



MAESTRÍA EN ESTUDIOS SOCIALES. LÍNEA ECONOMÍA SOCIAL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INNOVACIÓN SOCIAL

IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA RELATIVA DE LAS CAPACIDADES
TECNOLÓGICAS DE ARGENTINA, BRASIL, CHILE Y MÉXICO, FRENTE A PAÍSES
INDUSTRIALIZADOS Y PAÍSES EMERGENTES, 2013**

ALUMNO:

JUAN CARLOS VILCHIS FLORES

**PARA OPTAR POR EL GRADO
DE MAESTRO EN ESTUDIOS SOCIALES
(LÍNEA ECONOMÍA SOCIAL)**

ASESORA: ALENKA GUZMÁN CHÁVEZ

LECTORES: GABRIEL YOGUEL Y FLOR BROWN

Septiembre 2018

RESUMEN

El presente trabajo estima la eficiencia relativa de las capacidades tecnológicas nacionales, así como las capacidades de absorción y de innovación de Argentina, Brasil, Chile y México respecto a un conjunto de países industrializados y emergentes para el año 2013, mediante la aplicación de metodología DEA. Proponemos la idea de que una capacidad tecnológica nacional se constituye por medio de la relación e interacción de diferentes elementos y componentes tales como: la Infraestructura, las Instituciones, los Esfuerzos, el Estado, la Capacidad de absorción y de Innovación, siendo estas últimas el núcleo de toda capacidad nacional. Los hallazgos empíricos muestran que las capacidades de absorción de la mayoría de los países latinoamericanos, principalmente de Argentina, Brasil y Chile, resultan ser eficientes en la utilización de nuevas tecnologías, sin embargo, en la capacidad de innovación Chile es el único país eficiente de los latinos. Estos hechos nos revelan una desarticulación de las capacidades tecnológicas en los países latinoamericanos, producto de la dependencia tecnológica, ante ello, se proponen una serie de medidas que los países de la región podrían implementar para superar este gran obstáculo, siendo el Estado el actor principal.

Palabras clave: Capacidades tecnológicas, análisis de eficiencia, DEA, América Latina.

ABSTRACT

The research estimates the relative efficiency of the national technological capabilities, like as the absorption and innovation capabilities of Argentina, Brazil, Chile and Mexico with respect to a set of industrialized and emerging countries for the year 2013, through the application of the DEA methodology. We propose the idea that a national technological capability is constituted through the relationship and interaction of different elements and components such as: the Infrastructure, the Institutions, the Efforts, the State, the absorption capability and innovation capability, the latter being the core of all national capability. The empirical findings show that the absorption capability of most of the Latin American countries, mainly Argentina, Brazil and Chile, turn out to be efficient in the use of new technologies, however, in the innovation capability Chile is the only efficient country of the latin economies. These facts reveal a disarticulation of technological capabilities in Latin American countries, a product of technological dependence. Thus, we propose a set of policy that the countries of the region could implement to overcome this great obstacle, with the State being the main actor.

Keywords: technological capabilities, efficiency analysis, DEA, latin america.

*Para mi padre **Gilberto Vilchis**
y mi madre **Elena Flores**, gracias por todo.*

*A mi tutora **Alenka Guzmán**
por su incontable apoyo.*

AGRADECIMIENTOS

Es difícil en una sola cuartilla, congregar a todas las personas que contribuyeron en mi formación académica, y que, sin lugar a dudas, se merecen más que mis agradecimientos. Quiero primero empezar por mencionar, a mis padres, que, a pesar de todas las adversidades, estuvieron conmigo apoyándome moral y económicamente. Los valores y principios que me inculcaron, me han permitido desarrollarme en todos los ámbitos, indudablemente, hoy no sería la persona que soy, sin su educación, instrucción, amor y cariño, por lo cual, estaré eternamente agradecido.

Este trabajo de investigación, no podría tener el rigor académico necesario, sin la ayuda incondicional de la Dra. Alenka Guzmán, quien durante mi formación tanto como licenciado y en este actual proceso de maestría, me brindo de las herramientas, las habilidades y los conocimientos más indispensables para poder desarrollarme como un estudiante, no tengo las palabras adecuadas para agradecerle todo este apoyo, pero de corazón le digo “gracias”.

Por otro lado, quiero agradecer enormemente el tiempo y la disponibilidad que el Dr. Gabriel Yoguel se tomó para leer el presente trabajo. Cada una de sus observaciones y comentarios, fueron un importante reto para mí, indiscutiblemente, gracias a estas críticas la investigación mejoro en gran medida.

De igual forma, quiero extender mi agradecimiento a la Dra. Flor Brown quien, con sus observaciones, me ayudo a resolver algunos problemas respecto a la metodología DEA, mil gracias.

Por último y no menos importante, agradezco la amistad y compañía de cada uno de mis compañeros del posgrado, Luis, Ana Elena, Felipe, Armando, Diana, Zoraida, Nallely, Karina, y del mismo modo, quiero agradecer a todos mis amigos, compañeros, colegas y a todas mis amistades, que a lo largo de los años han estado presentes en mi formación.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Capítulo 1	5
El enfoque de las capacidades tecnológicas	5
Resumen.	5
El proceso de innovación y las capacidades tecnológicas.	6
Las capacidades tecnológicas a nivel empresa.	17
Las capacidades tecnológicas nacionales.	24
Capítulo 2	47
El progreso tecnológico en américa latina.....	47
Resumen.	47
La dependencia tecnológica y la importancia de las capacidades tecnológicas.	48
Construyendo capacidades tecnológicas en América Latina.	63
Capítulo 3	84
El análisis empírico de las capacidades tecnológicas.....	84
Resumen.	84
Antecedentes teóricos de la medición de capacidades tecnológicas.	84
La metodología DEA.....	90
Los modelos DEA-CCR y DEA-BCC.	92
Aplicando el DEA al análisis empírico de las capacidades tecnológicas.	96
Modelo de absorción.....	104
Modelo de creación.....	107
Modelo general.	108
Capítulo 4	111
El análisis de los resultados	111
Modelo de absorción.....	111
Modelo de creación.....	116
Modelo general.....	120
Capítulo 5	126
Conclusiones	126
Bibliografía.....	139
ANEXO	145

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Capacidad de absorción y de innovación	41
Diagrama 2. Los factores de la capacidad tecnológica nacional	43
Diagrama 3. Capacidad tecnológica nacional	45
Diagrama 4. Literatura	102
Diagrama 5.	103
Diagrama 6.	105
Diagrama 7.	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Gasto en I+D como porcentaje del PIB 2007-2014	66
Figura 2. Investigadores dedicados a la investigación y desarrollo (por cada millón de personas) 2007;2013	68
Figura 3. Número de graduados por millón de habitantes	69
Figura 4. Gasto público en educación como porcentaje el PIB 2006-2013	70
Figura 5. Porcentaje de hogares que tienen computadora 2007-2014	72
Figura 6. Gasto en I+D como realizado por el sector público y privado como porcentaje del gasto total 2007	74
Figura 8. Investigadores dedicados a la I+D en el sector público y privado 2007	76
Figura 9. Investigadores dedicados a la I+D en el sector público y privado 2013	76
Figura 10. Importaciones de bienes de tecnologías de la información y comunicación (TIC) (% del total de importaciones de bienes)	77
Figura 11. Inversión extranjera directa, entrada neta de capital (% del PIB) 2007-2014	80
Figura 12. Coeficiente de dependencia tecnológica	80
Figura 13. Número de solicitudes de patentes PCT residentes por millón de personas	81
Figura 14. Número de patentes triádicas por millón de personas	82
Figura 15. Ejemplo de Frontera de Eficiencia	92

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Investigadores dedicados a la investigación y desarrollo (por cada millón de personas) 2007;2013	67
Cuadro 2. Número de graduados por millón de habitantes	69
Cuadro 3. Porcentaje de hogares que tienen computadora 2007-2014.....	71
Cuadro 4. Porcentaje de hogares que tienen acceso a internet 2007-2014	72
Cuadro 5. Gasto en I+D como realizado por el sector público y privado como porcentaje del gasto total 2007; 2014	73
Cuadro 6. Investigadores dedicados a la I+D en el sector público y privado 2007; 2013 ..	75
Cuadro 7. Coeficiente de dependencia tecnológica	79
Cuadro 8. Antecedentes	86

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Índice de eficiencia relativa de la Capacidad de Absorción 2013	112
Gráfico 1b. Índice de eficiencia relativa de la Capacidad de Absorción 2013 (b)	115
Gráfico 2. Índice de eficiencia relativa de la Capacidad de Innovación 2013	117
Gráfico 3. Índice de eficiencia del modelo general (a)	121
Gráfico 4. Índice de eficiencia del modelo general (b).....	123

INTRODUCCIÓN

El objetivo general de esta Idónea Comunicación de Resultados es estimar y analizar la eficiencia relativa de las capacidades para la absorción y la creación de nueva tecnología de países latinoamericanos—Argentina, Brasil, Chile y México—frente a países industrializados y emergentes en el año 2013. Lo anterior con base en la propuesta de un modelo DEA y en el contexto de literatura económica especializada sobre capacidades tecnológicas y de innovación.

El presente trabajo se inspira principalmente, en el deseo de contribuir al estudio de la capacidad innovadora de los países de América Latina para conocer sus diferentes niveles de desarrollo tecnológico. En particular, interesa constatar si los países de la región se encaminan hacia el progreso tecnológico de manera relativamente eficiente, impulsando sus capacidades de absorción y de innovación.

En este estudio se reconoce que las diversas teorías concernientes al enfoque de capacidades tecnológicas nacionales, son de gran utilidad para construir un marco teórico adecuado, para el estudio y análisis de los múltiples problemas que afrontan los países latinoamericanos en el desarrollo tecnológico.

Una capacidad tecnológica nacional, se define como: el potencial que tiene un país, para, asimilar, adaptar, utilizar, crear y desarrollar, nuevos conocimientos y nuevas tecnologías. Dicho de otra manera, las capacidades tecnológicas, son las habilidades y destrezas que disponen las naciones para la utilización y creación de nuevas tecnologías (Lugones, et al., 2007).

Las capacidades tecnológicas nacionales, representan un elemento fundamental para explicar el desempeño innovador de los países. La importancia de estas radica en que, por un lado, son condiciones necesarias para la creación de la innovación, y por el otro, contribuyen en el desarrollo y desempeño competitivo de las naciones.

Analizar desde este enfoque teórico a los países latinoamericanos, principalmente Argentina, Brasil, Chile y México, permitirá observar cuál es el desempeño innovador que presentan estos países, y al mismo tiempo, tener un panorama general del desarrollo tecnológico en la región.

Por ello, se busca como primer paso, identificar los elementos y componentes más importantes que integran las capacidades nacionales. En esta investigación consideramos que la capacidad tecnológica de un país esta conformada por su capacidad de absorción y de innovación, así como también de una Infraestructura—recursos físicos—Esfuerzos—recursos financieros—Instituciones—reglas, normas, leyes, etc.—y un Estado.

Con lo anterior, contemplamos la idea de que, la capacidad de absorción y de innovación de un país es el núcleo central de la capacidad tecnológica nacional, mientras que los elementos restantes—Infraestructura, Esfuerzos, Instituciones y Estado—se relacionan e interactúan con dicho núcleo.

De esta forma, establecemos que una capacidad tecnológica nacional se constituye a través de las relaciones que se crean y establecen entre el núcleo y los elementos antes descritos, así, llegamos a la siguiente conclusión: *es por medio de las interacciones que se originan y realizan entre los elementos y el núcleo, lo que da paso a la construcción y configuración de las capacidades tecnológicas de los países.*

Una vez establecido los fundamentos teóricos de la investigación, averiguamos por medio de distintos autores las condiciones del desarrollo tecnológico en los países latinoamericanos, contemplamos que América Latina presenta un problema de dependencia tecnológica, esto ha ocasionado que la región se encuentre inmersa en un estancamiento tecnológico, debido a que el fenómeno de la dependencia, imposibilita que los países latinos puedan desarrollar una capacidad propia para crear los avances tecnológicos que necesitan.

Por esta razón, consideramos que la construcción de una capacidad tecnológica nacional, es la estrategia que los países latinoamericanos deben implementar para solucionar este gran problema y superar así su situación de atraso tecnológico.

Con base a lo anterior, una de las razones que motivó al presente trabajo, es la de observar y conocer, si las actuales estructuras económicas que presentan Argentina, Brasil Chile y México, han contribuido al desarrollo y progreso de sus respectivas capacidades tecnológicas.

De esta manera, decidimos evaluar—con base en los elementos de una capacidad—la eficiencia de la capacidad tecnológica nacional y de las capacidades de absorción y de innovación de Argentina, Brasil, Chile y México, frente a países industrializados y países emergentes, para evidenciar si la actual estructura económica que presentan las naciones latinoamericanas ha contribuido a la mejora de sus capacidades.

La metodología que se ocupa en este trabajo es el Análisis de Datos Envolventes (DEA) por sus siglas en inglés (Charnes, et al., 1978). Es un método no paramétrico determinista, que utiliza las técnicas de la programación matemática para estimar la eficiencia relativa¹ de un conjunto de unidades u objetos de estudio. Para nuestra investigación, los países seleccionados de América Latina, junto con los países industrializados y emergentes, representan las unidades de estudio que se pretenden evaluar.

Para estimar la eficiencia, se ocupó el modelo DEA-CCR producto orientado, esto debido a que nos interesa conocer dado el nivel de insumos que despliegan los países, que tanto están maximizando la obtención de ciertas metas o productos, por esta razón, consideramos esencial utilizar esta orientación.

Las preguntas que guían el presente trabajo son:

¿Qué tan eficientes son Argentina, Brasil, Chile y México para identificar, absorber y adaptar nueva tecnología, en comparación con los países industrializados y los países emergentes?

¿Qué tan eficiente es la capacidad inventiva de Argentina, Brasil, Chile y México, en comparación con los países industrializados y los países emergentes?

De forma conjunta, en base a nuestra literatura planteamos las siguientes hipótesis:

H1: En esta investigación se espera que, las capacidades de absorción tecnológica de Argentina, Brasil, Chile y México, en comparación con los países industrializados y los países emergentes sean relativamente eficientes.

H2: Se espera que, las capacidades de innovación tecnológica de Argentina, Brasil, Chile y México, en comparación con los países industrializados y los países emergentes, sean

¹ En nuestra investigación la eficacia se define—de forma sencilla—como el potencial y la habilidad que tiene un determinado agente, para alcanzar un objetivo establecido empleando de forma adecuada los recursos necesarios para su obtención.

limitadas para el desarrollo y creación de nuevas tecnologías (Lugones et al, 2007; García, 2011; Lall, 1992; Bell & Pavitt, 1995).

H3: Las capacidades de absorción e innovación tecnológica en cada uno de los países seleccionados de América Latina son diferentes.

Por último, la investigación se compone de cinco capítulos. En el primer apartado, se examina de forma breve, la literatura especializada que aborda desde diferentes puntos de vista el estudio de las capacidades tecnológicas, se analizan las capacidades a nivel de empresa destacando sus principales características y cualidades, posterior a ello, se estudian las capacidades nacionales y se construye un diagrama teórico para explicar los elementos y componentes que configuran la capacidad tecnológica de un país.

En el capítulo 2, se presenta la situación del desarrollo tecnológico en América Latina durante las últimas décadas. Se describen los principales problemas que persisten en la región y por medio de una serie de indicadores, se brinda un breve panorama de las capacidades tecnológicas de Argentina, Brasil, Chile y México.

En el apartado 3, se exponen los principales argumentos teóricos de la metodología DEA; se explica los modelos, así como los insumos y los productos que se emplearon para estimar la eficiencia de la capacidad de absorción y de innovación, y la capacidad tecnológica nacional.

En el capítulo 4, se presentan los resultados obtenidos de la estimación para cada modelo. Finalmente, en el capítulo 5, se exponen las principales conclusiones.

CAPÍTULO 1

EL ENFOQUE DE LAS CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

Resumen.

El objetivo de este capítulo es explorar de forma breve, la bibliografía especializada que aborda desde diferentes puntos de vista, el estudio de las capacidades tecnológicas, para identificar, por medio de la literatura, las características, los elementos y los componentes más importantes que integran las capacidades tecnológicas de los países.

En síntesis, el presente apartado se divide en tres secciones: i) el proceso de innovación y las capacidades tecnológicas; ii) las capacidades tecnológicas a nivel de empresa; iii) las capacidades tecnológicas nacionales. En la primera de ellas, se intenta bosquejar por medio de diferentes autores, el tema del proceso de innovación en las economías, con la intención de identificar los agentes y actores que intervienen en dicho proceso, se llega a la conclusión de que, el enfoque de Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) es el más adecuado para entender el complejo proceso de innovación, como un proceso sistémico en donde intervienen múltiples actores. Llegados a este punto, con relación a los SIN, se explica el tema de las capacidades tecnológicas como una herramienta teórica que analiza cuáles son los distintos factores que explican el desempeño innovador de los países, se exponen algunas definiciones y se identifican dos niveles de capacidades tecnológicas. En la sección dos, se resume de forma breve, las aportaciones teóricas del análisis de las capacidades tecnológicas a nivel de empresa. Por último, en la sección tres, se realiza una extensa presentación de diversos trabajos que se han dedicado a estudiar las capacidades tecnológicas a nivel país, esto con el fin, de identificar los elementos y componentes que conforman e integran las capacidades tecnológicas de las naciones.

El proceso de innovación y las capacidades tecnológicas.

A lo largo del siglo XX y hasta nuestras fechas, los economistas han intentado, por un lado, descubrir cuáles son las fuentes que originan el proceso de innovación en las economías y por el otro, determinar cuáles son los beneficios que estas obtienen al concentrar sus esfuerzos en el desarrollo tecnológico de las fuerzas productivas. Esto ha ocasionado el crecimiento de innumerables trabajos que abordan el estudio de la innovación desde la perspectiva económica.

Uno de los economistas más importantes de nuestra era, que contribuyo de forma significativa en diversos campos de la ciencia económica y que, gran parte de sus aportaciones han servido para la construcción de un marco teórico y analítico que posibilita el estudio de la innovación desde el punto de vista económico, fue Joseph Alois Schumpeter (Gómez, 2002; Yoguel, et al., 2013).

En Schumpeter (1963,1996) se expone un conjunto de ideas que permiten tener una aproximación teórica del proceso de innovación en las economías, en dicho autor se establece que, la innovación proviene—primordialmente—de la esfera de la producción mediante la introducción de nuevas combinaciones de los medios productivos (Vence, 1995).

Antes de pasar a la explicación de, como desde la perspectiva de este investigador se concibe el complejo fenómeno de la innovación, conviene primero definir ¿Qué es la innovación? La definición moderna de este término, se basa esencialmente en el concepto clásico de Schumpeter (Niosi, et al., 1993)².

En Schumpeter (1963) la innovación se define como la creación de nuevos bienes, la invención o mejora de los procesos productivos, la apertura de nuevos mercados, el descubrimiento de nuevos recursos y la introducción de nuevas formas de organización en la esfera productiva (Vence, 1995; Niosi, et al., 1993)³.

² Dicho concepto es tan relevante que, ha sido utilizado por un gran número de investigadores y por organismos internacionales para elaborar distintos trabajos de investigación, por ejemplo, en el Manual de OSLO (2006) se puede encontrar que la definición del término de innovación, se basa esencialmente el concepto clásico que propuso Schumpeter.

³Esta definición se basa en el concepto de “nuevas combinaciones de los medios productivos” propuesta por Schumpeter (1963). Cabe destacar que nuestro autor—en la obra citada—no define como tal la palabra “innovación”, pero como se explicó en el texto, la definición moderna refleja en esencia el concepto básico expuesto por Schumpeter.

Como se puede observar, la innovación no solo hace referencia a aspectos puramente técnicos o tecnológicos, por el contrario, esta visión permite entender a la innovación como: todo aquello que sea lo suficientemente “novedoso”—o radical—para producir un cambio o transformación en la corriente circular de la economía, (Montoya, 2004; Vence, 1995).

Teniendo en cuenta esta definición, conviene ahora bosquejar—de forma sencilla—cómo es qué desde la perspectiva de nuestro autor, se concibe el complejo proceso de innovación.

En la *Teoría del desenvolvimiento económico* (TDS) Schumpeter realiza un análisis teórico para determinar cuáles son las fuerzas que provocan las transformaciones y rupturas en el ciclo circular de la economía, en su búsqueda, el autor encuentra que estas fuerzas son explicadas por cambios espontáneos y discontinuos que se presentan por factores endógenos y que, inciden principalmente en el desarrollo económico. Los cambios a los que se refiere Schumpeter, se localizan en el proceso de producción y tienen su origen en la vida industrial y comercial.

Schumpeter (1963) considera que la actividad de producir hace referencia a la combinación de materiales y fuerzas—medios productivos—que están a nuestro alcance. En el momento dado en que aparecen—de manera discontinua—nuevas formas o formas distintas de combinar los medios productivos, se presentan los cambios endógenos que transforman la corriente circular de la economía, es decir, cuando en la esfera de la producción se introducen nuevas combinaciones de medios productivos—combinar de manera diferente los materiales y las fuerzas—se originan los cambios que producen el desarrollo económico.

Sobre este punto, esas nuevas combinaciones que se introducen—de forma discontinua—en la esfera productiva son lo que Schumpeter (1963) considera como innovación.

Para Schumpeter (1963) —como ya se ha explicado—la innovación es la fuente endógena⁴ que impulsa el desarrollo económico de las naciones, esta innovación tiene que

⁴ En Barletta &Yoguel (2009) se examina—en un pequeño apartado—el carácter del proceso de innovación en las obras de Schumpeter, en este trabajo se expone algunos argumentos y discusiones del porque este proceso se puede visualizar a veces de forma exógena y otras de forma endógena en las múltiples obras de nuestro citado autor. Se invita al lector a revisar la referencia para una mayor profundidad del tema. En esta

ser lo suficientemente radical para producir importantes cambios en el ciclo económico, su origen radica en el espacio de la producción, pero ¿Cuáles son los agentes y el entorno que posibilitan la aparición de dicho fenómeno? La respuesta es relativamente sencilla, por el lado del entorno, se explica que el mercado—ese espacio donde los productores interactúan con los consumidores—es el ambiente que favorece el proceso de innovación por medio de la competencia, pero ¿La competencia de quién? La competencia de las empresas, estas últimas, *son los agentes responsables de la introducción de las innovaciones, son el germen que incorpora las nuevas combinaciones de los medios productivos.*

Sobre este último punto, cabe preguntarse ¿Qué tipo de competencia es la adecuada para que se presenten estas nuevas combinaciones? Entre los autores que se han dedicado a estudiar las obras de Schumpeter, existen algunas diferencias en cuanto a establecer qué tipo de competencia—según el autor—era la adecuada para dar paso a la introducción de nuevas innovaciones, esto se debe a que, existen ciertos pasajes en las obras de Schumpeter donde considera, por un lado el papel de la competencia perfecta, y por el otro, el rol de la competencia monopolista o imperfecta.⁵ A pesar de existir estas diferencias en cuanto al tipo de estructura de mercado, en Schumpeter (1996, p.147) el autor defiende las virtudes de la competencia monopolística, y afirma que:

“la introducción de nuevos métodos de producción y de nuevas mercancías es difícilmente concebible si existe desde un principio una competencia perfecta y perfectamente rápida. Y esto significa que todo lo que llamamos progreso económico es incompatible con ella. De

investigación, nos basamos esencialmente en la interpretación del fenómeno de la innovación como un fenómeno endógeno, tomando como referencia la obra de Schumpeter (1963).

