5.391
Arabia Saudita	6.133	n.d
Japón	4.403	3.806
México	4.188	3.589
Vietnam	2.649	n.d
Chile	787	n.d
Total	300.430	223.245

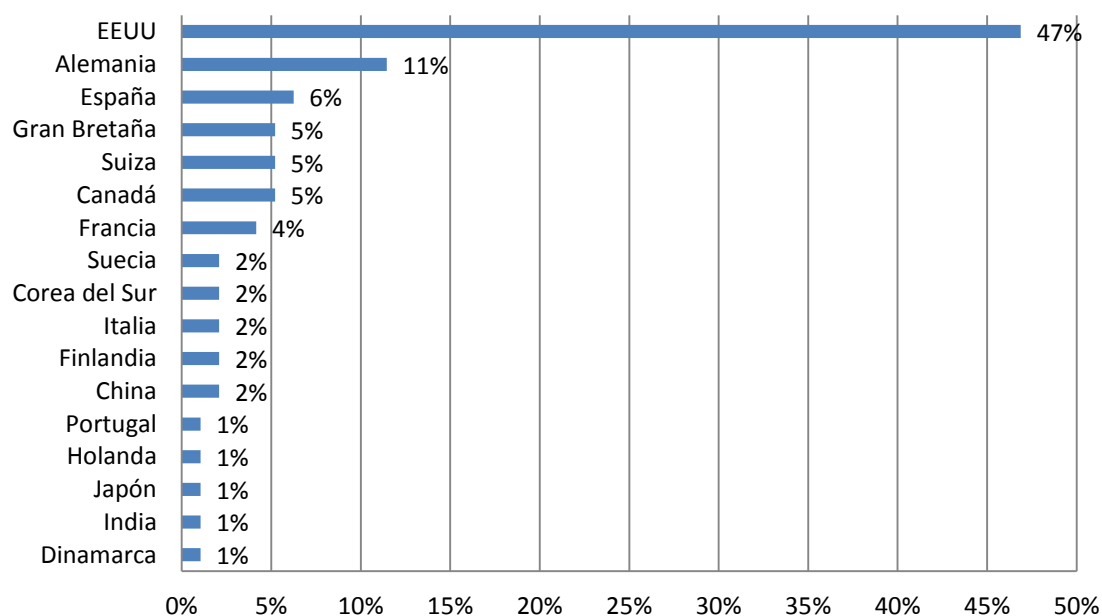
Fuente: Institute of International Education (2013), NSF (2012) & OCDE (2013)

Gráfico A.IV.1. Distribución por Industria de las 700 firmas de mayor gasto en I&D a nivel global (% , 2003)



Fuente: UNCTAD (2005) en base a Reino Unido, DTI (2004)

Gráfico A.IV.2 - Países de Origen de EMN en Proyectos de I&D realizados en AL (% , 2003-2013)



Fuente: fdimarkets.com, fdi intelligence Financial Times (2013)

Cuadro A.IV.1 Top 10 Inversiones en R&D por EMN en AL (US\$ Mill, 2003-2013)

Nº	Fecha	Firma Inversora (Matriz)	País de Origen	País de Destino	Monto
1	Ene 2011	British Gas Group (BG)	Gran Bretaña	Brasil	1.900
2	Ago 2003	Siemens	Alemania	Brasil	110
3	Nov 2003	Samsung	Corea del Sur	Brasil	80
4	Feb 2009	Schlumberger	Estados Unidos	Brasil	60,7
5	Oct 2010	Chery Automobile	China	Brasil	60
6	Mar 2005	Freescale Semiconductor	Estados Unidos	México	52,9
7	Jul 2011	Siemens	Alemania	Brasil	50
8	Oct 2006	Pall Corporation	Estados Unidos	Puerto Rico	50
9	Sep 2010	Merck KGaA	Alemania	Brasil	45,2
10	Jun 2010	Colorcon	Estados Unidos	Brasil	45,2

Fuente: fDi Intelligence, Financial Times (2013)

Nota: Novartis en Ecuador (2004) no fue considerada

Cuadro A.IV.2 CEI en Chile a Marzo 2014

Institución / Empresa	País de Origen	Convocatoria (Ins / Emp)	Monto Total (US\$ Mill.)	Subsidio CORFO (% del total)	Socio(s) Nacional(es)	Sector
Fraunhofer	Alemania	1ra (Ins)	US\$ 50	US\$ 20 (40%)	PUCV, UTAL, Fundación Chile	Biotecnología e Ind. Alimentaria
CSIRO	Australia	1ra (Ins)	US\$ 60	US\$ 19,5(30%) + US\$1,5 anuales (firmas mineras)	UChile, UA; 5 Grandes Mineras	Minería y Energía
INRIA	Francia	1ra (Ins)	US\$ 40	US\$ 14,8 (37%)	UChile, PUC, USM, UAI, PUCV, UV, UDP, UFRO, UdeC	Tecnologías de la Información
Wageningen	Holanda	1ra (Ins)	US\$ 39	US\$ 14,82 (38%)	UChile, PUC, USACH, UBB, ULS, DICTUC, CEAZA e INNIA	Agroalimentaria
Pfizer	EEUU	2da (Emp)	US\$ 21,5	US\$ 7,1 (33%)	No Aplica	Bioinformática y Biotecnología
GDF Suez	Francia/Bélgica	2da (Emp)	US\$ 8,3	US\$ 2,7 (33%)	No Aplica	ERNC y Eficiencia Energética
Emerson	EEUU	2da (Emp)	US\$ 23,8	US\$ 7,8 (33%)	No Aplica	Minería
Telefónica	España	2da (Emp)	US\$ 24	US\$ 7,9 (33%)	No Aplica	Tecnologías de la Información
UC-Davis LINC	EEUU	2da (Ins)	US\$ 33	US\$ 10,9 (33%)	Min. Agricultura, UNAB, UTAL, UTA	Ind. Agrícola y Alimentaria
Nano Fibras Leitat	España	2da (Ins)	US\$ 31	US\$ 11,16 (36%)	USACH	Materiales y Energía Renovable
Sust. Minerals Institute	Australia	2da (Ins)	US\$ 29,5	US\$ 10,9 (37%)	UdeC	Sustentabilidad Ind. Minera
ISE Fraunhofer	Alemania	2da (Ins)	US\$ 30,9	US\$ 12,36 (40%)	PUC y Min. De Energía	Energías Renovable

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A.IV.3 Modelo de Financiamiento CEI Empresariales

	Etapa 1
Categoría /Nombre Etapa	Instalación
Plazo Máximo	4 años
Tope máximo subsidio anual	US\$ 2,0 Mill
Tope maximo subsidio por etapa	US\$ 8,0 Mill
% Contribución Financiera del CEI	>200% Subsidio

Fuente: CORFO (2012)