⁵ Autores que se han dedicado a estudiar a nuestro autor, como por ejemplo Barletta &Yoguel (2009) perciben la existencia de algunas diferencias entre las obras de Schumpeter (1963, 1996) respecto al tipo de competencia y al tipo de estructura de mercado que da paso a la innovación. En los autores mencionados se explica que, en la obra de TDS se puede observar que la competencia perfecta es la que permite la introducción de nuevas combinaciones por medio—valga la redundancia—de la competencia entre pequeñas empresas, en cambio, en Capitalismo, Socialismo y Democracia (CSD) se vislumbra que la innovación depende de agentes—empresas—que actúan en mercados de competencia imperfecta.

En esta misma línea, Vence (1995, p. 109) reconoce la existencia de esta diferencia y argumenta que, en el caso de la competencia perfecta, la innovación surge por la introducción de nuevas combinaciones realizadas por nuevas empresas que entran al mercado, estas empiezan a competir y a desplazar a las empresas existentes, en este sentido, existe un proceso de destrucción—lo nuevo por lo viejo—que es producto de la entrada de nuevas empresas con nuevas combinaciones de medios productivos. En cambio, cuando se presenta la situación de la competencia imperfecta—principalmente competencia entre monopolios—la innovación no surge con la entrada de nuevas empresas, puesto que, en esta estructura de mercado, existe un número menor de grandes compañías que dominan el espacio, en este caso, la innovación surge al interior de los monopolios, la inserción de nuevas combinaciones pasa a ser un asunto interno de la firma.

hecho, la competencia perfecta se suspende y se ha suspendido siempre que se ha introducido alguna novedad—bien automáticamente o en virtud de medidas adoptadas para este fin—, aun cuando en todo lo demás las condiciones siguiesen siendo de competencia perfecta”.

Por consiguiente, desde la visión Schumpeteriana se considera que las estructuras de mercado de competencia imperfecta—competencia monopolista principalmente—son las que crean e introducen las nuevas combinaciones de los medios productivos que dan paso a la innovación, debido a que, estas empresas que tienen posición de monopolio, son las que tienen la posibilidad de arriesgarse e incurrir en costosos proyectos de innovación, motivadas principalmente por la obtención de ganancias extraordinarias (Vence, 1995). Por lo tanto, se entiende que, en las estructuras de mercado de competencia imperfecta donde se presenta la competencia entre monopolios—vía introducción de nuevas combinaciones—es el entorno u espacio donde se desenvuelve el complejo fenómeno de la innovación y, los agentes que la introducen son principalmente las empresas⁶.

Con referencia al párrafo anterior, se debe aclarar un último punto ¿Qué tipo de empresa es la que innova? Para Schumpeter (1963) una empresa es la que realiza nuevas combinaciones, este concepto es aplicable solo y cuando el agente cree o integre nuevas combinaciones al proceso productivo, de lo contrario, no sería llamado empresa. Ahora, la firma por sí sola no crea la innovación, esta solo es el medio para su realización, el personaje que introduce propiamente una nueva combinación es para Schumpeter el empresario⁷. Este individuo no es necesariamente el dueño de la empresa, este puede ser un simple empleado o un inventor que no trabaja directamente para alguna compañía, pero lo que caracteriza al “empresario innovador” es la capacidad e iniciativa que tiene para proponer y realizar nuevas combinaciones de los medios de producción (Schumpeter, 1963, p.84). Esto quiere decir que, el empresario es aquella persona que tiene el potencial para

6 Cabe destacar que la competencia entre agentes a la que se refiere Schumpeter se centra no vía precios, sino que, por el contrario, se establece por medio de la introducción de nuevas combinaciones (Barletta & Yoguel, 2009).

⁷ Existe una diferencia entre empresario y capitalista, por un lado, el empresario es el que introduce únicamente las nuevas combinaciones, y por el otro, el capitalista es simplemente el prestador de créditos (Schumpeter, 1963).

crear y gestionar innovaciones, dentro de las empresas o fuera de ellas⁸ (Montoya, 2004). Así pues, se vislumbra la idea de que, ambos agentes —la interrelación mutua entre empresario y empresa—están involucrados en el desarrollo de la innovación, debido a que, el empresario “introduce” las nuevas combinaciones y, la empresa las realiza, sin la participación recíproca de ambos agentes la innovación difícilmente podría tener lugar.

Hasta aquí, se pueden sacar algunas conclusiones respecto a los actores y agentes que intervienen en el complejo proceso de innovación, y que son en esencia, las piezas claves para desencadenar dicho proceso. Para Schumpeter (1963, 1996) la innovación es una fuente que incide en el desarrollo económico de los países, este fenómeno surge de la esfera productiva mediante la introducción de nuevas combinaciones, los agentes que están involucrados en dicha introducción, son principalmente la empresa y el empresario en un entorno—mercado—preferentemente de competencia imperfecta. Sin estos agentes, la innovación desde la perspectiva Schumpeteriana no podría tener cabida. Por lo tanto, cada uno de estos actores—empresa, empresario y mercado—son la piedra angular del proceso de innovación.

Ahora bien, gran parte de los trabajos que le prosiguieron a Schumpeter han continuado con su legado en el análisis del complejo fenómeno de la innovación. Dentro de estas líneas podemos encontrar a Nelson & Winter (1982). En este trabajo, se retoman parte de la perspectiva de Schumpeter para el estudio del progreso tecnológico; ambos autores, consideraran el papel del mercado y de la competencia, como piezas claves para entender el desarrollo de la innovación.

Las aportaciones de los autores permiten asentar con un mayor rigor algunas ideas centrales de Schumpeter (Vence, 1995). En Nelson & Winter (1982) se amplía el papel que toma la competencia en el desarrollo de las empresas, esta es concebida como un proceso dinámico que premia y castiga las decisiones o respuestas que toman las firmas ante los incentivos y los cambios que surgen del mercado. Las empresas en esta competencia, responden de manera diferente, habrá algunas que intentarán deliberadamente ser líderes en innovación, mientras que otras buscarán mantenerse imitando los éxitos de dichos líderes. En esta idea, las firmas que respondan de forma creativa serán recompensadas por el

⁸ A pesar de que el empresario se encuentre fuera de una empresa, la creación de una nueva combinación será absorbida—tarde o temprano—en alguna firma, o, por el contrario, el empresario puede por medio de su innovación formar una nueva compañía.

mercado y, las que no respondan imitando a las firmas guías serán castigadas si no se adaptan a las nuevas condiciones⁹.

Bajo esta perspectiva, se sigue aceptando parte de la hipótesis de Schumpeter sobre la competencia imperfecta, se argumenta que, esta “es el precio que debe pagar la sociedad por un rápido avance tecnológico” (Nelson & Winter, 1982, p. 278) . En los autores prevalece la idea del monopolio, pero consideran que lo importante de este para el proceso de innovación no es su poder de mercado, si no, su tamaño y potencial interno que tienen para generar nuevas combinaciones.

Con estos argumentos, en Nelson & Winter (1982) se contemplan una continuidad de las ideas de Schumpeter ya que, se observa que las empresas, la competencia y la estructura de mercado, siguen jugando un papel importante en el avance de la innovación.

Un seguidor más de las ideas de Schumpeter es Antonelli (2017), en su respectivo trabajo aborda la noción de la respuesta creativa concebida en Schumpeter (1947). Esta respuesta, para ambos investigadores se refiere a la reacción de innovar de una empresa ante los cambios o desequilibrios en el sistema. Es decir, cuando en el entorno económico se presenten algunos desajustes, habrá un tipo de empresas que reaccionarán a estos por medio de cambios en su tecnología, esto quiere decir que las firmas tendrán una respuesta creativa. Las respuestas creativas traen consigo innovaciones, pero para que estas se manifiesten se necesitan principalmente de dos elementos. Antonelli (2017, p.30) menciona que un elemento indispensable que posibilita esta reacción es, la acción de la empresa, con esto se refiere a las capacidades y características particulares de las firmas, aunado a la acción de la empresa, otro elemento determinante es la naturaleza propia del sistema, ambos elementos definen la reacción propia de las firmas.

Gran parte de lo antes mencionado se cimienta en Schumpeter (1947) lo destacado en Antonelli (2017) es explicar las características del sistema, y a su vez, postular la idea de

⁹ Pareciera que en el análisis hecho en (Nelson & Winter, 1982) se retoma parte de las ideas expuestas en Schumpeter (1947). A grandes rasgos en el citado ensayo de Schumpeter, se definen los conceptos de respuesta creativa y de respuesta adaptativa en el marco de un sistema económico, ambas respuestas no significan lo mismo; el autor aborda la explicación de dichos conceptos introduciendo la idea de que ambas respuestas surgen como una reacción por parte de los agentes del sistema—principalmente las firmas—a los cambios en el orden y las condiciones de su entorno (Schumpeter, 1947). Un análisis más profundo de este trabajo puede ayudarnos a concebir la forma en que las firmas responden a los cambios o desajustes que se producen en el sistema y como las características propias de este sistema, juegan un papel muy importante en la determinación del tipo de respuesta que tendrán las firmas.

que, las interacciones y transacciones que se dan entre las empresas, pueden originar de manera colectiva la innovación tecnológica, en palabras del autor:

“Las características intrínsecas del sistema dictan la capacidad de innovar. La innovación depende no sólo de la oferta de agentes empresariales sino también de la estructura y arquitectura de las interacciones y transacciones del sistema. Sin embargo, la propia provisión de externalidades de conocimiento es el producto endógeno de la participación generalizada de un gran número de empresas en la generación colectiva de innovación tecnológica. Los vendavales de las innovaciones son el resultado de ese esfuerzo colectivo y acelerado para reaccionar de manera creativa a las condiciones generalizadas fuera de equilibrio del sistema. Como tales, estos vendavales son tanto el resultado de las condiciones del sistema como de los esfuerzos emprendedores de las empresas” (Antonelli, 2017:32).

Como se puede ver al igual que Nelson & Winter (1982) Antonelli (2017) toma a las empresas y su entorno como los principales determinantes de la innovación, siguiendo con el legado de Schumpeter.

Otro de los autores que reconoce a la innovación como un proceso que se constituye en el mercado mediante la interacción entre las compañías es Pavitt (2005). En su respectivo trabajo considera la existencia de múltiples procesos de innovación, estos, se diferencian entre sí de acuerdo al sector económico, el campo de conocimiento, el tipo de innovación, el periodo histórico y el país que se considere, pero a pesar de las diferencias, en cada uno de los procesos que se presentan, se acepta la idea de que, las empresas y su entorno son los factores que impulsan el desarrollo de la innovación.

Considerar exclusivamente al mercado, al empresario y a las empresas como las únicas unidades de innovación o como los únicos actores que intervienen en la creación y el desarrollo de dicho proceso, sería una visión muy abstracta del fenómeno. No es que las firmas y su entorno ocupen un papel menor, pero no son los únicos agentes que están involucrados. Como se expuso en párrafos anteriores, las ideas de Schumpeter han servido para cimentar el análisis de la innovación, y sus seguidores han contribuido de manera significativa en profundizar parte de sus premisas, pero como se explica en Niosi, et al. (1993) considerar únicamente estos elementos proporcionaría una descripción muy simple del problema. La teoría de la innovación industrial se ha desplazado de esta descripción, a

una explicación más completa y de mayor alcance para integrar nuevos elementos en el proceso de innovación, para dar paso así a la idea de un sistema nacional de innovación.¹⁰

El Sistema Nacional de Innovación (SNI) o Sistema de Innovación (SI) es un enfoque teórico-analítico que se ha utilizado para concebir a la innovación como un proceso sistémico donde interactúan múltiples actores.

Esta nueva literatura introduce la idea de que, las empresas normalmente no innovan de manera aislada, si no, en colaboración e interdependencia con otras organizaciones (Edquist, 2005). Este nuevo enfoque, retoma parte de las ideas básicas del pensamiento de Schumpeter e incorpora nuevas dimensiones para tratar a la innovación desde una perspectiva sistémica (Barletta & Yoguel, 2009).

Un SNI se define como: “la red de instituciones en los sectores público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan y difunden nuevas tecnologías” (Freeman, 1987, p. 1) o, como : “todo lo económicamente importante, social, político, organizacional, institucional y otros factores que influyan en el desarrollo, difusión y uso de las innovaciones” (Edquist, 1997, p. 14).¹¹

Dos son los componentes más importantes de los SNI, por un lado, están compuestos por organizaciones—empresas, universidades, escuelas, instituciones gubernamentales, proveedores, clientes, bancos, etc.—quienes son los principales actores que interactúan en el sistema y, por otro lado, está compuesto por instituciones—reglas, leyes, normas y rutinas—que son las encargadas de moldear el comportamiento de los agentes. Las funciones o actividades que realizan los SNI son la creación, el desarrollo, la difusión y la utilización de nuevas tecnologías, se consideran nacionales por que opera en un espacio físico delimitado (Edquist, 2005)(Rojo, et al., 2016).

El proceso de innovación dentro de un SNI surge por las múltiples interacciones que sostienen las distintas organizaciones que lo componen y, por las capacidades internas del sistema, esta interacción y el propio proceso de innovación no podría tener lugar, sin la

¹⁰ Cabe destacar que en los autores antes mencionados, no es que no consideren el papel de otros factores o agentes que infieren en el complejo fenómeno de la innovación, o que estos simplemente los den por hecho, por ejemplo el propio Antonelli (2017) al considerar al sistema y sus características considera la existencia de otros factores, de hecho Nelson & Winter (1982) a lo largo de su obra hacen hincapié en el papel de las instituciones que regulan el comportamiento del entorno, pero el enfoque de Sistemas Nacionales de Innovación articula de una mejor manera la idea de que el proceso de innovación es un proceso sistémico.

¹¹ La definición de Sistema de Innovación ha sido abordada por distintos investigadores, para una mayor profundidad del tema véase: (Metcalf, 1995); (Lundvall, 1992); Nelson, 1993; (Nelson & Rosenberg, 1993)

participación de las instituciones, ya que estas, moldean y ordenan el entorno (Rojo, et al., 2016). Esto quiere decir que, el proceso de innovación no solo involucra a las empresas y su entorno, por el contrario, diversos agentes—organizaciones e instituciones—colaboran—aunque no sea de forma coherente y coordinada—en tan complejo proceso

Desde esta perspectiva, se tiene una visión más completa del proceso de innovación, debido a que, se contempla un número mayor de agentes y de las relaciones que entre estos se configuran para dar paso al desarrollo de nuevas tecnologías.

La innovación, es así, un proceso sistémico que resulta de la interacción de distintas organizaciones—empresas, escuelas, universidades, centros de investigación, instituciones gubernamentales, etc.—en un entorno ampliamente determinado por las instituciones—reglas, normas, políticas, cultura, etc.—.

Entender a la innovación desde este punto de vista, permite considerar el papel que juegan los múltiples actores en dicho proceso. La participación de cada uno de estos agentes es indispensable para que el sistema en conjunto, desarrolle la habilidad o la capacidad para crear, difundir y utilizar nuevos conocimientos y tecnologías. Cada SNI tiene diferentes capacidades para llevar a cabo el cumplimiento de sus objetivos, no todos los SI presentan las mismas habilidades para desarrollar nuevas tecnologías, habrá algunos sistemas que tendrán la capacidad para crear nuevos conocimientos y, existirán otros que solo tendrán el potencial para utilizarlos (Rojo, et al., 2016).

Esas diferencias respecto a la habilidad o la capacidad de generar innovación, ha conducido diversas investigaciones que intentan identificar los factores que determinan el desempeño innovador del sistema. Se reconoce que las interacciones que se producen entre los agentes y las propias capacidades internas de estos, son parte de los componentes que dan pie a la construcción de las capacidades tecnológicas nacionales, estas a su vez, van a incidir en el desempeño innovador del SNI (Padilla, et al., 2012) (López, et al., 2003).

Las capacidades tecnológicas nacionales que residen en un SNI, se conforman por las capacidades tecnológicas de las empresas y de otras organizaciones, así como de la participación activa y concreta de todos los agentes que interactúan en el sistema (Tapias, 2005). Pero ¿Qué son las capacidades tecnológicas? ¿Cuál es su importancia?

Las capacidades tecnológicas, representan un elemento fundamental para explicar el desempeño innovador de cierto tipo de agentes, entre ellos tenemos principalmente a las

empresas y los países. La importancia de estas, radica en que, por un lado, son condiciones necesarias para la creación de la innovación y por el otro, contribuyen en el desarrollo y desempeño competitivo de las empresas y propiamente de los países (Carbajal, 2010; Torres, 2006).

No existe una definición consensuada del término de capacidades tecnológicas, puesto que, dicho termino ha sido abordado desde diferentes perspectivas y, pocos son los investigadores que profundizan en su análisis.

Kim (1997: p.8) por ejemplo, define a las capacidades tecnológicas como: “las habilidades efectivas para el uso, la asimilación, la adaptación y eventualmente para el cambio de las tecnologías existentes mediante el empleo de conocimientos tecnológicos adquiridos”

Westphal, Kim y Dahlman (1985 citado en Torres, 2006, p.13) definen las capacidades tecnológicas como: “[...] la habilidad para hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico”

En Bell & Pavitt (1995, p.71) se puede encontrar una interpretación del significado de capacidades tecnológicas. Estos autores proporcionan la idea de que las capacidades tecnológicas hacen referencia a “las capacidades nacionales para generar y gestionar el cambio en las tecnologías utilizadas en la producción”.

Dutrénit & Elgar (2000, p.10) argumentan que, desde muy temprano “el concepto de capacidades tecnológicas se ha referido a un stock de conocimiento tecnológico, así como a la utilización de ese conocimiento”.

Por otra parte, algunos autores definen el término de capacidades tecnológicas a nivel firma. Desde esta óptica, se interpreta a las capacidades como: el potencial que tienen las empresas de combinar la gama de recursos con los que cuentan, para la generación de nuevos productos (Prajogo & Ahmed, 2006 citado en Arrieta et al., 2011).

Siguiendo con esta línea, Lall (1992) define a las capacidades tecnológicas como las destrezas o habilidades, que las empresas necesitan para alcanzar, utilizar, adaptar, mejorar y generar nueva tecnología.

Ahora bien, existen otros autores que no han definido como tal el término “capacidades tecnológicas”, por el contrario, centran su atención en explicar el significado de capacidades de absorción. En relación a esto Dahlman y Nelson (1995; citado en Garcia-

Ochoa et al., 2012 p443) definen las capacidades de absorción nacional como: “la capacidad de aprender y de poner en práctica las tecnologías y prácticas asociadas con los países desarrollados”.¹²

Cohen y Levintal (1989) argumentan que las capacidades de absorción, se refieren por un lado, a la capacidad que tiene una empresa de adquirir y asimilar el valor de la información externa, y por el otro, la capacidad que tiene la firma para desarrollar y explotar dicha información con fines comerciales (Garcia-Ochoa, et al., 2012).

Otra variante del concepto de capacidades, fue desarrollada por Teece, et al. (1997), en este trabajo los autores intentan exponer el término de “capacidades dinámicas”, que hace alusión principalmente, a la capacidad de las empresas de renovar competencias en un entorno comercial cambiante, por medio de ciertas respuestas innovadoras y con una administración estratégica de los recursos intangibles de la empresa.

Como podemos observar, no existe una definición general del término de capacidades tecnológicas, este concepto ha sido abordado desde distintas perspectivas, lo que ha ocasionado tener distintas interpretaciones, pero a pesar de ello, estas definiciones también comparten algunas similitudes, es por eso que, se puede recolectar cada uno de los elementos semejantes y definir en términos generales el concepto de capacidades:

Por capacidades tecnológicas entendemos que: es el potencial y propiamente la capacidad que tiene un agente—país, estado, sector, empresa, etc. —para identificar, asimilar, adaptar, mejora, utilizar, desarrollar y generar nuevas tecnologías. De esta forma se entiende que, las capacidades tecnológicas son las habilidades que desarrollan los agentes, con el fin de poder asimilar las tecnologías existentes, y en base a ello, crear nuevos conocimientos para iniciar un proceso de mejoras continuas que generen un sendero de crecimiento y desarrollo sostenido (Lugones, et al., 2007).

Hasta aquí, se puede contemplar que el concepto de capacidades—en términos generales—se ha definido principalmente desde dos ópticas, la primera de ellas es, desde el punto de vista de la empresa y la segunda, desde un panorama macroeconómico o nacional. En realidad, las definiciones que se han enlistado en los párrafos anteriores, son resultado del estudio de capacidades tecnológicas a nivel firma y a nivel nación.

¹² Esta definición es muy similar a los conceptos que hasta el momento se han expuesto, de hecho guarda una estrecha semejanza con el significado de capacidades tecnológicas.

Ambos enfoques, han contribuido de manera significativa a la comprensión de por qué son importantes las capacidades tecnológicas para los países y para las empresas. No obstante, ambas perspectivas contienen importantes diferencias y particularidades; analizar las capacidades de las empresas y las capacidades nacionales, son dos panoramas distintos, en el sentido de que, se visualizan diferentes unidades de estudio.¹³ Queda ahora como siguiente paso, exponer las aportaciones teóricas de estas dos nociones. En los subsecuentes apartados, se busca bosquejar de forma resumida parte de las contribuciones más importantes de ambos estudios.

Las capacidades tecnológicas a nivel empresa.

El análisis de las capacidades tecnológicas a nivel firma, se desemboca principalmente en el estudio de cómo y por qué las empresas construyen dichas capacidades en su interior. La mayoría de los trabajos que se concentran bajo esta dirección y afirman que, las capacidades tecnológicas son un factor indispensable para las empresas, puesto que, les permite generar nuevas innovaciones para prevalecer en un ambiente competitivo.

Antes de pasar a exponer las aportaciones teóricas de este enfoque, conviene recordar que, en el apartado anterior se planteó la idea de que las firmas son—en parte—las responsables de la introducción nuevas innovaciones en la economía, por lo tanto, las empresas coadyuvan en el proceso de innovación, pero ¿Por qué innovan las empresas?

La literatura reconoce que la innovación juega un papel importante en el desarrollo de las firmas, dado que, le permite incrementar la productividad en el empleo de los recursos y le otorga la posibilidad de seguir compitiendo en el mercado donde esta se desenvuelve (Nelson & Winter, 1982; Carbajal, et al., 2016).

En efecto, cuando la empresa pone en marcha el desarrollo de nuevas tecnologías o de nuevas innovaciones, esta principalmente impulsada por la necesidad de sobrevivir en el mercado, o por la determinación de ganar terreno a sus competidores. Otra de las razones que lleva a la firma a encaminar parte de sus esfuerzos a la creación e implementación de nuevos conocimientos o tecnológicas, son los distintos desajustes o cambios que se producen en el mercado, como se explicó brevemente en la sección anterior, estos

¹³ Más adelante al abordar las contribuciones teóricas del estudio de las capacidades tecnológicas a nivel nacional, se podrá advertir que, parte de las cualidades que presenta las capacidades empresariales son similares a las capacidades nacionales, esto es por, la naturaleza propia del espectro de las capacidades tecnológicas.

desequilibrios ocasionan que las empresas respondan, ya sea por medio de una respuesta creativa—introducción de nuevas innovaciones—o, de una respuesta adaptativa—un simple ajuste en los factores y técnicas de producción de una empresa— (Antonelli, 2017) (Schumpeter, 1947).

El canal o los recursos que les permiten a las firmas implementar los avances tecnológicos que necesitan, son en esencia las capacidades tecnológicas. Estas capacidades a nivel empresa, se entienden como las habilidades o destrezas, que las compañías necesitan para alcanzar, utilizar, adaptar, mejorar y crear nueva tecnología (Lall, 1992). Esto quiere decir que, las capacidades tecnológicas son el elemento que impulsa la innovación al interior de una empresa.

En la construcción y formación de las capacidades, están involucrados diversos elementos, entre ellos tenemos factores internos que son propios de una empresa, como también, factores externos que se presentan en la esfera macroeconómica (Carbajal, et al., 2016).

Gran parte de la literatura que se concierne bajo esta óptica (Carbajal, 2010; Carbajal et al., 2016; Cohen & Levintall; 1990; Winter, 2003; Zollo & Winter, 2003) , reconoce que uno de los elementos más indispensables en la construcción de las capacidades tecnológicas, son los procesos de aprendizaje, esta última idea hace referencia—valga la redundancia—al aprendizaje que tiene la compañía por medio de: i) la interacción entre sus agentes—principalmente entre los individuos que se interrelacionan dentro de una empresa: empleados, gerentes, administrativos, etc.—ii) a través de sus prácticas y rutinas y, iii) mediante la interacción de la firma con su entorno.

Es importante para una compañía que se presenten estos procesos de aprendizaje, debido a que, con ellos, tendrán más oportunidades para poder asimilar los conocimientos existentes, transformarlos e intentar llevarlos a la práctica, por ejemplo, uno de los trabajos más destacados que prioriza el papel del aprendizaje en una firma es Cohen & Levintall (1990), en esta investigación que realizan los autores, reconocen que el aprendizaje es un proceso acumulativo, que le permite a la empresa adquirir nuevas habilidades, experiencias y destrezas para poder asimilar los conocimientos existentes y así, poder crear nueva tecnología.

En Cohen & Levintall (1990) se aporta la idea de que, una empresa debe construir la capacidad para absorber y explotar el conocimiento del exterior, puesto que, esta capacidad u habilidad es un componente indispensable para la capacidad innovativa de una empresa.¹⁴

El aprendizaje es, un elemento intrínseco en la construcción de las capacidades tecnológicas de la empresa, pero no es el único factor que interviene en su formación, como se mencionó en párrafos anteriores, otra serie de elementos externos intervienen en la configuración de las capacidades.

Siguiendo a (Carbajal et al., 2016) consideran que: la estructura institucional, la dotación de recursos, la inversión física, el capital humano, los esfuerzos tecnológicos, entre otros elementos, son parte de los factores externos que infieren en la conformación de las capacidades tecnológicas empresariales.

Es indispensable considerar que otros componentes, en este caso, los factores externos, intervienen como piezas fundamentales en la construcción de las capacidades, puesto que, la empresa no puede por sí sola cimentarlas, necesita de un entorno, de capital humano, de recursos financieros, de instituciones etc. para construir las habilidades y destrezas que le permitan crear y utilizar nuevas tecnologías.

Hasta aquí se entiende que, las capacidades tecnológicas a nivel empresa son indispensables para la innovación pero, la reciente literatura considera que las capacidades tecnológicas se complementan con otro tipo de capacidades empresariales para llevar a cabo las mejoras tecnológicas que las firmas necesitan.

Una empresa pone en práctica varios recursos para emprender su proceso de producción, entre estos destacan, la mano de obra, la maquinaria y equipo, los recursos financieros, los recursos naturales etc., todos estos se combinan entre sí y producen diferentes mercancías, las capacidades tecnológicas necesitan parte de estos medios para la creación de la innovación, pero una empresa no solo requiere de estos insumos para poner en marcha nuevas tecnológicas, la firma necesita de otros recursos intangibles como lo son: la organización y la administración de los recursos.

Estos dos últimos recursos son técnicas de gestión que las empresas utilizan para mejorar el aprovechamiento de los insumos y, para perfeccionar el funcionamiento de las

¹⁴ En el citado trabajo los autores aportan la idea de “capacidades de absorción” que se refiere principalmente a la capacidad de una empresa de asimilar el valor de la información externa, para posteriormente desarrollar y explotar dicha información con fines comerciales.

distintas áreas de una empresa. Estas técnicas han sido consideradas por unos autores como capacidades organizacionales (Chandler, 1992; Winter, 2000; Boonpattarakan, 2012).

Las capacidades organizacionales son en esencia:

“[...] una rutina de alto nivel (o colección de rutinas) que, junto con la implementación de flujos de entrada, confiere a la administración de una organización un conjunto de opciones de decisión para producir productos significativos de un tipo particular” (Winter, 2000, p. 983).

O se pueden considerarse como “las redes de conocimientos que combinan personas y recursos que, en conjunto, permitirán a las organizaciones llevar a cabo sus tareas más efectivas” (Boonpattarakan, 2012, p. 17).

Estas capacidades organizacionales definen en gran medida el aprovechamiento de los insumos, como también, determinan la gestión y el desarrollo de las actividades innovativas de las empresas, dado que, las actividades gerenciales ayudan a las empresas a resolver problemas en la introducción y uso de nuevas tecnologías. Entonces, esto quiere decir que, la estructura organizativa de una firma guarda una amplia relación con el proceso innovativo (Hernández, 2017; Yoguel & Boscherini, 1996). Por lo tanto, las capacidades organizacionales son otro de los elementos que hace posible el proceso de innovación en las empresas. En realidad, ambas capacidades—capacidades tecnológicas y capacidades organizacionales—participan conjuntamente dentro de una empresa en la creación, desarrollo y utilización de nuevas tecnologías; es indispensable para las firmas la construcción de ambas capacidades para lograr la introducción de nuevas innovaciones.

Ahora bien, se ha explicado que las capacidades tecnológicas, se construyen por una variedad de factores tanto internos—propios de la empresa—como externos, a la par de esta exposición, se argumentó que las capacidades tecnológicas interactúan con las capacidades organizacionales en el proceso de creación de nuevas tecnologías, pero hasta este instante, no se han descrito algunas de las características y cualidades más importantes de dichas capacidades, por tal razón, en lo que resta del apartado buscaremos explicar algunas de ellas.

Recordemos que, los procesos de aprendizaje son imprescindibles para la conformación de las capacidades tecnológicas, ya que, proporcionan nuevos conocimientos, nuevas experiencias, nuevas habilidades que modifican las prácticas y rutinas operativas de las empresas (Zollo & Winter, 2002).

El aprendizaje es un proceso acumulativo; cuando una empresa empieza aprender nuevas técnicas, nuevos procesos que mejoran o crean nuevos productos, comienza acumular información y conocimiento nuevo, ese conocimiento novedoso servirá como base para seguir acumulando más habilidades, a medida que la firma siga almacenando nueva información, esta le permitirá seguir desarrollando mejoras continuas, tanto en su proceso productivo como en su proceso gerencial.

Esta cualidad acumulativa del aprendizaje, ocasiona que las capacidades tecnológicas presenten la misma propiedad, las capacidades al igual que el aprendizaje se acumulan durante la operación productiva de la empresa (Carbajal, et al., 2016).

Decimos que las capacidades de las firmas se almacenan, por el hecho de que, las empresas se mantienen en una constante actualización de sus técnicas y prácticas por medio del aprendizaje, esto es debido a que, compiten con otra serie de compañías que al igual que ellas buscan prevalecer.

Entonces, las capacidades tecnológicas se acumulan a medida que la empresa sigue adquiriendo nuevos conocimientos y nuevas habilidades, para generar nuevas innovaciones y así mantenerse en un ambiente competitivo.

Valiéndose de esta última idea, se puede explicar otra cualidad de las capacidades tecnológicas. Se ha mencionado en repetidas ocasiones que las empresas por la necesidad de mantenerse competitivas en el mercado y, por los distintos desajustes o cambios que se presentan en su entorno, introducen nuevas innovaciones.

El desempeño innovador de las empresas, está determinado principalmente por su capacidad tecnológica y organizacional. En Tapias (2005) se reconoce que no solo estas capacidades inciden en el nivel de desarrollo tecnológico de una empresa, sino que también, infieren de manera significativa en su competitividad.

En efecto, la capacidad de innovación y de gestión que pueda mostrar una empresa para responder de manera oportuna a los cambios que se presentan en su entorno, van a permitirle lograr nuevas formas de ventajas competitivas que determinarán en gran medida el éxito de la firma en un mercado global (Teece, et al., 1997).

Sobre este último punto una serie de autores (Nelson & Winter, 1982; Winter, 2003; Zollo & Winter, 2002; Teece, et al., 1997) han aportado la idea teórica de capacidades dinámicas.

Estas capacidades se definen como: “la capacidad de la empresa para integrar, construir y reconfigurar competencias internas y externas para atender rápidamente los cambios del entorno” (Teece, et al., 1997, p. 516).

No se debe de pensar que al introducir esta nueva definición hablamos de otro tipo de capacidades, por el contrario, nos seguimos refiriendo a las capacidades tecnológicas y organizacionales que se han venido explicando, puesto que, los autores que abordan este enfoque siguen tomándolas en cuenta.

Las capacidades dinámicas, aportan un panorama más amplio para comprender a fondo las cualidades de las capacidades empresariales. En esta perspectiva podemos encontrar, una característica más de nuestras capacidades.

Desde esta visión, se considera que las capacidades de las empresas son dinámicas, a causa de que, el entorno al que se enfrentan las firmas, es un entorno de constantes transformaciones, esto obliga a las empresas a desarrollar la capacidad de renovar competencias, por medio de una respuesta innovadora que coincida con los requisitos del cambio en el entorno (Teece, et al., 1997).

Esto significa que la empresa se mantiene en un constante desarrollo de sus capacidades, a raíz de los cambios que se producen en su entorno, esta última idea, hace pensar que el ambiente donde concurre la empresa es un ambiente de rápidas transformaciones, siguiendo a Zollo & Winter (2002) mencionan que, no necesariamente las empresas configuran, reconstruyen e integran sus competencias por medio de las capacidades en entornos que son de una naturaleza altamente cambiante, por el contrario, las firmas pueden reconfigurar sus competencias en ambientes sujetos a menores tasas de cambio.

Lo importante que debemos destacar de este enfoque, es la idea evolutiva de las capacidades, las empresas se mantienen en una constante acumulación de conocimientos y de experiencias, que permiten un desarrollo continuo de sus capacidades, estas—como ya se explicó—le darán la oportunidad a la firma de competir y llegar a tener éxito en el mercado que concurre.

Lo que se ha conseguido hasta el momento, es descubrir una minúscula parte de las características más destacadas de las capacidades tecnológicas a nivel de firma. Se ha podido exponer que, las capacidades organizacionales y tecnológicas son, por un lado, los

factores que intervienen en el proceso de innovación al interior de una compañía y, por otro lado, los agentes que influyen en el nivel de competitividad de las empresas.

Otra de las cosas que se ha podido exponer acerca de estas capacidades, es la de explicar de qué forma se configuran; las capacidades empresariales se construyen por una serie de factores internos y externos, donde la acumulación de conocimientos y de aprendizajes juega un papel importante en el desarrollo de las capacidades empresariales.

Por último, se planteó que, las capacidades empresariales son acumulativas y dinámicas, por la razón de que, la empresa en la necesidad de sobrevivir en un ambiente de importantes cambios, acumula y desarrolla sus capacidades para así formar ciertas ventajas competitivas que le permitan sobrevivir y ganar terreno a sus competidores.

Se puede seguir aunando más en el enfoque de las capacidades dinámicas y, propiamente en el estudio de las capacidades a nivel empresa para continuar enlistando parte de las aportaciones teóricas de estos estudios, pero el propósito de la investigación no es realizar un análisis profundo de las capacidades a nivel empresa, ya que la preocupación principal de este trabajo es estudiar las capacidades tecnológicas a nivel país, es indispensables que, se haya bosquejado un breve análisis de las capacidades empresariales, puesto que—como veremos más adelante—son un componente de las capacidades nacionales y, entender parte de su naturaleza podría ayudarnos a comprender ciertos aspectos de las capacidades tecnológicas a nivel país.

En la siguiente sección intentaremos exponer—de forma breve—el enfoque de las capacidades tecnológicas nacionales, con la intención de descubrir cuáles son las características, los elementos y los componentes más importantes que integran estas capacidades.

Las capacidades tecnológicas nacionales.

Para un país, el progreso tecnológico es un tema imprescindible; no hace falta ser un estudioso de la ciencia económica o de alguna carrera afín, para tener en cuenta las innumerables ganancias que puede tener una sociedad, al encaminar parte de sus recursos al avance y mejora de la ciencia y la tecnología. Las sociedades al desarrollar nuevas innovaciones, traen consigo beneficios tanto económicos como sociales, de hecho, como lo mencionamos en el primer apartado, la innovación, es la fuente que impulsa el desarrollo económico de los países (Schumpeter, 1963).

El progreso tecnológico para una economía es de suma importancia, dado que, por un lado, le permite mantenerse en un continuo avance científico-tecnológico, y por el otro, le otorga las habilidades y destrezas para seguir compitiendo con el resto de los países, pero, para que una nación ponga en marcha la creación y desarrollo de nuevos conocimientos y tecnologías, necesita de ciertos agentes, recursos, habilidades, destrezas y conocimientos.

Para conocer cuáles son esos elementos y componentes que un país requiere para la introducción de nuevas tecnologías y, para determinar cuál es el desempeño innovador de los países, el enfoque de capacidades tecnológicas nacionales, brinda un marco teórico-analítico que permite bosquejar las posibles respuestas a estas interrogantes.

Por capacidades tecnológicas nacionales se entiende que son: el potencial—habilidades y destrezas—que tienen los países para identificar, asimilar, adaptar, mejorar y crear de forma efectiva nuevas tecnologías. (Furman, et al., 2002; Fagerberg & Srholec, 2008; Bell & Pavitt, 1995; Lugones, et al., 2007).

Se puede notar que el concepto de capacidad tecnológica nacional, es muy similar a la definición de capacidades a nivel empresa, de hecho es relativamente igual, lo único que cambia es la unidad de estudio, sin embargo, esto no significa que el análisis de las capacidades a nivel de firma, sea idéntico al estudio de las capacidades a nivel nación, ambos enfoque tienen sus diferencias y particularidades, pero a pesar de ello, más adelante se podrá advertir que los dos enfoques también comparten algunas semejanzas.

Cabe aclarar que, el concepto de “capacidad”, se ha discutido mayormente a nivel empresa u organización en comparación con el concepto de capacidad nacional, esto quiere decir que, la gran mayoría de los trabajos de capacidades tecnológicas se concentran principalmente a nivel de firma (Torres, 2006). Estos estudios proporcionan mucha

información acerca del concepto de capacidad, sin embargo, la capacidad de las firmas—aunque se considere el entorno donde se desenvuelven—no refleja la capacidad que tiene toda la economía (Dang & Umemoto, 2009, pp. 363-364). Como veremos más adelante, las capacidades nacionales están compuestas por múltiples elementos y componentes; las capacidades de las empresas y de las organizaciones, solo son una pieza más que las conforma (Lall, 1992; Tapias, 2005).

La literatura que aborda el enfoque de las capacidades tecnológicas a nivel país, se concentra principalmente en dos campos, por un lado, un grupo de investigaciones (Lall, 1987; 1992; 1993; Bell & Pavitt; 1995; Bell, 1984; Dang & Umemoto, 2009; Abramovits, 1986 , entre otros) se ha encargado de estudiar teóricamente, los factores y componentes que integran las capacidades tecnológicas de las naciones y, por otro lado, gran parte de los trabajos (Archibugui & Coco, 2004; Fagerberg & Srholec, 2008; Furman, et al., 2002; Khedhaouria & Thurik, 2017; Lugones, et al., 2007, entre otros) se han ocupado de construir, distintas metodologías que permitan realizar una medición empírica de la capacidad innovadora de los países.

Al estudiar las capacidades tecnológicas nacionales se puede encontrar que, sus características más importantes y esenciales son muy similares a las cualidades que integran las capacidades a nivel de empresa, a lo que nos referimos con esto es que, ambas capacidades pueden presentar la misma naturaleza, dado que comparten—en esencia—las mismas propiedades.¹⁵

Las capacidades nacionales al igual que las capacidades empresariales se construyen por medio del aprendizaje (Khedhaouria & Thurik, 2017; Tapias 2005), la diferencia aquí es que, los procesos de aprendizaje a nivel nación, se conciben dentro de un marco institucional—leyes, reglas, costumbres, cultura, etc.—donde participan las universidades, las empresas, el capital humano, el sistema educativo, entre otros agentes.

Los procesos de aprendizaje tienen el carácter de ser acumulativos, permiten almacenar información, habilidades, destrezas, etc., que servirán como base para la adquisición de

¹⁵ Cuando decimos que las capacidades tecnológicas nacionales presentan características similares a las capacidades empresariales, estamos hablando de aquellas características que determinan el carácter y la esencia de las capacidades tecnológicas. Ahora bien, lo que intentamos explicar con esta idea, es que, sin importar a que nivel se estudie “las capacidades”, estas no pierden su esencia, los rasgos más característicos, por ejemplo la cualidad de ser dinámicas, acumulativas, internas, etc. prevalecen.

futuros conocimientos; las capacidades tecnológicas nacionales comparten esta misma peculiaridad del proceso de aprendizaje, las capacidades, de igual forma tienen la característica de ser acumulativas. A nivel nación, la acumulación de las capacidades tecnológicas, recae en los agentes que integran dichas capacidades.

Al igual que las capacidades empresariales, las capacidades nacionales tienen la característica de ser dinámicas. En Dang & Umemoto (2009, p.363) se explica que, la capacidad entendida como “capacidad de actuar”, hace referencia principalmente a un proceso dinámico, un proceso que esta en constante evolución; en realidad, los autores argumentan que, el enfoque de capacidad, permite tener un reflejo de la dinámica de la economía del conocimiento. Esto permite inferir que, sin importar a que nivel se analice las capacidades, estas exhiben la cualidad de ser dinámicas.

Por otro lado, una última característica de las capacidades tecnológicas a nivel país, es la de ser internas, esto significa que, las capacidades que tiene una economía para desarrollar y crear nueva tecnología, no provienen del exterior, no se construyen desde afuera, sino que, por el contrario, son resultado de los esfuerzos internos.

En palabras de Carbajal (2010):

“las capacidades tecnológicas tienen una quinta característica: la de ser internas, las capacidades surgen de las personas, las organizaciones empresariales y de las comunidades; las capacidades tecnológicas no pueden ser implantadas desde afuera, son parte del esfuerzo propio de una comunidad o país, por lo que requieren ser estimuladas, debe haber un deseo o contexto favorable para su desenvolvimiento” (Carbajal, 2010, p.13).

Tomando esta última idea, se infiere que, las capacidades al ser internas necesitan de un medio u entorno adecuado para manifestarse, necesitan de agentes y de elementos que las constituyan, por lo tanto, conviene preguntarse ¿Cuáles son los elementos y componentes que integran las capacidades tecnológicas de los países?

Reconsideremos nuevamente la definición de capacidades tecnológicas nacionales, en ella, podemos encontrar dos de los elementos centrales que las componen¹⁶. Por un lado, las capacidades tecnológicas implican la capacidad de identificar, asimilar, adaptar, mejorar y utilizar nuevas tecnologías provenientes del exterior. De acuerdo con esto, se entiende que,

¹⁶ En esta investigación, el término “elemento”, se refiere primordialmente a las partes que integran las capacidades tecnológicas nacionales, y la expresión “componente”, hace mención a los agentes y actores que concentran dichas capacidades.

las capacidades están compuestas por ciertas habilidades que les permiten reconocer, absorber y emplear los conocimientos y las tecnologías que provienen del exterior. Por consiguiente, un primer elemento que se puede considerar como integrante de las capacidades tecnológicas son las “capacidades de absorción”.

Por otro lado, las capacidades tecnológicas conllevan otro tipo de pericias, estas son, la habilidad y la capacidad para crear y desarrollar nuevos conocimientos, nuevas técnicas o nuevas tecnologías. Por lo tanto, un segundo elemento que integra las capacidades tecnológicas son las “capacidades de innovación”.

Ambas capacidades son explicadas por Lugones, et al. (2007), en dicho trabajo los autores consideran la existencia de vínculos que las concentran, como también, algunos componentes que posibilitan su unión. En efecto, se aclara que, es por medio de estas conexiones que la capacidad de creación y de absorción, posibilitan la construcción de las capacidades tecnológicas de un país.

Aunando más en las aportaciones de este trabajo, los autores argumentan que, el estudio de ambas capacidades—absorción y creación—se ha tratado por separado, pero debido a la existencia de elementos comunes entre ellas, hacen posible y recomendable su estudio en conjunto. En nuestra investigación, consideramos que estas dos capacidades son piezas fundamentales que permiten entender a las capacidades tecnológicas nacionales en conjunto.

Otra contribución de Lugones, et al (2007) al estudio de las capacidades nacionales es, la identificación de tres “dimensiones” que se pueden considerar para un análisis empírico. Estas tres categorías, aportar algunas ideas claves para entender cuáles podrían ser—desde su perspectiva—los componentes que se agrupan en las capacidades tecnológicas nacionales, estas son:

- a) *La base disponible*: hace referencia principalmente a los recursos físicos que cuenta un país para la construcción de las capacidades tecnológicas. Sobre esta categoría se considera a: i) la infraestructura de un país—aeropuertos, líneas de teléfono, servicios de internet, centros de investigación, escuelas, universidades, etc. —ii) la calidad del entorno —contexto social¹⁷ y

¹⁷ Por contexto social, nos referimos principalmente a las relaciones sociales y a las normas que rigen el comportamiento de una sociedad, de hecho, otro factor que debería considerarse como determinante de las

entorno macroeconómico—y iii) los recursos humanos—investigadores, la tasa de alfabetización, titulados en ciencia y tecnología, etc. —.

b) *Los esfuerzos realizados para el incremento y consolidación de las capacidades:* Esta dimensión, hace alusión primordialmente a los gastos en I+D, a las inversiones en innovación por parte de las empresas, al gasto en educación y al monto de IED.

c) *Los resultados logrados a partir de las capacidades existentes:* Esta última categoría se refieren especialmente a los productos de las capacidades tecnológicas. En este caso, tenemos a las patentes, las publicaciones científicas, la productividad total de los factores, la tasa de innovación, etc.

Como podemos notar, en cada una de las tres dimensiones, se enlistan algunos factores, agentes y variables, que se manifiestan en las capacidades tecnológicas de los países. De este catálogo, podemos extraer algunos indicios, de cuáles podrían ser los componentes que incorporan las capacidades tecnológicas, por ejemplo, es indispensable que, para la formación de las capacidades, exista una infraestructura y un entorno económico adecuado para su edificación; los recursos humanos son imprescindibles para la creación de nuevos conocimientos, los gastos en I+D y las inversiones en innovación, posibilitan el desarrollo innovador de un país y, por último, las patentes, las publicaciones científicas, los artículos, etc., son resultados de estas capacidades que proporcionan una idea del nivel de desarrollo tecnológico de una economía.

Bajo esta misma línea, para Archibugui & Coco (2004) las capacidades tecnológicas pueden ser un factor condicionante para el crecimiento económico¹⁸. El propósito de su estudio, es construir un indicador de capacidades tecnológicas para países desarrollados y países en vías de desarrollo, con la intención de monitorear sus capacidades y así poder identificar la naturaleza de las brechas tecnológicas existentes. En su investigación, se consideran tres categorías y una serie de variables, estas son:

capacidades tecnológicas es el sistema cultural; Carbajal (2010) plantea la idea de que, el sistema cultural comparte fuertes vínculos con las capacidades tecnológicas, este sistema, puede facilitar u obstaculizar la evolución de dichas capacidades en una sociedad.

¹⁸ En este investigación, los autores intentan descubrir si existe una relación entre el nivel de capacidades tecnológicas y el crecimiento económico; los resultados a los que llegan, es que, solamente dos grupos de países—los países líderes y los países rezagados—tienen una relación positiva y significativa entre el nivel de sus capacidades, y sus tasas de crecimiento económico; véase Archibugui & Coco (2004) para una mayor profundidad del tema.

- ❖ *Creación de tecnológica*: Se incluyen a las patentes y los artículos científicos.
- ❖ *Infraestructura tecnológica*: Se consideran factores que expliquen—valga la redundancia—la infraestructura tecnológica de un país; se toman en cuenta, los usuarios de internet, los usuarios de telefonía y el consumo de energía eléctrica.
- ❖ *Desarrollo de habilidades humanas*: Esta última categoría hace referencia a los recursos de capital humano que tiene una nación, en este contexto, consideran el número de estudiantes de educación terciaria, los años promedio de escolaridad y la tasa de alfabetización.

Las colaboraciones de Archibugui & Coco (2004) en la construcción de una metodología para la medición de las capacidades tecnológicas, amplían en un primer plano, el panorama de los factores y los componentes que participan en las capacidades y, proporcionan un recurso metodológico para llevar a cabo una medición empírica.

Siguiendo con la exploración de los elementos y componentes de estas capacidades, encontramos en la literatura a Lall (1987, 1992, 1993).

Este último autor, ha contribuido de manera significativa al estudio de las capacidades tecnológicas de los países. En lo particular, un trabajo suyo publicado en la revista *World Development* en el año de 1992, que lleva por nombre “*Las capacidades tecnológicas y la industrialización*”, aporta algunos elementos claves para entender cuáles son los elementos que las integran.

Lall (1992) considera que las capacidades tecnológicas están compuestas principalmente por tres elementos, estos son:

- *Las capacidades*
- *Los incentivos y*
- *Las instituciones.*

Por capacidades, el autor se refiere a todos los recursos disponibles que cuenta un país; en palabras de Lall (1992, p.170): “En cuanto a los países, las capacidades se pueden agrupar en tres categorías amplias: inversión física, capital humano y esfuerzos tecnológicos”.

Por inversión física, Lall (1992) hace referencia al capital físico—maquinaria y equipo—que se puede acumular y, a los recursos financieros que permiten el desarrollo industrial y tecnológico de los países¹⁹.

El término de capital humano hace alusión, por un lado, a las múltiples habilidades que se originan por conducto de la educación y la capacitación formal y, por otro lado, se refiere a las habilidades que se forman en la capacitación práctica y en las experiencias que se derivan de las actividades tecnológicas. Dentro de este término, el autor también hace mención de la educación básica y superior, la tasa de alfabetización, a las instituciones de capacitación privada y pública, y a otros tipos de elementos que mejoran la formación de los recursos humanos.

Por último, los esfuerzos tecnológicos nacionales son explicados por Lall (1992) como:

“[...] estos esfuerzos comprenden un amplio espectro de trabajo de producción, diseño e investigación en las empresas, respaldado por una infraestructura tecnológica que ofrece información, estándares, conocimientos científicos básicos y diversas instalaciones demasiado grandes para estar en manos de empresas privadas. Es imposible medir adecuadamente estos esfuerzos tecnológicos, pero se cuenta con aproximaciones respecto a la mano de obra disponible para tareas técnicas, o gasto en investigación y desarrollo formales (medidas de insumos), o innovaciones, patentes y otros indicadores de éxito tecnológico (medidas de resultados)” Lall (1992, p. 170).

Respecto a este último punto, podemos claramente notar que los esfuerzos tecnológicos se refieren a los insumos—gastos, inversiones y capital humano—de las empresas y, a los productos que éstas pueden realizar, como lo son las patentes. En relación a los esfuerzos tecnológicos, el autor agrega un elemento más; para Lall (1992) es necesaria la importación de tecnologías externas, pero, los países deben tener cuidado, ya que, una excesiva inversión extranjera directa—que es un canal para la importación de tecnología—en cierto tipos de países—principalmente semindustrializados—puede convertirse en un sustituto de las actividades económicas más avanzadas (Lall, 1992, p.170).

El segundo elemento de las capacidades tecnológicas—para nuestro autor—son los incentivos, estos surgen de las fuerzas del mercado, del funcionamiento de las instituciones

¹⁹ En sus notas el autor apunta la necesidad de un sistema financiero eficiente que sirva como apoyo para las inversiones físicas de un país.

y de las políticas gubernamentales. Para Lall (1992) los incentivos, son todos aquellos factores que afectan y estimulan el ritmo de la acumulación del capital y de las habilidades.

En este sentido, se identifican tres tipos de incentivos:

I. *Incentivos macroeconómicos*: Todas las variables que afectan el entorno macroeconómico de una economía; la inflación, la tasa de crecimiento, los tipos de cambio, las tasa de interés, etc.

II. *Incentivos por la competencia*: Son todos aquellos estímulos que motivan la competición entre las empresas, como por ejemplo, los precios, la demanda, el tipo de mercado, etc. En este punto, el autor también sugiere la posibilidad del intervencionismo gubernamental—aunque no en exceso—para la regulación de los mercados.

III. *Incentivos por los mercados de factores*: Se sugiere que este tipo de mercados sean flexibles y tenga un adecuado funcionamiento de los precios relativos, debido a que, esto permitirá en gran medida una producción y asignación de los recursos eficientes.

Por último, el tercer elemento de las capacidades tecnológicas son las instituciones. Sobre este punto, Lall (1992) considera que las instituciones y el marco institucional son un componente fundamental para el desarrollo de las capacidades tecnológicas.

Lall (1992) supone dos tipos de instituciones, las instituciones que se forman dentro del mercado y las instituciones—valga la redundancia—que se encuentran fuera de él, estas últimas según el autor, son de una gran variedad, pero dentro de toda esta gama, las que afectan de un modo más directo a las capacidades industriales son:

- Instituciones industriales.
- Instituciones comerciales.
- Instituciones científicas.

En otro orden de ideas, Dang & Umemoto (2009) construyen un modelo teórico que permite explicar la “economía del conocimiento” basado en la perspectiva del conocimiento como capacidad. Desde el punto de vista de los autores, el enfoque de capacidades nacionales permite explorar el proceso de desarrollo de la economía del conocimiento. En su respectivo análisis, consideran que las capacidades nacionales están

conformadas por cuatro tipos de capacidades: *capacidad nacional epistémica*, *capacidad económica nacional*, *capacidad institucional* y *la capacidad nacional de desarrollo*.

La *capacidad nacional epistémica* se define como: la actividad de producir, difundir, combinar, asimilar y usar el conocimiento en una economía. (Dang & Umemoto, 2009, p. 366). Esta capacidad, reúne todas las labores que están ligadas a la formación del conocimiento, en esta categoría se incluyen actividades como: la I+D en universidades, en instituciones de investigación pública y en empresas; la educación universitaria, los centros de capacitación en las empresas, el *learning by doing*, el aprendizaje por parte de los individuos que integran una firma, el empresario schumpeteriano, la adquisición y uso de conocimientos, entre otras tareas. Cada una de estas actividades que acabamos de mencionar, según los autores, pueden estar dirigidas, o no, con fines económicos, pero eso no es lo importante de estas acciones, lo sustancial de ellas es que, operan de forma conjunta y sistémica, por tal razón, esta capacidad epistémica, debe entenderse como el sistema completo de todas estas actividades que producen, difunden y usan el conocimiento existente en una economía.

En palabras de los autores la *capacidad económica nacional* se refiere a:

“las actividades económicas, tales como la producción y el intercambio de bienes con fines de lucro, que llevan a cabo las empresas y los agentes económicos. Más detalladamente, las actividades económicas pueden incluir aquellas como la adquisición de factores de producción, el desarrollo y / o asimilación de tecnología de producción, fabricación, comercialización, financiación, establecimiento de redes entre agentes económicos, gestión, etc. La capacidad económica de una nación se refleja en el nivel actual y futuro del crecimiento económico, la estructura industrial, el entorno empresarial, la situación del mercado y la movilidad de los factores de producción” (Dang & Umemoto, 2009, p. 366).

La *capacidad institucional* se entiende como: todas las actividades institucionales que crean, mantienen y mejoran el entorno para la capacidad epistémica, la capacidad económica y la interacción entre ellas. Esta capacidad, se concentra en dos dimensiones: sociocultural y jurídico-política. Para el caso del aspecto sociocultural, los autores consideran a todos aquellos factores que influyan en las cualidades y expectativas de las organizaciones y los individuos, dentro de estos tenemos a: el idioma, las actitudes religiosas y culturales, las normas sociales y de comportamiento, entre otros. Por el lado del

aspecto jurídico-político se encuentran factores como: las ideologías, las estructuras políticas, las regulaciones de las actividades sociales y económicas, las políticas y compromisos, entre otros factores.

Estos tres tipos de capacidades no trabajan por separado, cada una se mueve a lo largo de su propio camino, pero al mismo tiempo dependen e interactúan con las demás capacidades para respaldar el buen funcionamiento de la economía. Los autores consideran que estas capacidades forman conjuntamente la *capacidad básica nacional* de un país, en esencia, esta última solo es la suma de las tres capacidades.

Para que estas capacidades puedan interactuar de manera adecuada, necesitan de ciertas actividades que las coordinen y las conduzcan de manera efectiva, en otras palabras, para que las capacidades que se han mencionado interactúen de forma eficaz requieren de otra serie de actividades que configuren, aprovechen, organicen y coordinen las interacciones entre ellas y los componentes que las integran, a estas últimas actividades Dang & Umemoto (2009) las llaman: *la capacidad nacional de desarrollo*.

Esta última capacidad es muy diferente del resto, dado que, es la encargada de que la capacidad epistémica, la capacidad económica y la capacidad institucional, interactúen entre sí y aprovechen los recursos que estas disponen, por lo tanto, la capacidad nacional de desarrollo está por encima de estas tres capacidades y opera sobre ellas.

Para ser más específicos, los autores consideran que esta última capacidad tiene dos piezas principales, estas son:

- Actividades de aprovechamiento y coordinación, para Deng & Umemoto (2009) estas se conforman por:
La integración de la educación, la ciencia y la investigación en actividades comerciales para la innovación.
El ajuste de regulaciones y políticas con referencia a ciencia, educación, tecnología y actividades comerciales; y el valor que la cultura nacional agrega a la economía.
- Actividades de aprovechamiento y reestructuración. Estas actividades hacen referencia a las habilidades de ajustar nuevas estructuras en las capacidades ante los cambios económicos y los flujos del exterior, en este último punto, se prioriza el papel que juega la capacidad de absorción; los autores consideran

que reestructurar las capacidades permite reconocer oportunidades del exterior, adquirir y cambiar recursos para explotar los beneficios exógenos para así poder crear nuevo valor y mejorar la ventaja competitiva de la economía.

Como se puede notar, en este último trabajo, los autores elaboran un marco teórico que permite observar a fondo, los posibles elementos que integran las capacidades tecnológicas, así como sus componentes. En efecto, la investigación realizada por Deng & Umamoto (2009) permite visualizar, desde una perspectiva teórica, parte de los elementos y componentes que configuran las capacidades tecnológicas de los países, destacando primordialmente el papel de las instituciones, la infraestructura, las actividades de I+D, las tareas de organización y dirección, y el trabajo conjunto de todos los agentes que intervienen en las capacidades, como factores determinantes de su construcción.

Otro de los trabajos que aporta a nivel teórico y empírico algunas ideas para determinar los elementos y componentes que están involucrados en las capacidades tecnológicas de los países es Khedhaouria & Thurik (2017). En este estudio se consideran a la capacidad nacional de innovación como: “la capacidad que tiene un país para administrar recursos y habilidades para transformar los conocimientos existentes en nuevos conocimientos, tecnología, y productos creativos en beneficio de las empresas, las industrias y toda la economía” (Khedhaouria & Thurik, 2017, p. 48).

Se considera que la capacidad de innovación de un país es un proceso de aprendizaje evolutivo que acontece dentro de estructuras institucionales, en el enfoque que plantean los autores, las capacidades tecnológicas surgen de la interacción de estos diferentes tipos de estructuras. Para Khedhaouria & Thurik (2017) las estructuras institucionales no solo abarcan reglas y normas legales que modifiquen un determinado campo de la economía, sino por el contrario, consideran que, para un aprendizaje efectivo, se necesitan estructuras institucionales con entidades legales que desarrollen el capital humano, construyan infraestructuras que permitan la transferencia y suministro del conocimiento, y faciliten las condiciones de mercado para la absorción y aplicación de tecnologías avanzadas que provengan del exterior. Sobre este último punto, los autores consideran—y priorizan—a la capacidad de absorción—es decir, la habilidad para identificar, adaptar y utilizar las tecnologías externas—como el instrumento clave para que los países mejoren sus capacidades de innovación.

En la investigación, se considera que la capacidad de innovación es el resultado de la interacción entre cinco condiciones institucionales, es decir, depende de: las instituciones, el capital humano y la investigación, la infraestructura, y las condiciones de los mercados y de los negocios (Khedhaouria & Thurik, 2017, p. 49).

Para el caso de las *instituciones*, se especifica que, esta categoría hace referencia a las reglas del juego que regulan las distintas interacciones políticas, económicas y sociales dentro de un sistema nacional, dicho de otra manera, las instituciones regulan las relaciones entre los distintos actores económicos en sus diferentes niveles²⁰, dentro de un sistema nacional de innovación. En este trabajo se consideran como componentes de este estrato a: el ambiente político, el entorno regulatorio y el entorno empresarial.

El *capital humano y la investigación* son elementos importantes para un país; las actividades de I+D que se desarrollan comúnmente en centros de investigación público y privados, juegan un papel importante en la creación y absorción del conocimiento, la educación al igual que el sistema educativo entre otras actividades que se llevan a cabo en las empresas permiten en gran medida la formación del capital humano. Dentro de esta categoría se consideran los siguientes componentes: la educación, la educación terciaria, la investigación y el desarrollo.

Khedhaouria & Thurik (2017) consideran que la capacidad nacional de innovación de un país, depende de una *infraestructura* común fuerte, debido a que, esta permite la dotación de recursos para las actividades de creación y absorción tecnológica. Se consideran a las tecnologías de comunicación e información, infraestructura general y la sustentabilidad ecológica.

Los dos últimos factores que influyen en la capacidad nacional de innovación son las *condiciones de mercado* y las *condiciones de los negocios*. El primer elemento se refiere a la disponibilidad de fondos de crédito e inversión, junto con el nivel de competencia en los mercados locales, en esta categoría se incluyen componentes tales como: el crédito, la inversión, el comercio y la competencia. Para el caso de las condiciones de los negocios, se

²⁰ “A nivel del mercado, las instituciones influyen en los procesos de innovación a través de los mecanismos de retroalimentación para las reacciones de los consumidores sobre los nuevos productos. Las relaciones entre las agencias gubernamentales y las empresas privadas y las políticas tecnológicas son ejemplos en un tercer nivel en el que las instituciones influyen en la innovación. El conjunto de comunicaciones e interacciones en relación con las actividades de innovación se configura por el marco institucional de la economía. De hecho, las instituciones son necesarias para hacer frente a los altos niveles de incertidumbre que caracterizan las actividades de innovación” (Khedhaouria & Thurik, 2017, p. 49).

consideran componentes como: trabajadores del conocimiento, los vínculos de las innovaciones y la absorción del conocimiento por parte de las empresas.

Por otro lado, en relación a los hallazgos empíricos de este trabajo, los autores encuentran que, la combinación de las cinco condiciones—las instituciones, el capital humano y la investigación, la infraestructura, y las condiciones de los mercados y de los negocios—son necesarias para que un país alcance una capacidad de innovación alta, en este sentido, las economías deben preocuparse por desarrollar cada uno de elementos que aquí se mencionan para lograr así un progreso en sus capacidades tecnológicas.²¹

En otro orden de ideas, Tapias (2005) aborda el estudio de las capacidades tecnológicas desde el punto de vista de la competitividad; en el artículo, el autor intenta describir cuáles son los factores que inciden en dicha categoría. Se maneja como tesis central que, la acumulación de capacidades tecnológicas—y propiamente la innovación—son el núcleo que impulsa la competitividad de las empresas y de los países.

Desde la perspectiva del autor, las capacidades tecnológicas nacionales se componen de una red de relaciones y vínculos entre las empresas y otros agentes que participan de manera activa en el desarrollo tecnológico de una nación, en esta idea, el autor argumenta que, las capacidades nacionales incorporan las capacidades de las empresas y las capacidades de otras instituciones. Para Tapias (2005) el sector empresarial juega un papel muy importante en la construcción de las capacidades nacionales, de hecho, desde el punto de vista del autor, el resto de los agentes que interviene en el proceso de innovación—las instituciones, la infraestructura, el sector social, los conocimientos, las universidades, etc.—habilitan a las empresas a usar, adaptar, mejorar y crear tecnología eficazmente.

²¹ Cabe aclarar dos cuestiones sobre los resultados que obtienen Khedhaouria & Thurik (2017). Los autores encuentran tres tipos de configuraciones distintas, que los países pueden tener para el desarrollo de las capacidades tecnológicas. En las dos primeras explican—para cada configuración—una serie de factores que son necesarios para alcanzar un nivel considerable de capacidad de innovación, y la última configuración que agrupa a todos los componentes, va permitir que los países consigan un nivel “muy alto” de capacidad inventiva, es decir, las dos primeras configuraciones—con sus respectivos componentes—permiten un “nivel alto” de capacidad para innovar, mientras que la última, que contempla a las cinco condiciones que se explicaron en el texto, permite que los países alcancen un nivel “muy alto” de capacidad de innovación. Sobre la primera configuración, se considera la construcción de instituciones nacionales, el desarrollo del capital humano y los sistemas de investigación, la mejora de la infraestructura y la facilitación de los negocios. Para el caso de la segunda configuración, se contempla, el desarrollo del capital humano y de los sistemas de investigación, la mejora de la infraestructura y la facilitación de las condiciones comerciales y de mercado. Lo único que diferencia a estas dos configuraciones, es el hecho de que, en la primera, se considera el papel de las instituciones, mientras que, para el segundo caso, se toma en cuenta el papel de las condiciones del mercado. Para una mayor explicación véase (Khedhaouria & Thurik, 2017).

Básicamente las capacidades de las empresas y de otras organizaciones que están comprometidas en las actividades tecnológicas, constituyen la base y la fuente de la competitividad y de la innovación en los países.²²

En este sentido, se puede considerar que las empresas son un elemento clave para las capacidades tecnológicas. En efecto, otro de los trabajos que considera el papel de las firmas y principalmente el papel de los *clusters*, como componentes integrantes de las capacidades tecnológicas nacionales es Furman, et al. (2002), en el respectivo estudio, los autores intentan explorar los determinantes de la productividad de I+D a nivel país. Para ello, emplean un marco teórico llamado “*capacidad nacional de innovación*” que contempla en esencia las ideas básicas de la teoría del crecimiento económico endógeno (Romer, 1990), la teoría basada en *clusters* (Porter, 1990), y la literatura de sistemas nacionales de innovación.

En el enfoque propuesto por los autores, se contemplan tres elementos de las capacidades tecnológicas; para Furman, et al. (2002) la *infraestructura de innovación común*, las *condiciones específicas de los clusters* y la *calidad de las relaciones* son los elementos que construyen la capacidad nacional de innovación.²³

La idea es la siguiente, la habilidad que tiene una economía para el desarrollo de tecnologías esta determinada, primero, por una *infraestructura de innovación común* que incluye el entorno general de políticas científicas y tecnológicas de una nación, los mecanismos existentes para apoyar la investigación y la educación superior, el grupo disponible de científicos e ingenieros, entre otros elementos. Esta infraestructura, se complementa con otro elemento más; los autores explican que:

“la capacidad innovadora de un país depende de los entornos de innovación más específicos en los clusters industriales de un país [...]. En última instancia, son las condiciones microeconómicas asociadas con los clusters de una nación las que determinan si las empresas responden a las oportunidades tecnológicas e innovan en la frontera global” (Furman, et al., 2002, p. 903).

²² La idea de que las empresas son un factor clave que incorporan las capacidades tecnológicas nacionales, no es una idea nueva, en realidad varios autores que antecedieron a Tapias (2005) como Lall (1992), Nelson & Winter (1982), Furman, et al.(2002) entre otros, ya consideraban el papel de las empresas.

²³ De forma implícita Furman, et al. (2002) también contemplan el papel de las instituciones en la construcción de las capacidades tecnológicas.

Lo anterior, establece que, las actividades de innovación recaen primordialmente en las empresas y en las condiciones microeconómicas que se ligan a los *clusters*; esas condiciones, que definen el tipo de respuesta que pueden tener las empresas, son el segundo elemento que los autores consideran como determinantes en la construcción de las capacidades.

Ahora bien, ambos factores—la infraestructura de innovación común y las condiciones específicas de los *clusters*—se conectan por medio de vínculos e interacciones entre los agentes de cada categoría; la infraestructura, proporciona la estructura general para la innovación en una economía, esa estructura, impacta en las condiciones microeconómicas de los *clusters* y a su vez, los resultados que se obtienen de las actividades de innovación que resultan de ellos, tenderá a aumentar la fortaleza de la infraestructura, esto quiere decir que, entre ambos elementos existe una relación recíproca.

La *fuerza y calidad de estas relaciones*, son el tercer elemento que Furman, et al. (2002) consideran como esencial en la formación de las capacidades tecnológicas.²⁴

Con este razonamiento, toma una mayor importancia el papel que juegan las empresas y propiamente los *clusters* industriales, así como las relaciones que estos dos mantienen con la infraestructura que dispone un país. Lo que rescatamos de Furman, et al. (2002) es la idea de considerar a las empresas y su entorno como piezas claves de las capacidades tecnológicas nacionales, ya que, en los trabajos anteriores no se vislumbraba de forma explícita el papel de dichos componentes. Con esto no queremos decir que, las firmas son la piedra angular de las capacidades tecnológicas nacionales, sin lugar a dudas, es un componente de suma importancia en su conformación, y en efecto, las empresas son los agentes que pueden llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo, pero como ya se ha explicado en párrafos anteriores, son múltiples los factores que intervienen tanto en el proceso de innovación, como en la construcción de las capacidades tecnológicas.

Desde nuestra perspectiva, existe otro componente que interviene en la edificación de las capacidades de un país y, pocos son los trabajos que lo consideran de forma evidente. Nos referimos principalmente al papel o función del Estado. La mayoría de los artículos que hasta el momento se han considerado, contienen de forma implícita el rol que juega

²⁴ Los autores no son muy claros en explicar que componentes consideran dentro de este elemento.

dicho agente en el proceso de innovación y, en la construcción de las capacidades tecnológicas.

Una de las primeras investigaciones que expone de forma explícita el papel del Estado en la construcción y formación de los sectores industriales, y propiamente en el desarrollo tecnológico de un país, es Lall (1992). Aquí, se considera que el Estado interviene por medio de ciertos instrumentos para corregir las fallas del mercado e impulsar la industria. Ambas intervenciones—desde esta perspectiva—pueden ser consideradas como instrumentos que utiliza dicho agente para crear y mejorar las condiciones económicas de un país.

Otro de los autores que hace evidente el rol del Estado en la conformación de las capacidades²⁵ es Abramovits (1986), en su respectiva investigación, considera que un gobierno estable y eficaz junto con otros elementos, son requisitos necesarios para que un país tenga la capacidad de explotar las oportunidades tecnológicas.

Por otro lado, Fagerberg & Srholec (2008) consideran no como tal al Estado, pero si a la calidad de la gobernanza, como una capacidad que impulsa el desarrollo de una economía. Este último término—según los autores—se refleja en los derechos de propiedad, en el funcionamiento del sistema judicial y en el grado de corrupción. Cada uno de estos elementos, son producto de las instituciones que conforman un gobierno y del sistema político de un país.

Cabe destacar que, en el resto de las investigaciones (Deng & Umemoto, 2009; Khedhaouria & Thurik, 2017; Tapias, 2005; entre otros) el papel del Estado aparece como un componente tácito, puesto que, se considera—en cada respectivo trabajo—algunos de los elementos y propiedades que integran a tan complejo espectro, por ejemplo, Khedhaouria & Thurik (2017) y Deng & Umemoto (2009) observan que, las estructuras políticas junto con el ambiente político de un país, juega un papel muy importante en la determinación del marco institucional, de hecho, en el momento en que, consideramos el papel de la corrupción, el sistema de patentes, los derechos de propiedad intelectual, entre otros elementos, estamos hablando de ciertos mecanismos e instrumentos que son promovidos por el Estado, en realidad, cuando se piensa en las instituciones—entendidas

²⁵ En Abramovits (1986) no se define como tal el término de capacidades tecnológicas, por el contrario, se introduce el término de capacidad social, que se refiere

como las reglas, normas, leyes, cultura, etc.—el papel del Estado junto con todo lo que implica, se encuentra de forma implícita, debido a que, este “ente”, proporciona en gran medida la estructura del marco institucional.

En la presente investigación definimos al Estado como: las organizaciones e instrumentos—agencias de patentes, ministerios, secretarías, política económica, política industrial, sistema de patentes, política de CyT, transferencias, impuestos entre otras herramientas—que utilizan el aparato gubernamental para intervenir en el campo económico y en el sistema político de un país.

Ahora bien, nosotros consideramos que el papel del Estado, no se limitan únicamente a ocupar el rol de un simple agente que establece la condiciones tanto para llevar a cabo el proceso de innovación , como también, para la construcción de las capacidades tecnológicas. Desde nuestro punto de vista, creemos que apreciar al Estado desde esta perspectiva, es una visión muy limitada de los alcances y repercusiones que puede llegar a tener este agente en el campo económico. Consideramos que, el Estado, más allá de ser, aquel actor que establece el marco institucional y las condiciones para llevar a cabo el proceso de innovación y la construcción de capacidades, puede ser, el agente promotor e impulsor de la actividad inventiva de un país, por medio de la ejecución de sus múltiples instrumentos.²⁶

Hasta aquí, se ha intentado bosquejar a través de la revisión de una parte de la literatura, los elementos y componentes que conforman las capacidades tecnológicas de los países; valiéndose de cada una de estas aportaciones, intentamos destacar las semejanzas y particularidades de cada análisis, para llegar a la construcción de un diagrama que pueda—en resumidas cuentas—contemplar los elementos y componentes más generales de las capacidades tecnológicas.

Básicamente, consideramos como núcleo de las capacidades tecnológicas de un país, a la capacidad de absorción y a la capacidad de innovación, estas—como ya se expuso en párrafos anteriores—almacenan las habilidades y destrezas que tiene una nación para identificar, asimilar, absorber, adaptar, usar, mejorar y crear nuevas tecnologías. Ahora bien, consideramos que los componentes encargados de desarrollar estas habilidades, y que

²⁶ Esta última idea se aborda con más detenimiento en el capítulo II de esta investigación, se argumenta y justifica porque es importante la participación del Estado en las economías, y aún más, en los países desarrollados.

propiamente se encuentran inmersos dentro de esta categoría, son las empresas y las organizaciones (véase el diagrama 1).

Diagrama 1. Capacidad de absorción y de innovación.



Las organizaciones pueden ser de cualquier índole, públicas o privadas, por ejemplo, dentro de este ramo podemos agrupar a las universidades, los centros de investigación, los institutos, entre otros organismos. Ambos—las empresas y las organizaciones—son la base sobre la cual, descansan las actividades de investigación y desarrollo, sin estas, difícilmente un país sería capaz de desarrollar nueva tecnología.

Retomando parte de las ideas que se expusieron en el primer apartado del presente capítulo, para que las empresas desarrollen múltiples actividades de investigación, necesitan propiamente de sus capacidades empresariales—capacidades tecnológicas y organizativas—así como de otros agentes, por ejemplo, el mercado, la competencia, las transferencias del exterior, etc. Estos componentes y la influencia que ejercen tanto en las empresas como en las organizaciones, son factores que definen en gran medida la capacidad tecnológica de un país (véase el diagrama 1).

Sentado esto, la capacidad de absorción y la capacidad de innovación—por si solas—no pueden operar y desarrollarse de forma plena, necesita de otros elementos que coadyuvan en la construcción de una capacidad nacional (véase el diagrama 2). Otro elemento que es indispensable para la consolidación de la capacidad tecnológica es la “*infraestructura*”. En este último factor, se almacenan los recursos físicos y humanos que un país cuenta para el desarrollo de las actividades económicas. Dentro de este campos se concentran componentes tales como: el acervo de capital, los puertos y aeropuertos, las tecnologías de la información, maquinaria y equipo, los ingenieros y científicos, el sistema educativo, los egresados de la educación terciaria, etc. Cada uno de estos componentes, brindan los recursos necesarios a las empresas y organizaciones para poner en marcha diferentes proyectos de investigación, en este sentido, podríamos decir—entre comillas—que la infraestructura brinda los insumos—bienes y servicios—que los componentes de la capacidad de absorción e innovación necesitan para la creación de nuevas tecnologías.

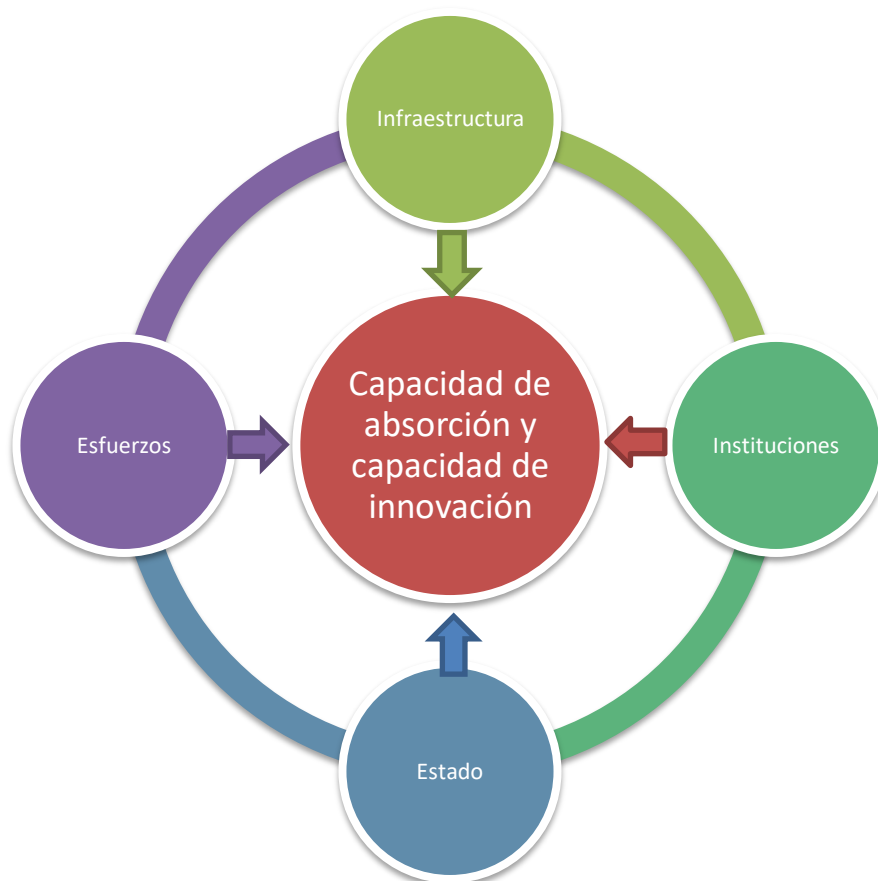
Por otra parte, las empresas y las organizaciones, necesitan de otro tipo de recursos que no provienen de la infraestructura, sino que, por el contrario, proceden de otras vías; estos recursos son, por ejemplo, el acceso al crédito, las inversiones, los gastos en I+D, los préstamos, el sistema financiero, los bancos comerciales, etc. Cada uno de estos componentes, se agrupa en lo que nosotros llamamos “*los esfuerzos*”, sobre esta categoría se contemplan a los agentes y los medios que proporcionan los recursos financieros que necesitan las empresas y las organizaciones, para emprender los diferentes procesos productivos junto con el desarrollo de las actividades inventivas.

Un elemento más, que determina y afecta la capacidad de absorción y de innovación de un país, son las características y atributos del ambiente donde se desenvuelven la mayoría de las actividades de investigación y desarrollo. Este entorno al cual ya nos hemos referido antes, está ampliamente influido por “*las instituciones*”, y son de suma importancia, debido a que, crea las condiciones para que todas las actividades inventivas puedan llevarse a cabo. Dentro de este nivel, consideramos componentes tales como: el sistema de patentes, las leyes de propiedad intelectual, reglas, normas, cultura, valores, el sistema social, entre otros. Por último, otro elemento que consideramos—desde nuestra perspectiva—como un factor que interviene en la construcción de las capacidades es el “*Estado*”. Como lo explicamos en párrafos más arriba, consideramos indispensable el papel que juega este

agente tanto para la innovación, como para la edificación de las capacidades tecnológicas. Son muy complejos los componentes que emanan e integran al Estado, pero a grandes rasgos podemos considerar factores como: la política industrial, la política económica, la calidad del sistema político, el grado de corrupción, la política de ciencia y tecnología, junto con otros instrumentos que el Estado ocupa para impulsar el desarrollo económico y tecnológico de un país.

El diagrama 2, reúne a los factores que anteriormente se han explicado; cómo se puede observar, cada uno de los elementos—Infraestructura, Esfuerzos, Instituciones, Estado—ejerce una influencia importante en la construcción y desarrollo de las capacidades de innovación y de absorción de un país. En este diagrama se observa que los factores inciden en la construcción y desarrollo de ambas capacidades, sin embargo, el respectivo gráfico no representa la construcción de una capacidad tecnológica nacional, puesto que, la capacidad de un país se compone de complejas relaciones entre su núcleo y los factores que la componen.

Diagrama 2. Los factores de la capacidad tecnológica nacional.



El diagrama 3 es en esencia, la representación teórica de la conformación de las capacidades tecnológicas en los países.²⁷ Este gráfico reúne—en términos generales—los elementos más importantes que intervienen en la construcción de una capacidad tecnológica nacional. En dicho esquema, se consideran dos bloques, cada uno de ellos concentra algunos elementos que ya se han expuesto, por un lado, en el bloque de recursos, se agrupa la infraestructura y los esfuerzos, ambos factores, concentran los recursos físicos, humanos y financieros que se necesitan para poner en marcha la capacidad de absorción y de innovación de un país.

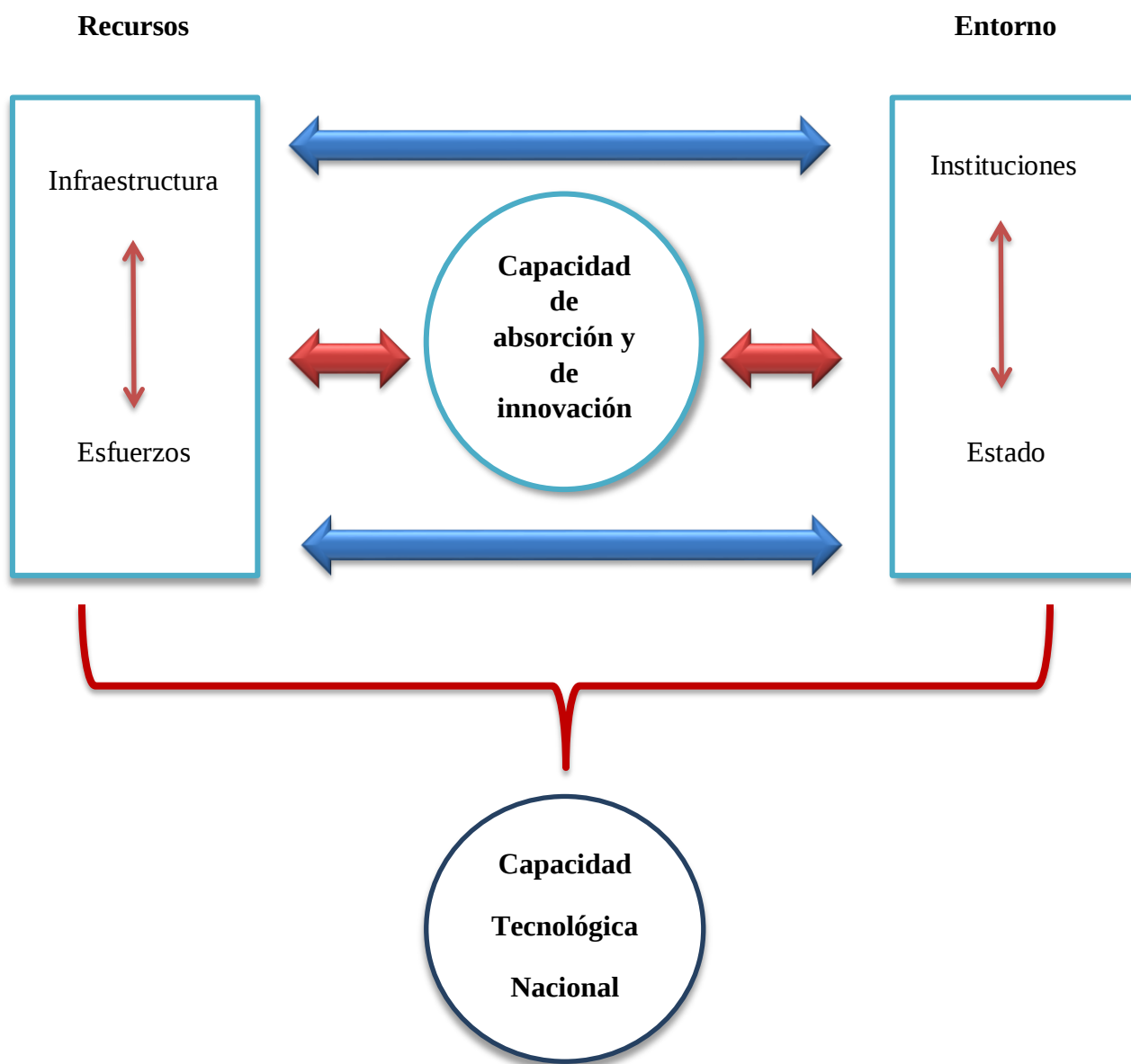
Por otro lado, en el bloque del entorno, se congregan las Instituciones y el Estado, ambos elementos infieren en el espacio donde se llevan a cabo las múltiples actividades de invención. Estos dos bloques, influyen en la formación y desarrollo de la capacidad de absorción y de innovación de un país, pero también, al mismo tiempo, ambos bloques interactúan y se relacionan el uno con el otro. Esto es así porque, los dos respectivos bloques necesitan de entre sí, por ejemplo, la edificación de una infraestructura requiere de la participación y promoción del Estado, como a su vez, de un entorno asequible. Ahora bien, la infraestructura y los esfuerzos proveen las materias primas para la construcción de la arquitectura gubernamental, y al mismo tiempo, influyen en gran medida en el contexto social de una nación.

Si bien, estos dos bloques infieren en las capacidades de innovación y de absorción, estas últimas también se relacionan y afectan a cada bloque. Por ejemplo, la mayoría de las invenciones que se consiguen de estas capacidades, pueden afectar la calidad y el estado de la Infraestructura por medio de nuevas tecnologías, como, por ejemplo, la creación de un nuevo bien se puede canalizar a mejorar la infraestructura del país, así como también, puede proporcionar nuevos recursos, pero no solo los resultados de la capacidad de innovación y de absorción afectan a este último nivel, de hecho, los conocimientos resultantes de los proyectos de investigación se transmiten y transfieren—por medio de distintos canales—a la sociedad, esto permite que, se creen nuevas normas, nuevas leyes, nuevas ideologías, etc. que impactan en el entorno institucional de un país y en la forma en que se aplican las distintas políticas públicas y económicas.

²⁷ El gráfico se basa principalmente en las aportaciones teóricas de los artículos que se presentaron en el apartado de las capacidades tecnológicas nacionales.

Por lo tanto, es a través de estas complejas relaciones entre i) la capacidad de absorción y de innovación y ii) los elementos que se han destacado—Infraestructura, Esfuerzos, Instituciones y Estado—que se construye y se conforma, de manera sistémica, la capacidad tecnológica de un país. En este sentido, la unión de cada uno de estos elementos, permite que las economías, por un lado, desarrollen las habilidades para identificar, asimilar, adaptar y utilizar los conocimientos y las tecnologías del exterior, y por el otro, forjen las destrezas necesarias para crear y desarrollar nuevas tecnologías.

Diagrama 3. Capacidad tecnológica nacional.



Como se puede ver, se ha intentado reunir en este capítulo, gran parte de los antecedentes teóricos de las capacidades tecnológicas, con el fin de construir un marco teórico para el análisis empírico de las capacidades de los países. Ahora bien, lo que queda como siguiente paso, es descubrir o averiguar, si los países de América Latina han sido capaces de construir y desarrollar capacidades tecnológicas, para emprender un proceso de innovación. En consecuencia, en el siguiente capítulo intentaremos abordar estas cuestiones.

CAPÍTULO 2

EL PROGRESO TECNOLÓGICO EN AMÉRICA LATINA

Resumen.

El propósito de este capítulo es, por un lado, realizar una revisión de la literatura que examina la situación del progreso tecnológico en América Latina, para identificar los principales problemas que persisten en la región, y por otro lado, a través de una serie de indicadores, brindar un breve panorama de las capacidades tecnológicas de Argentina, Brasil, Chile y México.

Para ello, el presente apartado se divide principalmente en dos secciones: i) la dependencia tecnológica y la importancia de las capacidades tecnológicas; ii) construyendo capacidades tecnológicas en América Latina.

En la primera sección, se analiza—en forma estilizada—los principales obstáculos que han persistido en América Latina, para el desarrollo de la ciencia y la tecnológica en las últimas décadas. Se identifican principalmente dos problemas, el primero de ellos hace referencia a un considerable atraso científico y tecnológico que presentan los países de la región, en comparación con las naciones desarrolladas, el segundo explica que, la gran mayoría de los países latinoamericanos presentan un grave problema de dependencia tecnológica. Sobre la base de estos argumentos, en la última sección se intenta bosquejar una breve aproximación de las capacidades tecnológicas de Argentina, Brasil, Chile y México, analizando—por medio de ciertos indicadores—algunos de los componentes más importantes que incorporan los elementos de la capacidad tecnológica de un país. Esto se realiza, con la intención de tener un panorama general de los recursos que cuentan cada uno de estos países, para la construcción de una capacidad tecnológica propia.

La dependencia tecnológica y la importancia de las capacidades tecnológicas.

Los países de América Latina, a lo largo de las últimas décadas, han intentado superar su condición de subdesarrollados poniendo en marcha diversos planes y programas que tienen como principal propósito, el avance y desarrollo de sus economías. Sin embargo a pesar de esto, aún siguen prevaleciendo ciertos obstáculos que no permiten cerrar las brechas existentes con las economías más desarrolladas.

Son muchos los problemas que hoy en día aquejan a estas naciones; múltiples organizaciones internacionales reconocen que, en Latinoamérica, aún perseveran problemas como: el bajo crecimiento, la desigualdad, la corrupción, la inseguridad, la pobreza, entre otras cuestiones.

En materia de ciencia y tecnología, los países de América Latina, no se han caracterizado por ser naciones innovadoras, por el contrario, son países que presentan numerosas dificultades para llevar a cabo la creación y desarrollo de nuevas invenciones. De hecho, algunos estudiosos del “cambio tecnológico” reconocen que, las naciones latinoamericanas, presenta un atraso tecnológico importante, debido a que, sus niveles de desarrollo científico y tecnológico—en comparación con los países desarrollados—son significativamente bajos (Albornoz, 2002).

Por ejemplo, Beltrán, et al. (1983) establece que, la generación de tecnología en latinoamerica es ocasional, es decir, no se produce ni se crea de forma continua, debido a esta situación, gran parte de las tecnologías que se adquiere provienen del exterior.²⁸

Esto ha ocasionado que la mayoría de los países latinoamericanos sean dependientes de la tecnología que se produce en otras partes del mundo. La dependencia tecnológica, es uno de los principales impedimentos que tienen las naciones latinas, para aminorar las brechas existentes con las economías desarrolladas.

Esta dependencia tecnológica no es un problema nuevo, por el contrario, es un obstáculo que ha persistido en la región a lo largo de su historia. Un intento por romper con este problema, se pudo observar en los años de la posguerra, cuando la gran mayoría de las economías latinoamericanas, adoptaron estructuras económicas orientadas a una

²⁸ Comúnmente la tecnología externa que se apropia—según los autores—es inadecuada para los recursos y las condiciones propias de estos países.

industrialización, que tenía como principal objetivo, industrializar a los países sustituyendo las importaciones.

A pesar de la intención, muchas economías no lograron cumplir con las distintas fases que conlleva dicho proceso, por ejemplo, para el caso mexicano, la industria solo alcanzo a desarrollar productos no duraderos y bienes intermedios, sin lograr producir bienes de capital (Andrade, 2014). Este proceso de industrialización—en el caso de México—no rompió del todo con las importaciones, en realidad, a pesar de que la nación se industrializaba, esta lo hacía a costa de importar tecnológica incrustada en bienes de capital (Beltrán, et al., 1983).

Bajo esta misma línea, Furtado (1978) explicaba que, la industrialización que se produjo en América Latina, se hizo principalmente bajo el control extranjero de diferentes multinacionales que poco a poco, fueron acaparando un mayor número de actividades productivas. El problema de esto radicaba en que, gran parte de estas empresas, importaban sus propios bienes de capital y bienes intermedios para producir localmente sus productos, así pues, se generaba un cierto tipo de dependencia que—pronosticaba Furtado—podría expandirse prevalecer en la región.

Con argumentos similares Albornoz (2002) explica que:

“[...] en la práctica el proceso de industrialización sustitutiva se nutrió fundamentalmente de tecnología que se transfería en forma incorporada a las grandes inversiones de capital, sin que se prestara suficiente atención a las fases de adaptación a las condiciones de mercado, aprendizaje y todas aquellas que hoy se engloban en el concepto de trayectoria tecnológica de las firmas. El resultado fue un nivel relativamente bajo en la capacidad tecnológica del sector productivo de los países latinoamericanos, una escasa demanda de conocimientos tecnológicos generados localmente y tuvo, como una de sus consecuencias, que los sistemas científicos locales estuvieran escasamente vinculados con los procesos económicos y sociales” (Albornoz, 2002, p. 7).

No obstante, a pesar de la determinación de estos países por industrializarse y depender en menor medida del exterior, las economías latinoamericanas mostraron serias complicaciones para sobrellevar el modelo que habían adoptado, a tal grado que, en la crisis de los 80s, dicho modelo era ya insostenible, esto llevo a los países, a buscar nuevas alternativas y nuevos planes economicos que les permitieran, superar la condición en la que en ese momento se encontraban.

Sin duda alguna, el modelo de industrialización, fue un duro intento por adoptar una lógica de desarrollo endógeno, pero por ciertas complicaciones internas, la estructura no

pudo dar los frutos que se tenían previstos. Algunos autores, tales como Beltrán, et al. (1983) atañen el problema de la dependencia tecnológica al propio modelo de industrialización, de hecho, gran parte de la comunidad intelectual, considero que el atraso tecnológico asociado con el problema de la dependencia, fue una de las principales causas de la crisis de los 80s²⁹; ante la insostenibilidad de este viejo modelo, las autoridades se vieron obligadas a buscar nuevas opciones.

Por lo anterior, los países latinoamericanos optaron por utilizar nuevas medidas basadas en el paradigma neoliberal; se implementaron políticas para promover: la apertura comercial y financiera, incentivar el libre comercio, reducir la participación del Estado, aumentar la privatización y, atraer inversión extranjera directa y de cartera (Albornoz, 2002) . Cada una de estas disposiciones fue considerada prudente para el desarrollo tanto económico y tecnológico de una nación, puesto que, el ambiente internacional y el nuevo fenómeno de la globalización, podría ofrecer una nueva vía de crecimiento y prosperidad a las economías subdesarrolladas.

Como apunta Katz (2006), todas estas medidas representaron un cambio estructural en América Latina, de hecho, cada una de estas políticas junto con el rapido proceso de globalización de la economía mundial en la decada de los 90s, ocasiono un importante cambio y una profunda transformación en el entorno económico, institucional y tecnológico de los países que integran la región.

Las reformas que se promovieron tenían la clara determinación de cambiar el curso de las economías latinoamericanas, situando el desarrollo económico y tecnológico sobre una estructura productiva orientada al exterior.

En las últimas décadas como efecto de la globalización, las aperturas comerciales y financieras de los países han aumentado, y para el caso de América Latina, los países que presentan un mayor desarrollo relativo³⁰ han adoptado modelos—llamémoslos así—de promoción a las exportaciones, esto, con el fin de aprovechar los beneficios que trae consigo la nueva ola de la globalización.

Por tal razón, cada una de estas economías, ha modificado sus estructuras productivas bajo los paradigmas neoliberales, con la pretensión de aprovechar la

²⁹ Esto se explica principalmente para el caso mexicano véase Medina (2004).

³⁰ Argentina, Brasil, Chile y México son considerados como los países más dinámicos de la región (Serrano, 2014)

transferencia de conocimientos y de nuevas tecnologías, de hecho, gran parte de la literatura tradicional³¹, promueve la necesidad de la transferencia tecnológica en los países en vías de desarrollados, por ejemplo, según Fujii (2010), varios de los estudios que se han realizado para América Latina, se han concentrado únicamente en exponer y explicar, los efectos positivos que se asocian a dicha transferencia, sin concentrarse en las estructuras productivas e inventivas de los países de esta región. El propio Lall (1992) menciona que, esta literatura—literatura que predomina en el campo económico—minimiza el papel de las actividades tecnológicas en los países subdesarrollados y, promueven la idea de que estos, deberían de priorizar la transferencia de conocimientos; puesto que, los significativos avances tecnológicos solo se crean en los países desarrollados y, los países en desarrollo, deben limitarse a seleccionarla y aplicarla sin ningún costo.

El hecho de tener un modelo económico que promuevan la apertura comercial, la apertura financiera y la transferencia tecnológica, no significa que, realmente por medio de esta vía, se pueda generar un desarrollo económico y tecnológico que permita cerrar las brechas existentes entre los países desarrollados y los países en vías de desarrollo. Como lo señala Albornoz (2002), cada una de las medidas que se adoptaron bajo el nuevo paradigma neoliberal fueron consideradas como un paso necesario, sin embargo, la dinámica de la economía internacional y las crisis que han azotado a la región, lejos de reducir la brecha esta parece que ha aumentado.

Realmente, la dependencia tecnológica bajo este nuevo esquema no se ha resuelto del todo, la realidad nos demuestra que América Latina aun sigue dependiendo de la tecnología que se produce en otras partes del mundo, y en efecto, como lo reconoce Katz (2006, p.60) el nuevo modelo económico latinoamericano, solo ha logrado resultados mucho menores que los esperados inicialmente.

Esta misma idea es expresada por Albornoz (2002), dicho autor menciona que:

“es preciso reconocer que el escenario de la globalización de la economía y la tecnología no se ha mostrado necesariamente favorable al desarrollo de las capacidades propias de los países en desarrollo. Por el contrario, está ya demostrado que este proceso ha tenido aspectos negativos para las economías de los países en desarrollo, ha profundizado la brecha entre ricos y pobres y ha producido una rápida obsolescencia de gran parte del

³¹ Lall (1992) implícitamente explica que la literatura tradicional hace referencia principalmente a los modelos neoclásicos

capital instalado en los países en desarrollo y en las capacidades laborales y profesionales de gran parte de su mano de obra” (Albornoz, 2002, p. 4).

Ante ello surge la necesidad de buscar una estrategia adecuada que incentive el crecimiento económico, proporcione mayor competitividad en los mercados mundiales, permita un desarrollo económico-social y un mejor desempeño científico y tecnológico en la región.

Indudablemente, es indispensable dar una solución al problema de la dependencia tecnológica, puesto que, es un malestar que ha prevalecido en los países de América Latina a lo largo de los años y que, sin duda alguna, repercute en el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Por ello, es preciso buscar nuevas alternativas que prioricen la formación de recursos necesarios para la puesta en marcha de un proceso de innovación interna.

Para poder aminorar las brechas existentes con los países desarrollados, las economías latinoamericanas deben crear las condiciones necesarias para incentivar un desarrollo tecnológico que les permita, por un lado, superar el atraso tecnológico que persiste en la región, y por el otro, desencadenar un proceso de innovación que conlleve el perfeccionamiento y mejora de nuevas tecnologías.

Siguiendo a Beltrán, et al.(1983) explican que, de acuerdo a las condiciones que sojuzgan a los países de América Latina, no es conveniente concentrar los esfuerzos—únicamente—a la imitación o reproducción de las tecnologías que provienen del exterior, al contrario, es obligatorio que los países generen tecnología propia y adecuada a los recursos y los medios que disponen como nación.³²

Con la idea anterior, los autores intentan exponer el argumento de que, con la simple reproducción de las tecnologías que provienen de los flujos del exterior, los países no son capaces de emprender un desarrollo tecnológico sostenible, puesto que, los esfuerzos solo se están limitando a una escueta imitación tecnológica, por consiguiente, las economías subdesarrolladas, están obligadas a conformar una capacidad propia que pueda generar y crear nuevos conocimientos y nueva tecnología.

En este sentido, los países deben priorizar la aplicación de una estrategia que conlleve un desarrollo tecnológico propio, un desarrollo de naturaleza endógena que este

³² Por recursos se hace referencia a: la disponibilidad del capital humano y el capital físico, el tamaño del mercado, los recursos naturales, el sistema educativo, los centros de investigación, el sistema financiero, el entorno económico e institucional, entre otros.

íntimamente ligado con las necesidades y las capacidades de los países, todo esto con la finalidad de estimular el desarrollo económico y la creación tecnológica en una economía.

Desde esta misma óptica Sagasti (1981, p. 243, p244) señala que:

“solo se podrá lograr un desarrollo autónomo en la medida en que se adquiera una capacidad científica y tecnológica propia, es decir, en la que se torne endógeno el proceso de generar tecnologías productivas basadas conocimientos científicos [...] la endogenización de la revolución científico-tecnológica en los países del Tercer Mundo y en los de América Latina en particular, debe llevar al desarrollo de tecnologías de producción que permitan disminuir las desigualdades, satisfacer las necesidades básicas de la población y conducir a una participación maciva de esta en las deciciones”.

En tal sentido, la conformación de una capacidad tecnológica nacional que se construye y conforma, por medio de las destrezas, las habilidades y los recursos que cuenta un país—en base a estos autores—es el canal o el medio por el cual, los países de latinoamerica, pueden crear y dearrollar un avance tecnológico propio que impulse, el desarrollo económico de la región y que a su vez, permita lograr un *catching up* con los países desarrollados.

Efectivamente, como se expuso en la sección anterior, la construcción de una capacidad tecnológica—en este caso nacional—es una condición necesaria para la creación de la innovación, dado que, en dicha capacidad, se concentran todos los elementos y componenetes que un país necesita para la creación y desarrollo de nuevas tecnologías. Sin la conformación de esta, los países subdesarrollados—y propiamente los países latinoamericanos—difícilmente podrán crear un sendero de desarrollo tecnológico propio.

Aquí, es donde toma relevancia la necesidad de la formación de una capacidad tecnológica nacional como estrategia que los países de América Latina deben accionar para salir, por un lado, de la condición de atraso tecnológico en la que se encuentran, y por el otro, para lidiar con la marcada dependencia tecnológica que ha prevalecido en el territorio a lo largo de los años.

Por ello, se vuelve indispensable concentrar los esfuerzos nacionales a la construcción y formación de estas habilidades y destrezas; recordemos que, una capacidad tecnológica nacional, se constituye por una compleja relación entre distintos elementos y componentes, cada uno de ellos, ejerce una influencia importante en su conformación, sin

la participación de alguno—desde nuestra perspectiva—difícilmente podría engendrarse una capacidad tecnológica nacional. Ahora bien, dos de los elementos más importantes de estas capacidades—que en la sección anterior definimos como el núcleo de la capacidad nacional—son la capacidad de absorción y de innovación, ambas capacidades, son en esencia, la espina dorsal de una capacidad tecnológica nacional, puesto que, en ellas, se aglomeran todas las actividades de investigación y desarrollo que se llevan a cabo dentro de un país, si existe una ausencia de estas dos capacidades, el proceso de innovación en los países latinoamericanos, tendría dificultades para efectuarse.

Por lo tanto, es necesario que los países de la región favorezcan la construcción y desarrollo de su capacidad para absorber e innovar nuevas tecnologías, sin desatender el otro conjunto de elementos—Infraestructura, Esfuerzos, Instituciones y Estado— que intervienen en la edificación de una capacidad nacional, todo esto, con la firme intención de crear una estrategia de desarrollo tecnológico endógeno propio.

Así pues, para concebir la construcción de estas capacidades y para lograr un desarrollo tecnológico propio, ambos factores deben proceder desde el interior de los países, bajo las condiciones y las características inherentes de cada economía, en este sentido, la construcción de las capacidades tecnológicas nacionales, están en función de los recursos y los medios productivos que dispone un país en su interior, por lo tanto, si las economías Latinoamericanas, consideran una estrategia de desarrollo tecnológico endógeno, por medio de la formación de una capacidad tecnológica nacional, deben preocuparse por acrecentar los recursos y las materias primas que disponen para el desarrollo de las actividades inventivas, tales como: el capital humano, el capital físico, los gastos en I+D, los centros de investigación y desarrollo, entre otros.

Con la idea anterior, se recalca la importancia de engendrar una capacidad tecnológica y propiamente un desarrollo científico, desde las entrañas de una economía a través de los medios y recursos que disponen, esto hace pensar que, los países de la región, con el simple hecho de emprender esta estrategia, pueden alcanzar el desarrollo tecnológico que se han propuesto, sin la necesidad de requerir la participación o injerencia de fuerzas externas.

Sin embargo, esto no es así, como lo reconoce Sagasti (1981) la idea del progreso tecnológico endógeno debe de complementarse con el desarrollo de una capacidad propia para importar tecnología, es decir, pese a llevar a cabo, una estrategia de desarrollo endógeno las economías de la región deben mantenerse al tanto de los avances científicos y tecnológicos que se efectúan en otras partes del mundo, por tal razón, es indispensable que se aprovechen los conocimientos que proceden del exterior, mejorando la capacidad de absorción tecnológica de estas economías, debido a que, —como lo reconoce el autor— pasara mucho tiempo antes de que el proceso de endogenización adquiriera proporciones significativas y muestre sus primeros resultados (Sagasti, 1981, p. 248).

La idea anterior precisa y ponen de manifiesto, la obligación de mejorar la capacidad de absorción de las economías Latinoamericanas, dado que, este, es un requisito esencial para acceder y aprovechar los conocimientos que se producen en el exterior, adaptar la tecnología que se engendra en otras regiones, debe servir como base para la estrategia de desarrollo endógeno, pero, el construir y mejorar la capacidad de absorción, no significa que el país, este capacitado o sea apto, para producir y desarrollar nuevas tecnologías.

Recordemos que, la capacidad de absorción, implica: identificar, asimilar y explotar las tecnologías nuevas que proceden del exterior (Lugones, et al., 2007), empero, para desarrollar y producir nuevos conocimientos, se necesita de una capacidad innovadora, de una capacidad propia para poder poner en marcha el desarrollo y producción de nuevas innovaciones.

Esta última capacidad, almacena—a grandes rasgos—las tareas de mejorar, crear y desarrollar nuevas invenciones, la ausencia de esta, no permitiría la culminación del proyecto de desarrollo científico y tecnológico de la región, dado que, si no se realizan innovaciones propias, que sean lo significativamente revolucionarias, indudablemente, la región permanecería en el mismo estado en el que se encuentra, si solo se absorbe tecnología del exterior y, esta no se toma como base para el desarrollo de nuevas innovaciones, América Latina, seguirá—desde nuestra perspectiva—presentando los mismos problemas de dependencia y de atraso tecnológico que la han caracterizado.

Por último, cabe destacar que, ambas capacidades—siguiendo a Lugones, et al. (2007)—guardan una estrecha relación entre sí, por medio de ciertos vínculos que las conectan, como también algunos elementos que permiten su unión, esta conexión que existe entre la capacidad de absorción y de innovación—como se explicó en la sección anterior—es lo que permite—en esencia—la construcción de una capacidad tecnológica nacional, por lo tanto, los países de América Latina, deben priorizar la conformación de estas capacidades, ya que, como lo vimos en la sección anterior y con los argumentos que se han expuesto, son la espina dorsal de una capacidad tecnológica nacional.

Si bien, ambas capacidades son necesarias, no son las únicas piezas que configuran una capacidad nacional, como ya sea dicho, para su edificación, intervienen otra serie de elementos y componentes que posibilitan por medio de complejas relaciones entre ellos y el núcleo, el surgimiento de la capacidad tecnológica de un país.

Entre los elementos que se han considerado destacan: la Infraestructura, las Instituciones, los Esfuerzos y el Estado. Cada uno de estas piezas, tiene un papel importante en el establecimiento y desarrollo de la capacidad tecnológica de un país, por ejemplo, sin una infraestructura adecuada, que proporcione los medios físicos y humanos que necesitan las actividades de investigación y desarrollo, la gran mayoría de estas tareas—sino es que todas—tendrían dificultad para efectuarse, por ello, es fundamental que los países de la región, tomen en consideración la obligación de acrecentar los recursos que disponen, tales como: el capital humano, los centros de investigación públicos y privados, las universidades, las tecnologías de la información y la comunicación, los investigadores, los técnicos e ingenieros, entre otros componentes, para que así, los países, puedan proveer de los bienes y servicios que demandan las actividades innovativas.

Del mismo modo, es de vital importancia que las economías latinoamericanas, dispongan de mayores recursos financieros para subvencionar, las complicadas tareas de innovación que llevan a cabo los agentes—empresas, universidades, gobiernos, instituciones científicas—que integran la capacidad nacional, por este motivo, los gastos en investigación y desarrollo, así como la disponibilidad de crédito, el sistema financiero, las inversiones, entre otros instrumentos, deben ser una prioridad para los gobiernos latinos.

Con respecto a las instituciones o el marco institucional, la importancia que este tiene como elemento determinante de una capacidad, exige la atención de las economías

latinoamericanas, dado que—como se expuso en la sección anterior—afecta en gran medida el entorno u ambiente para llevar acabo los diversos proyectos de investigación y desarrollo, es por ello que, sin duda alguna, los países de la región, deben de disponer de las condiciones necesarias y adecuadas que permitan realizar las múltiples actividades que requieren los procesos de innovación, así pues, se vuelve de suma importancia, diseñar las reglas, normas, leyes, sistema de patentes, sistema político y social, entre otros componentes, que doten de las facultades necesarias a los agentes para desarrollar nuevas invenciones.

En definitiva, los elementos antes mencionados, son piezas claves que los países latinoamericanos deben de atender para un desarrollo pleno de su capacidad tecnológica nacional, puesto que, como ya lo hemos visto, la participación de cada uno de estos factores es fundamental, sin embargo, existen dos agentes que hasta el momento no se han discutido en el presente trabajo, y que merecen una mayor atención, esto debido a que, juegan un papel importantísimo en el proceso de innovación y en la configuración de las capacidades tecnológicas nacionales, sobre estos dos actores, nos referimos principalmente al papel de las empresas y al rol del Estado.

Recordemos que, en la sección anterior, se explicó de forma breve el papel que juega la empresa como componente de la capacidad tecnológica nacional, se discutió en unas cuantas palabras que dicho agente, era en esencia un factor integrante de la capacidad de absorción y de innovación tecnológica, esto es así porque, las firmas son uno de los múltiples actores que influye en el proceso de innovación, y son—en parte—las principales responsables de la introducción de nuevas tecnologías. A causa de esto, es preciso, identificar cuál ha sido su papel en el desarrollo científico y tecnológico de los países de América Latina, pero antes de ello, conviene tener una primera aproximación a la labor que han desempeñado en tan importante materia por medio de la literatura, en otras palabras, conviene examinar en unos cuantos párrafos, desde la perspectiva de algunos autores, la función de estas empresas en el proceso de innovación en Latinoamérica.

Por lo que se refiere a la firma, existe una enorme cuantía de trabajos que se han dedicado a estudiar e investigar, por un lado, los avances tecnológicos que las empresas han logrado por la puesta en marcha de diferentes proyectos de innovación, y por el otro, el papel que estas han jugado en el desarrollo científico y tecnológico, ya sea del sector

industrial donde compiten, o—desde una perspectiva macroeconómica—en la economía del país donde radican.

Son muchas las opiniones acerca de, si las empresas Latinoamericanas han contribuido o no, al desarrollo tecnológico de la región y propiamente al desarrollo científico del país donde residen, nos llevaría todo el trabajo recolectar los múltiples criterios que existen respecto a este tema, sin embargo, a pesar de ello, la gran mayoría de los estudios, reconocen que, las empresas de América Latina presentan diversos obstáculos para efectuar proyectos de investigación y desarrollo.

Beltrán, et al. (1983) establece que, la actividad de desarrollo tecnológico dentro del sector privado sigue siendo muy reducida en comparación con otros país, de hecho, explican que, el gasto en investigación y desarrollo realizado por las empresas, es mucho menor de lo que emplea el sector público.

Bajo esta misma línea, Alborno (2001) da cuenta del nivel de gasto en investigación y desarrollo ejercido por las empresas, al igual que Beltrán, et al. (1983) exhibe que el financiamiento de las actividades innovativas por parte de las firmas—en América Latina—es menor a comparación de lo que ejerce el sector público, mientras que, en otras partes del mundo—como por ejemplo Japón—las empresas son las que realizan el mayor gasto en tareas que producen innovación.

De modo idéntico, Lederman, et al. (2014), reconoce que la innovación es un tema importante para las empresas latinoamericanas, no obstante, este elemento se encuentra ausente en dichas firmas, ya que, estas corporaciones, están introduciendo productos nuevos con menor frecuencia, en comparación con las empresas de países desarrollados, y no solo eso, sino que también, las firmas de nuestra región, están invirtiendo pocos recursos en I+D y, la actividad de patentar es sumamente baja.

En relación con lo anterior, Katz (2006) argumenta que a pesar del cambio de estructura económica que han sufrido la mayoría de los países de América Latina, las empresas de la región no se han visto interesadas por participar en labores de generación de nuevas tecnologías, en palabras del autor:

“[...] las firmas latinoamericanas no han dado indicios de estar interesadas en ampliar significativamente sus actividades internas de investigación y desarrollo ni en establecer vínculos más estrechos con universidades locales, laboratorios públicos y empresas de

ingeniería para diseñar nuevos productos o concebir nuevas tecnologías de proceso” (Katz, 2006, p. 69).

Si bien, todos estos argumentos identifican que el papel de las empresas ha sido limitado para contribuir en el desarrollo científico y tecnológico de América Latina, no hay que dudar que, existen algunas firmas que han logrado medianamente desarrollar un determinado número de innovaciones e indudablemente, hoy en día estas empresas son consideradas como un caso de éxito. Sin embargo, a pesar de que, puedan encontrarse varias compañías que efectivamente, superaron todos los obstáculos y pusieron en marcha parte de sus esfuerzos para crear o inventar nueva tecnología, este número de empresas—desde nuestra perspectiva—tan solo representa una minúscula parte del gran conglomerado de firmas que existen, y que se encuentran activas en América Latina.

Por lo tanto, es forzoso que los países de la región, creen los mecanismos adecuados para que obliguen, incentiven, promuevan o impulsen a las empresas a encaminar parte de sus recursos y esfuerzos, a la creación y desarrollo de nuevas tecnologías, ya que esto, permitirá en gran medida el avance tecnológico que necesitan cada uno de los países latinoamericanos.

Ahora bien, es momento de pasar a analizar el papel que juega y que ha desempeñado, otro de los importantes agentes que integran las capacidades tecnológicas, nos referimos al rol que ocupa el Estado en el campo del desarrollo tecnológico. En el capítulo 1 de esta investigación, introducimos en resumidas cuentas, la forma en que la literatura concebía la función que debía de realizar el Estado en el proceso de innovación; se considera que el actuar de dicho componente, se limita únicamente a ocupar el rol de un agente, que sencillamente establece las condiciones para que se puedan efectuar las múltiples tareas de investigación y desarrollo, no obstante, creemos y consideramos desde nuestra perspectiva que el Estado, debería de asumir una mayor responsabilidad en materia de la innovación, no solo creando el escenario para que se pueda llevar a cabo dicho proceso, sino también, promoviendo e impulsando—a través de sus respectivos instrumentos—la actividad inventiva de un país.

Sobre este último punto, varios de los investigadores que se han dedicado a estudiar el caso de América Latina, proponen algunas ideas teóricas sobre cómo y cual, debería de ser la función y participación del Estado en el desarrollo tecnológico de la región. Por

ejemplo, Figueroa (2009) por medio de una revisión histórica de las experiencias de países como Alemania e Inglaterra, analiza la forma, en que, el aparato gubernamental—a través de sus múltiples instrumentos—influyó en el desarrollo económico e industrial de dichos países. La autora encuentra que, la intervención del Estado—mediante políticas industriales, de ciencia y tecnología, proteccionistas, entre otras medidas—permitió que muchos de los sectores industriales y agrícolas que disponen estos países, presentaran un desarrollo tanto económico, como también tecnológico.

La idea central que se maneja en dicho estudio, se basa primordialmente en considerar que el Estado, debería tener una participación más activa en la creación y levantamiento de una infraestructura científica y tecnológica. Esta reflexión, tiene como principal propósito, aportar algunas ideas teóricas para proponer o definir ciertas políticas que ayuden a los países de América Latina, a salir de su condición de dependencia, como también, para apoyar su desarrollo económico, en palabras de la autora:

“Un elemento fundamental que nos interesa recalcar aquí es que, conforme se ingresa a la carrera del desarrollo, la participación del Estado en la construcción de una infraestructura científica-tecnológica sólida debe ser cada vez mayor, pues mientras más tarde se ingresa, la brecha de conocimiento subjetivo y materializado entre los consolidados y los que no lo están, es, también, más significativa. Ésta es una enseñanza que América Latina no debe pasar por alto, si pretende la obtención de su propia autonomía, y la independencia verdadera. El Estado es requerido en la adquisición de progreso, donde su injerencia sea generosa e integral” (Figueroa, 2009, pp. 13-14).

Dentro del mismo campo, Fernández & Comba (2012) investigan mediante el análisis de ciertas teorías, la manera en que, estos enfoques perciben la participación del Estado en Latinoamérica, ellos argumentan a grandes rasgos que, la recepción de las corrientes—principalmente—neoschumpeterianas y evolucionistas³³, supuso algunas fallas de origen que terminaron actuando en dos terrenos, el principal y más notable de estos dos campos, donde influyeron en gran medida estas nuevas ideas fue, en el diseño de los instrumentos de políticas estatales de la región.

³³ Cabe señalar, que los autores, en el citado artículo, no se limitan únicamente a estudiar estos dos enfoques que acabamos de plasmar, a lo largo de su estudio, realizan una revisión teórica de múltiples propuestas que se han concentrado en América Latina, para exponer, desde estos enfoques, como se percibe el actuar del Estado en la ciencia y la tecnología.

Siguiendo con lo anterior, desde la perspectiva de los autores, una de las principales fallas de la adopción acrítica de estos enfoques fue que, la atención que se le ha dado al Estado como un objeto de estudio, es prácticamente nula, dicho de otra manera, ponen de manifiesto el argumento de que, las corrientes teóricas que se han acogido en el pensamiento latinoamericano, no le han prestado la atención adecuada al papel del Estado como una unidad de estudio, siendo que este, es un elemento central en los países de la región. La propuesta que hacen Fernández & Comba (2012, p.8) es que, este agente llamado Estado, debe volver a considerarse como un objeto de estudio, para dar cuenta de las cualidades y capacidades, que este puede tener, en el diseño de políticas de ciencia, tecnología e innovación, orientadas a un proceso de desarrollo endógeno.

A grandes rasgos, lo que intentan exponer los autores, es la idea de que, debe de repensarse la función que puede ejercer el Estado en el tema de la ciencia y la tecnología, no solo es considerarlo como un actor que anima las actividades inventivas, por el contrario, debe también considerarse como un agente que, por medio de sus capacidades, puede gestionar políticas que potencialicen los procesos de innovación, es decir, el Estado puede asumir el papel de planificador y direccionador, de las actividades de investigación y desarrollo (Fernández & Comba, 2012).³⁴

No solo, estos autores, creen que el actuar de Estado se limita únicamente a ser un agente que establece las condiciones para que se efectúe el proceso de innovación y todo lo que este implica, otro de los investigadores que se suma al replanteamiento del papel de este agente es Katz (2006), implícitamente en su obra da cuenta que, el Estado dista mucho de ser un elemento neutral en un proceso de cambio estructural, de hecho, tiene un papel más activo, no solo en lo que concierne a este fenómeno, si no también, en el fortalecimiento de la capacidad tecnológica local que actúa como un catalizador de dicho proceso.

El mismo Lall (1992) al examinar las experiencias de los países de reciente industrialización—Corea del Sur, Taiwán, Singapur y Hong Kong—divisa que la participación del Estado en estos países, fue muy activa a través de la aplicación de

³⁴ Los autores a la par de estas explicaciones, proponen—para dar cuenta de las cualidades y capacidades que puede tener un Estado—un esquema teórico de tres dimensiones, esto con el fin de orientar una agenda de investigación respecto a cómo podría ser el diseño de políticas de ciencia, tecnología e innovación.

distintas medidas, y explica que, gracias a esto, el desarrollo industrial que experimentaron estas economías se debe en parte, a la intervención selectiva de este importante agente.

Lo que intentamos exponer con estos argumentos es que, desde nuestra perspectiva y en base a estos autores, considerar el papel del Estado como el agente encargado de brindar únicamente los requisitos necesarios, o las condiciones adecuadas, para que pueda tener lugar las complicadas tareas de la innovación, es una visión muy acotada de los verdaderos alcances que puede tener dicho actor.

En esta investigación, consideramos que la función del Estado, no se limita únicamente a ocupar el rol de un simple agente que establece el ambiente apropiado para la realización de las actividades de investigación y desarrollo, o que solamente dispone de las condiciones necesarias para que se cree y desarrolle la capacidad tecnológica nacional, creemos, desde nuestra perspectiva, que el Estado en América Latina, puede tener una participación más activa en el proceso de innovación, siendo este su principal promotor, en otras palabras, consideramos que el Estado, puede asumir el rol de comandar parte de las actividades inventivas de los países de la región, y no solo eso, sino que también, puede considerarse como un agente que, a través de sus medios, puede crear o desarrollar nuevas innovaciones, esto es, poner en funcionamiento, parte de los recursos que dispone—gastos en I+D, centros de investigación, científicos, etc.—para apoyar el desarrollo científico y tecnológico de un país.

Con lo anterior, no queremos decir que el Estado se asuma como el encargado de desarrollar todas las innovaciones que necesitan las economías de América Latina, más bien, creemos que, dicho agente, por un lado, debe de promover el desarrollo y la construcción de una capacidad tecnológica nacional, y por el otro, ser—junto con las empresas—un agente innovador.

Hasta aquí, se ha intentado explicar, de una forma muy breve, parte de los problemas en los que se encuentran y se ha encontrado la gran mayoría de los países de América Latina, a la par de ello, proponemos, por medio de la literatura, una estrategia que les puede ayudar a resolver la situación de atraso tecnológico en la que se encuentran, esta es, la construcción y formación de una capacidad tecnológica nacional, que impulse a través de sus elementos y componentes, un desarrollo tecnológico endógeno y, en donde la

participación del Estado, sea más activa en la construcción de dicha capacidad y, en la creación de nuevas innovaciones.

En nuestra investigación, nos interesa conocer si los países de América Latina, en especial Argentina, Brasil, Chile y México, han sido capaces de mejorar y desarrollar una capacidad de absorción y de innovación, y, por ende, una capacidad tecnológica nacional, sin que esta, haya sido la estrategia que los países de la región promovieron en las últimas décadas.

Siendo más específicos, el interés que mueve a este trabajo, es conocer y evaluar—identificados los elementos y componentes que integran una capacidad tecnológica nacional—que tan eficiente son, las capacidades de absorción y de innovación que tiene cada una de estas economías, en comparación con países industrializados y países emergentes.

Esto lo hacemos con la intención, de conocer si las actuales estructuras económicas que imperan en la región, han priorizado el desarrollo de una capacidad tecnológica nacional, que les permita tener un avance en materia de ciencia y tecnología.

Por ello, como primer paso, y para tener una aproximación, debemos conocer si los países de América Latina, han construido una capacidad tecnológica nacional, teniendo en cuenta, algunos indicadores que pueden darnos cuenta de ello. En el siguiente apartado, intentaremos abordar, parte de esta cuestión, partiendo del análisis de ciertas variables que pueden brindar en términos generales un panorama de Latinoamérica.

Construyendo capacidades tecnológicas en América Latina.

En el capítulo 1 de la presente investigación, se abordó desde diferentes puntos de vista, el estudio de las capacidades tecnológicas tanto a nivel de firma, como a nivel de país, sobre esta última categoría, se realizó una revisión de la literatura para identificar los elementos y los componentes que integran—desde una perspectiva teórica—la capacidad tecnológica de los países.

Con esta breve exploración se identificó—a grandes rasgos—parte de los elementos que constituyen una capacidad tecnológica nacional, en resumidas cuentas, se considera que: la capacidad de absorción y de innovación, la Infraestructura, los Esfuerzos, el Estado

y las Instituciones, son en esencia, las piezas más importantes que componen dicha capacidad tecnológica.

Tomando en cuenta lo expuesto en el capítulo 1 y el capítulo 2, en esta sección, se bosqueja una breve aproximación de las capacidades tecnológicas de Argentina, Brasil, Chile y México, analizando—por medio de indicadores específicos—algunos de los componentes más importantes que incorporan los elementos de una capacidad tecnológica nacional. Esto, con la intención de tener un panorama general de los recursos que cuentan cada uno de estos países, para la construcción de una capacidad tecnológica propia.³⁵

El análisis estadístico contempla un conjunto de variables que se concentran principalmente en cuatro campos: i) infraestructura y esfuerzos, ii) la participación de las empresas y el Estado en la ciencia y la tecnología, iii) flujos e influencia del exterior y iv) Resultados.

Con los indicadores de estas categorías, se puede examinar—empíricamente—algunos de los argumentos que se plantearon con anterioridad, por ejemplo, a través de un análisis de la infraestructura y de los esfuerzos que disponen los países, se puede obtener un panorama general de los recursos—físicos y financieros—que despliegan estas economías para el desarrollo de las actividades de investigación y desarrollo, en otra instancia, bajo las premisas que planteamos sobre la participación de las empresas y del Estado—como agentes indispensables en la formación de una capacidad tecnológica nacional, y en el desarrollo de la ciencia y la tecnología—es pertinente observar que tantos recursos están destinando—ambos actores— al desarrollo científico de cada país, por otro lado, cabe recordar que, en los primeros párrafos de este capítulo, se planteó la idea de que, América Latina atraviesa por un problema de dependencia tecnológica, por lo que es oportuno revisar parte de los flujos que provienen del extranjero, y por último, la sección de resultados, brinda una panorámica de los productos que medianamente los países seleccionados, han conseguido como resultado de sus actividades de investigación y desarrollo.

³⁵ Cabe aclarar algunas cuestiones: 1) Los indicadores que se han seleccionado y que se presentan en este apartado, no necesariamente son considerados como variables en los modelos de análisis de datos envolventes del capítulo tercero. 2) Con estos indicadores, intentamos brindar únicamente un panorama general de los medios y recursos que poseen los países seleccionados para la edificación de las capacidades tecnológicas. 3) En esta sección se toman en cuenta—para la elección de las variables—trabajos como: Archibugi & Coco, (2004); Lugones, et al. (2007); Fagerberg & Srholec (2008) entre otros.

Así pues, se contemplan las siguientes variables:

Infraestructura y Esfuerzos:

- Gasto en I+D como porcentaje del PIB 2007-2014.
- Investigadores dedicados a la I+D por millón de personas.
- Porcentaje de hogares que tienen computadora 2007-2014.
- Porcentaje de hogares que tienen acceso a internet.
- Gasto público en educación como porcentaje del PIB 2006-2013.
- Número de graduados en educación terciaria por millón de habitantes.

La participación de las empresas y el Estado en ciencia y tecnología

- Investigadores dedicados a la I+D en el sector empresarial por millón de habitantes.
- Investigadores dedicados a la I+D en el sector público por millón de habitantes.
- Gasto en I+D realizado por el sector público como porcentaje del gasto total.
- Gasto en I+D realizado por el sector privado como porcentaje del gasto total.

Flujos e influencia del exterior.

- Importaciones de bienes de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) (% del total de importaciones de bienes).
- Inversión extranjera directa, entrada neta de capital (% del PIB).

Resultados.

- Solicitud de patentes residentes.
- Número de patentes triádicas por millón de personas.

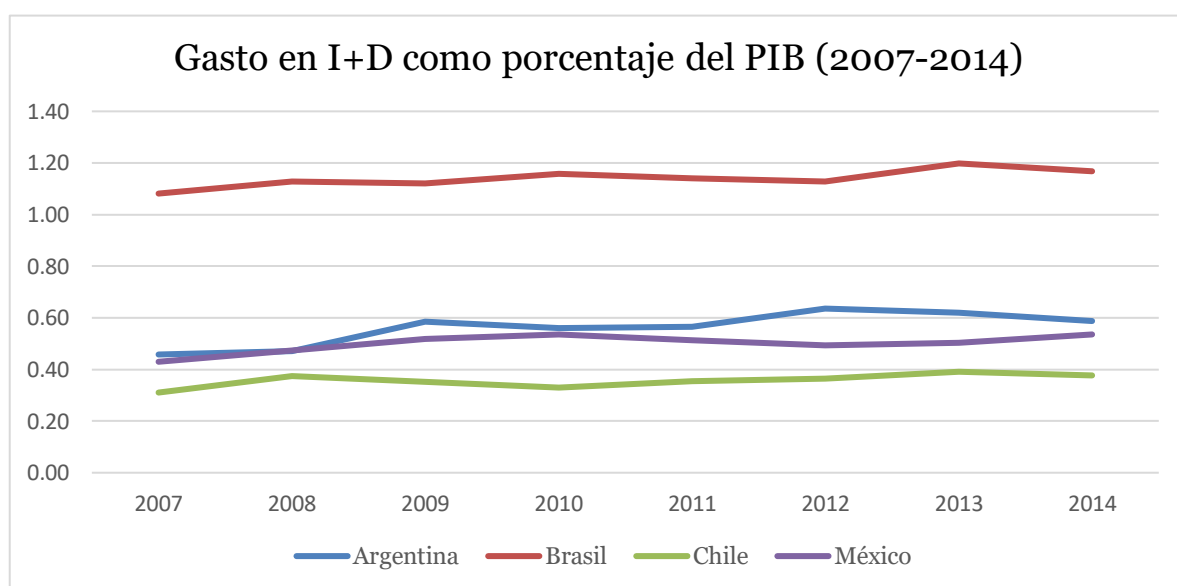
Infraestructura y Esfuerzos

Los recursos monetarios que destina un país para el financiamiento de las distintas actividades inventivas, se puede ver reflejado en el Gasto en investigación y desarrollo (véase la figura 1).

Este indicador, muestra—en esencia—los gastos corrientes de capital—público y privado—que los países destinan a las tareas de investigación y desarrollo. Como se puede

apreciar en la figura 1, el país de la región que destina un mayor gasto en I+D como porcentaje del PIB es Brasil, dicha nación es la única de América latina que dedica el 1% de su PIB a las labores inventivas, mientras que, Chile es la nación—de las seleccionadas—que asigna el menor porcentaje de su capital, a la investigación y desarrollo, llegando solamente a destinar en promedio el 0.36% de su PIB a tan importantes actividades; para el caso de México y Argentina, el porcentaje de gasto que destinan ambos países no supera el 0.60%, específicamente, México durante el periodo seleccionado, asigno en promedio el 0.50% de su PIB a la investigación y desarrollo, mientras que, Argentina durante el 2007-2014 designo en promedio el 0.56% de su PIB

Figura 1.



Fuente: Banco Mundial

Por otro lado, la gran mayoría de las invenciones o innovaciones que se desarrollan al interior de un país, necesitan de otro recurso que es imprescindible para su desarrollo, es decir los investigadores dedicados a la I+D que son, la medula de dichas actividades, ya que, son los encargados de crear el conocimiento, de desarrollar nuevas ideas, de poner en práctica las habilidades y destrezas necesarias para la creación de nuevas tecnologías.

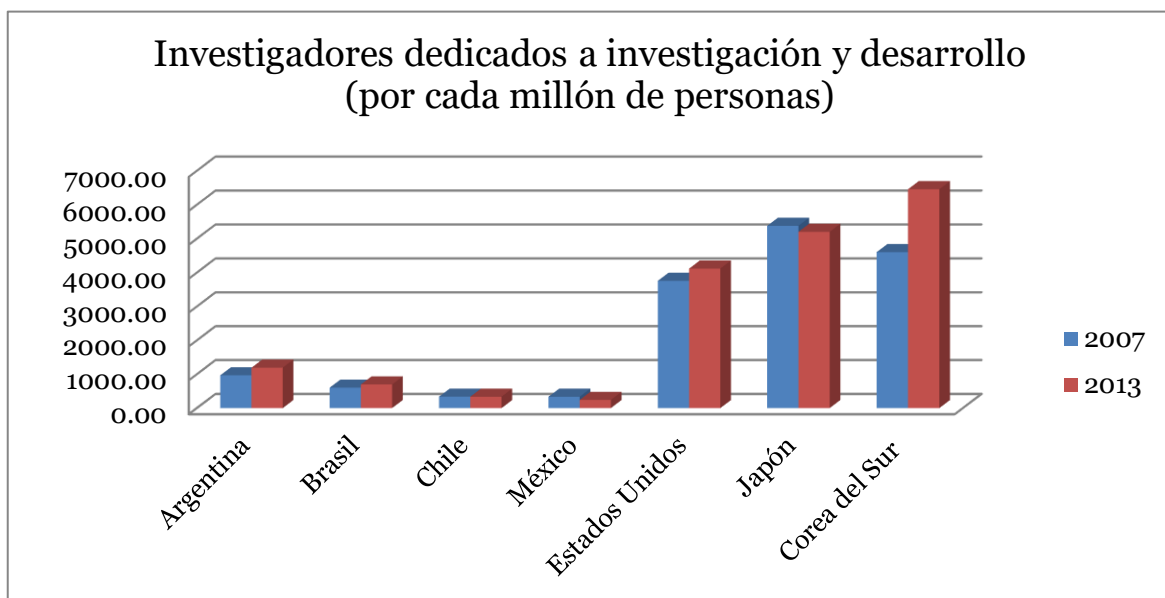
Por lo tanto, los investigadores representan el personal con el que cuenta un país para la creación y desarrollo de nuevas tecnologías. El cuadro 1 muestra el número de investigadores dedicados a la I+D por millón de personas.

Cuadro 1		
Investigadores dedicados a la investigación y desarrollo (por cada millón de personas)		
País	2007	2013
Argentina	967.75	1193.85
Brasil	603.11	698.10
Chile	337.18	335.28
México	335.25	241.80
Fuente: Banco Mundial; Nota: En el 2013 para Brasil se toma el último año disponible, en este caso el último año es 2010		

Realizando una comparación entre las economías seleccionadas, Argentina es el país que destaca por tener el mayor número de investigadores; durante el periodo seleccionado (2007-2013), su crecimiento en el número de personas dedicadas a la I+D fue del 23.36%, por el contrario, México y Chile, son las economías que cuentan con la menor cantidad de investigadores, y para ambas, el crecimiento de su personal fue negativo, pero el caso de México es el que destaca, ya que presenta dentro del periodo seleccionado, la mayor tasa de crecimiento negativa, llegando está a ser del -27.87%.

Es forzoso que estos países, tengan dentro de sus principales objetivos, incrementar el número de investigadores que están dedicados a las actividades inventivas, puesto que, si realizamos un comparativo con las naciones desarrolladas que se han destacado por sus avances tecnológicos, como es el caso de Estados Unidos, Corea del Sur y Japón, las diferencias son abismales. Para resaltar este hecho, observe la figura 2; Corea del Sur es el país que presenta la mayor cantidad de personal dedicados a la I+D; si agrupamos a los países que seleccionamos de América Latina y los comparamos en conjunto con los países desarrollados, podemos advertir que, evidentemente, existe una amplia diferencia en la cantidad de investigadores que cuentan los países desarrollados respecto a los de América Latina. Por ello, si la intención de los países latinoamericanos es la de mejorar su situación en cuanto al desarrollo de la ciencia y la tecnología, debe ser obligatorio como primer paso, incrementar el personal dedicado a la investigación y al desarrollo.

Figura 2.



Fuente: Banco Mundial

Ahora bien, los investigadores dedicados a la I+D, no son el único recurso humano que los países necesitan para la creación de nuevos conocimientos e ideas, existe por otra parte, un tipo de personal que tiene la capacidad de poder asimilar y aplicar los conocimientos existentes, y de hecho, la gran mayoría de los investigadores—sino es que todos—son producto de este personal; estamos hablando principalmente de los graduados de educación terciaria.³⁶

Los graduados de educación terciaria, son todas aquellas personas que han finalizado con éxito algún programa de educación superior. Para el caso de América Latina, Argentina en el 2007 presento el mayor número de graduados en la región, superando a Brasil, Chile y México (véase el cuadro 2 y la figura 3), pero a pesar de este hecho, para el año 2014 el crecimiento en el número de graduados para Argentina no fue favorable, llegando a reducirse en un 10%, por el contrario Chile, es el país que presenta la mayor tasa de crecimiento respecto al número de graduados, durante el periodo analizado, dicho país mostro una tasa de crecimiento promedio anual del 10.77 %.

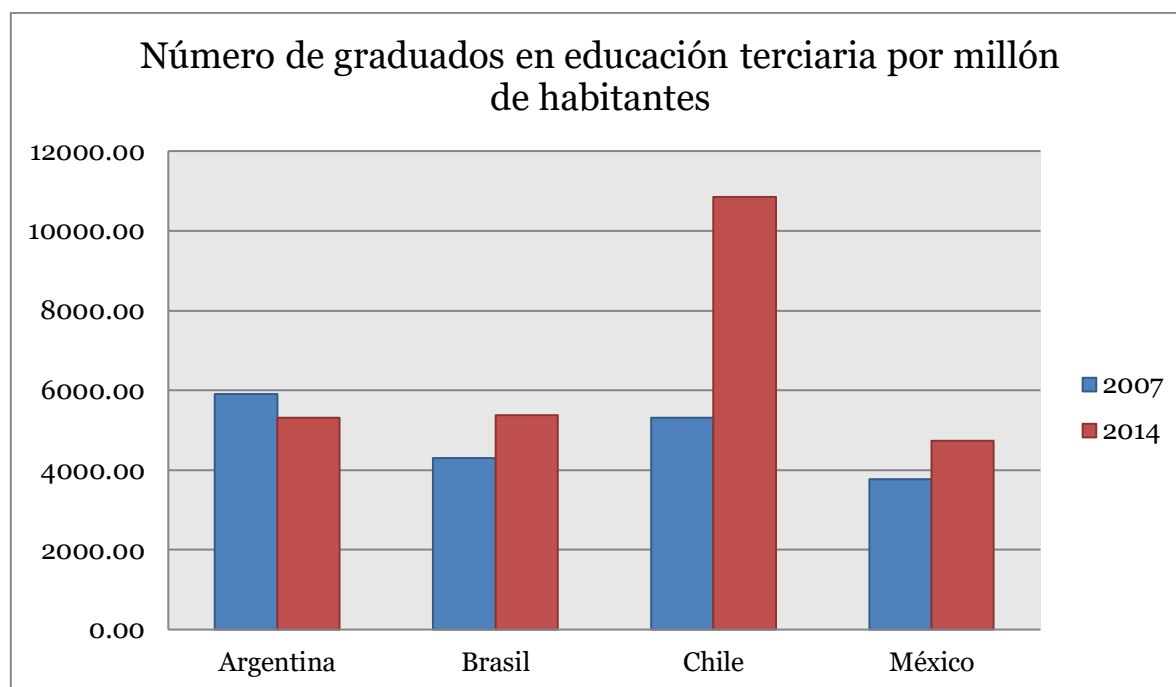
³⁶ Cabe destacar que no todos los graduados de la educación terciaria se desempeñan en actividades de investigación y desarrollo, a pesar de ello, es importante mencionar que, un número considerable de investigadores son producto de los egresados de la educación terciaria.

Cuadro 2		
Número de graduados en educación terciaria por millón de habitantes		
País	2007	2014
Argentina	5905.90	5309.24
Brasil	4295.07	5374.26
Chile	5304.79	10851.78
México	3775.76	4739.05
Fuente: UNESCO		

Para el caso de Brasil y México, la tasa de crecimiento promedio anual del número de egresados no supera el 4%, ambas economías han experimentado un crecimiento positivo, sin embargo, no es significativo, en comparación con Chile.

Por otra parte, para que un país pueda incrementar el número de los egresados de educación terciaria, requiere de cierto tipo de recursos, por ejemplo, un mayor número de escuelas y universidades para ampliar la oferta educativa, mayor disponibilidad de profesores y maestros, así como un mayor financiamiento en apoyos e incentivos para los estudiantes.

Figura 3.



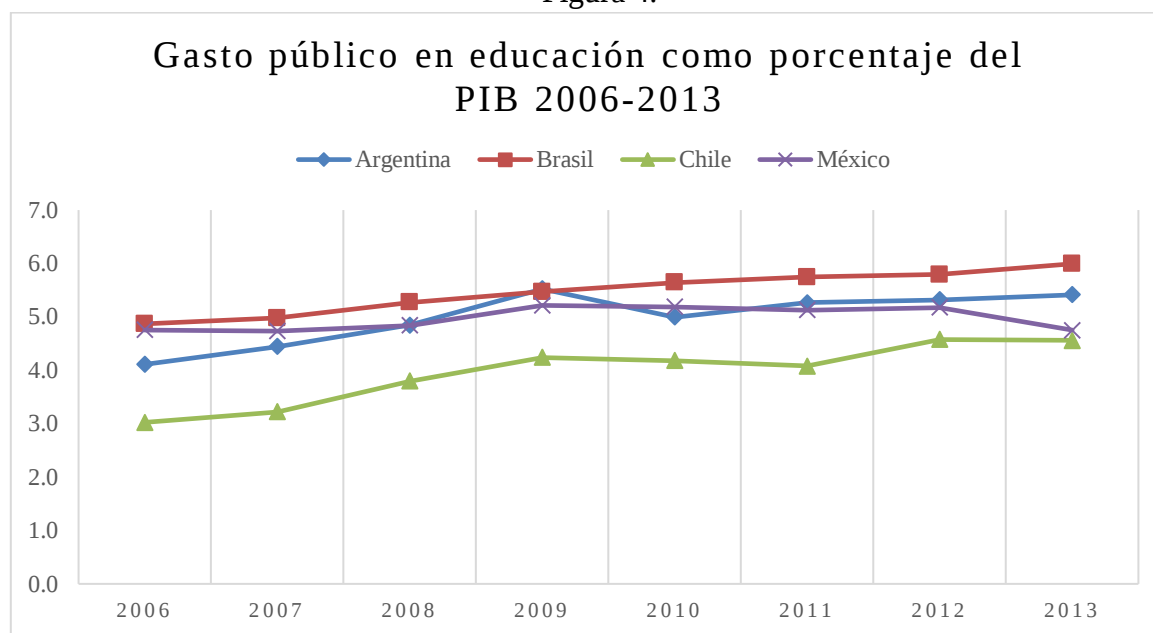
Fuente: UNESCO

Uno de los recursos fundamentales para desarrollar y mejorar el sistema educativo de un país, es—sin duda alguna—el gasto que destina el sector público a la educación, este indicador se refiere, a los recursos de capital que el gobierno asigna al sistema educativo.

La figura 4, muestra el gasto en educación realizado por el sector público como porcentaje del PIB, en dicha figura, destaca el papel de Brasil y Chile, quienes a lo largo del periodo, han presentado una tendencia positiva. Para el caso de Argentina y México no se visualiza una marcada tendencia en el periodo, por el contrario, se advierten que a lo largo de estos años, ambos países presentan una serie de altibajos. Sin embargo, para Argentina, dentro de los primeros años del periodo (2006-2009) se nota un aumento considerable del gasto público en educación, empezando en el 2006 con un 4.4% de gasto como porcentaje del PIB, hasta llegar a la considerable cifra del 5.5% emparejando así a Brasil.

El gasto promedio en educación como porcentaje del PIB, que destinaron estos países durante los años considerados, es relativamente similar, por ejemplo para Argentina, Brasil Chile y México el gasto promedio en educación oscilo entre el 5% y 5.5% mientras que, para el caso chileno el gasto medio fue de 4.0%.

Figura 4.



Fuente: CEPAL

En otro orden de ideas, algunos de los trabajos que han analizado desde una perspectiva empírica las capacidades tecnológicas de los países³⁷, consideran que las TICs

³⁷ Véase (Archibugi & Coco, 2004; 2009, entre otros)

son un componente esencial de la categoría de infraestructura, con ello, se busca observar la disponibilidad que tienen los países respecto a las tecnologías de la información y la comunicación. Para esta investigación, nos concentramos específicamente en dos indicadores: el porcentaje de hogares que tienen una computadora y, el porcentaje de hogares que tienen acceso a internet.

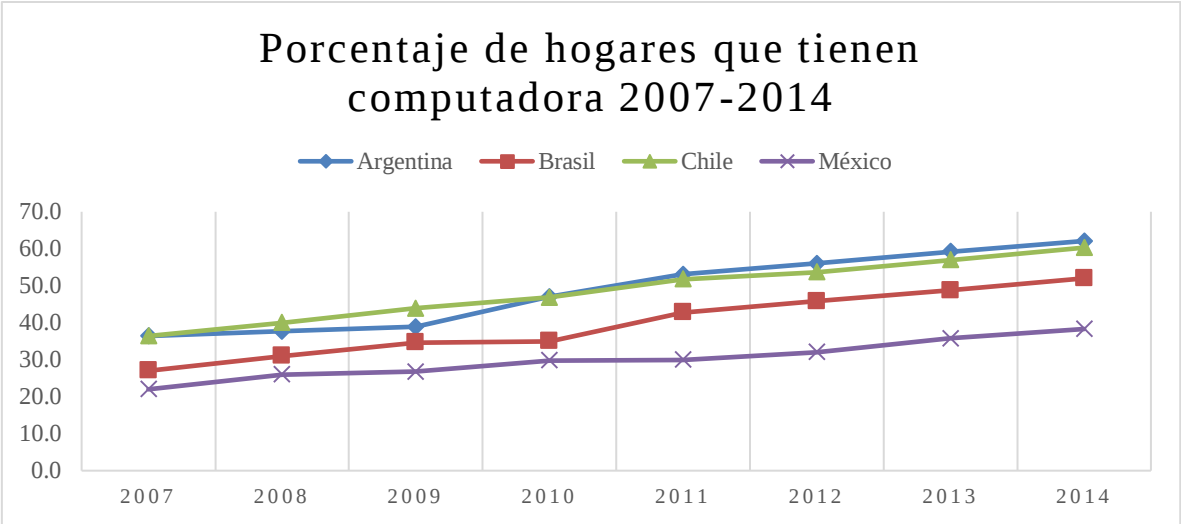
El cuadro 3 exhibe el porcentaje de hogares que tienen una computadora en el periodo 2007-2014, este indicador muestra por cada 100 hogares, cuántos de ellos, disponen de una o más computadoras dentro de los bienes del hogar; lo que se puede observar en dicho cuadro es que, Argentina y Chile, presentan las cifras más altas respecto al resto de los países. Para el caso de Argentina—dentro del periodo seleccionado—el aumento de los hogares que tienen computadora ha ido significativo, partiendo en el 2007 de un 36.4% hasta llegar en el 2014 a presentar un 62.1% lo que significa que—para el último año—de cada cien hogares el 62% cuentan ya con una computadora.

Cuadro 3								
Porcentaje de hogares que tienen computadora 2007-2014								
País	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Argentina	36.4	37.6	38.9	47.0	53.1	56.0	59.2	62.1
Brasil	27.0	31.0	34.6	35.0	42.8	45.8	48.7	52.0
Chile	36.4	40.0	43.9	46.8	51.8	53.7	57.0	60.3
México	22.0	26.0	26.8	29.8	30.0	32.0	35.8	38.3
Fuente : CEPAL								

Ahora bien, los países de la región durante los años seleccionados, han aumentado el porcentaje de hogares que disponen de una computadora, por ello, se nota una tendencia positiva para cada una de estas economías durante el periodo (véase la figura 5), sin embargo, este aumento no ha sido significativo en todos los países, por ejemplo, México es la nación que presenta las menores cifras de hogares que cuentan con una computadora, y en efecto, a pesar de que el porcentaje de hogares ha aumentado, este no ha sido

significativo, puesto que, en tan solo 7 años, el porcentaje de hogares que tienen computadora solo ha aumentado un 16%, y si lo comparamos con el resto de los países, México es el que presenta la menor tasa de crecimiento.

Figura 5.



Fuente: CEPAL

Al mismo tiempo, el cuadro 4, expone el porcentaje de hogares que tienen acceso a internet, este indicador muestra por cada 100 hogares, cuántas viviendas disponen de dicho servicio. En el respectivo cuadro, podemos observar que, Argentina y Chile, son los países que presentan un mayor porcentaje de hogares que cuentan con este valioso recurso, llegando casi a superar para el año 2014 el 55% de las viviendas.

Cuadro 4								
Porcentaje de hogares que tienen acceso a Internet 2007-2014								
País	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Argentina	16.0	17.6	27.0	34.0	43.9	47.5	48.5	52.0
Brasil	20.0	24.0	27.0	27.0	36.4	40.2	43.3	48.0
Chile	22.1	26.6	29.0	31.3	40.9	45.3	49.6	53.9
México	12.0	14.0	18.0	22.2	23.0	26.0	30.7	34.4
Fuente: CEPAL								

Al igual que el indicador anterior, México es el país que presenta el menor porcentaje de hogares que cuentan con acceso a internet, a razón de estos hechos, las autoridades mexicanas debería tomar cartas en el asunto y proponerse como un objetivo a largo plazo, incrementar el acceso y la disponibilidad de estas últimas tecnologías en las viviendas, para poder así cerrar las brechas y emparejar a los países del cono sur.

Ahora bien, es momento de examinar cuál es la participación del sector empresarial y del sector público, en las actividades de investigación y desarrollo que se realizan en los países latinoamericanos, en la siguiente sección, se expone parte de los recursos que destinan ambos sectores al desarrollo de la innovación.

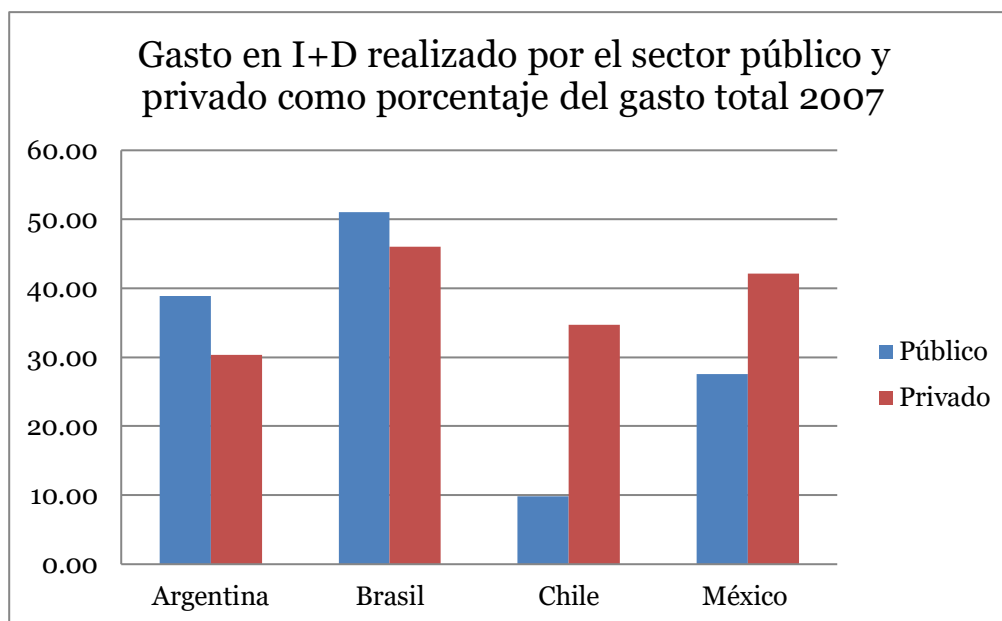
La participación de las empresas y el Estado en ciencia y tecnología.

En la figura 6, se muestra el gasto en I+D realizado por ambos sectores como porcentaje del gasto total en el 2007, en dicha gráfica podemos observar que, en el caso de Argentina y Brasil, para el respectivo año, el sector público, fue el que destino el mayor porcentaje del gasto en investigación y desarrollo, mientras que, para el caso de México y Chile, el sector privado fue quien dedico más capital a la I+D.

Cuadro 5					
Gasto en I+D realizado por el sector público y privado como porcentaje del gasto total 2007			Gasto en I+D realizado por el sector público y privado como porcentaje del gasto total 2014		
País	Público	Privado	País	Público	Privado
Argentina	38.92	30.35	Argentina	47.73	20.06
Brasil	51.00	46.00	Brasil	69.00	48.00
Chile	9.86	34.73	Chile	8.14	33.38
México	27.61	42.17	México	38.50	30.63
Fuente: UNESCO; Nota: Para Brasil se tomaron datos de RICYT y se calculó para los años correspondientes					

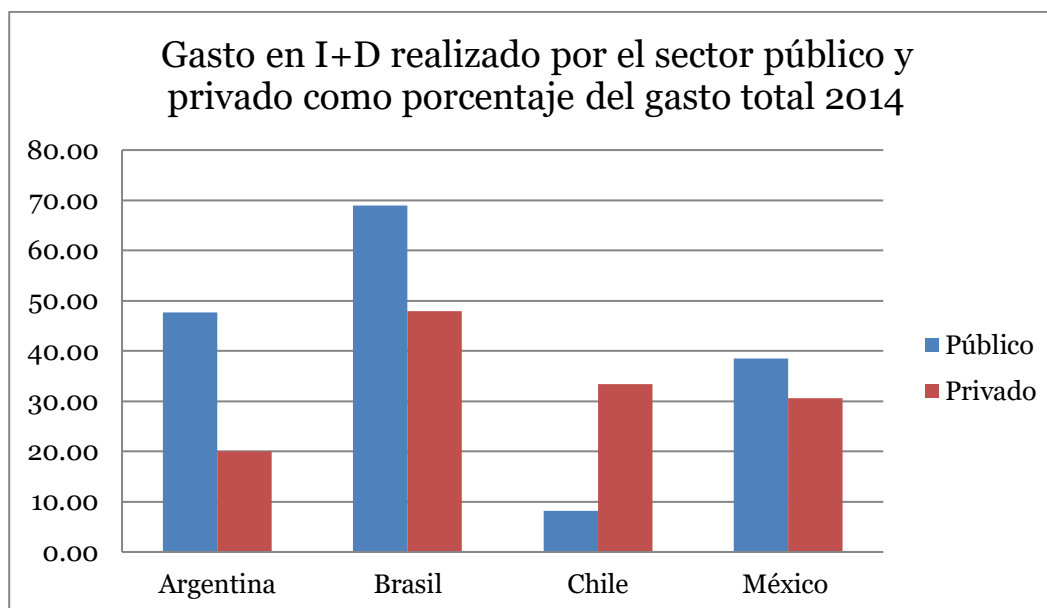
Por otro lado, para el año 2014, la situación únicamente se reinvertió para México, en este último año el sector público—ligeramente—presenta un mayor gasto en I+D en comparación con el sector privado, para el resto de los países la situación sigue siendo la misma (véase la figura 7). Lo importante a destacar de estos indicadores es el caso de Chile, en ambos gráficos podemos notar claramente, que el sector privado es quien destina los mayores recursos de capital al financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo, esto tal vez podría indicarnos que, las empresas chilenas están más preocupadas por invertir en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, que el propio sector público.

Figura 6.



Fuente: UNESCO

Figura 7.



Fuente: UNESCO

Por otra parte, el personal dedicado a las actividades de I+D son un elemento importante para el desarrollo de nuevas innovaciones, sobre este último punto, el cuadro 6 muestra el número de investigadores dedicados a la I+D por millón de habitantes ocupados tanto en el sector público como en el privado.

En dicho cuadro, podemos visualizar una clara diferencia entre el número de investigadores dedicados a la I+D en el sector privado y público. Como se puede notar—véase las figuras 8 y 9—en todos los países de la región, el sector público—en ambos años—es el sector que concentra el mayor número de personas dedicadas a la investigación y desarrollo.

Realizando un comparativo entre países, Argentina destaca por presentar para ambos años, la mayor cantidad de investigadores dedicados a las actividades inventivas, por el contrario, México es la nación que posee el menor número de investigadores en comparación con el resto de los países de la región.

Cuadro 6					
Investigadores dedicados a la I+D en el sector público y privado por millón de habitantes. 2007			Investigadores dedicados a la I+D en el sector público y privado por millón de habitantes. 2013		
País	Público	Privado	País	Público	Privado
Argentina	1322.38	127.52	Argentina	1807.76	97.79
Brasil	775.78	236.84	Brasil	994.43	209.94
Chile	466.15	106.11	Chile	424.98	103.69
México	297.23	101.17	México	265.52	69.70
Fuente: UNESCO; Notas: Para Brasil en el año 2013 se tomaron datos del último año disponible que fue 2010; Para México en el año 2007 se tomaron datos del último año disponible que fue 2003; Para el sector público se considera el personal que labora en las instituciones gubernamentales y en las universidades.					

Sobre este último indicador, el sector público en los países seleccionados de América latina es el que emplea y ocupa el mayor número de investigadores para el desarrollo de las actividades inventivas, esto sugiere que, las empresas que laboran en cada una de estas naciones, no están empleando los recursos humanos necesarios para la creación y desarrollo de nuevos conocimientos.

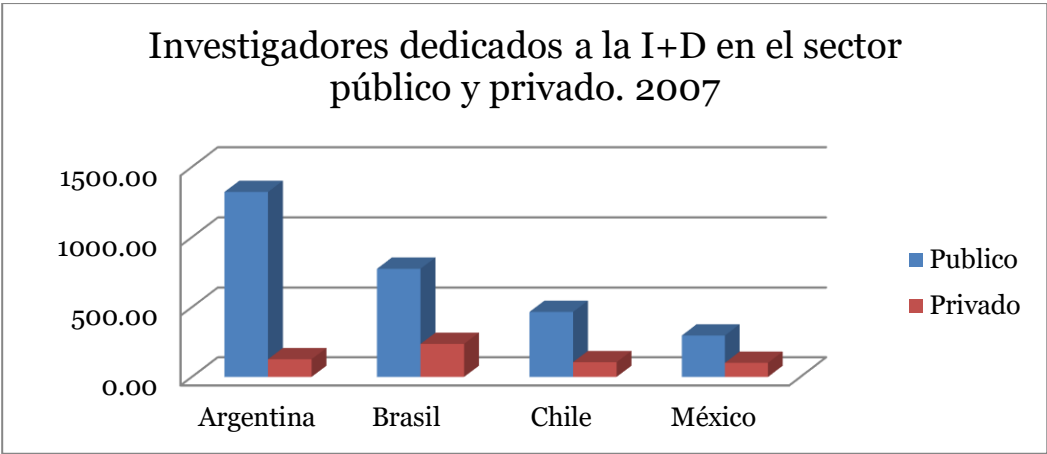
En relación con el análisis de los últimos indicadores, podemos extraer algunas conclusiones, i) para el caso del gasto en I+D como porcentaje del gasto total, el sector público en la mayoría de países seleccionados de América Latina³⁸, efectúa un mayor financiamiento de las actividades inventivas, en comparación con el sector privado; ii) en cuanto al número de investigadores dedicados a la investigación y desarrollo por millón de habitantes, en todos los países de la región, el sector público es el que emplea y utiliza la

³⁸ En el caso de Chile sucede lo contrario, en este país el sector privado, es el que destina mayores recursos al financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo.

mayor cantidad de este personal, sobre este último indicador, Argentina es el país—en comparación con el resto—que presenta el mayor número de investigadores en los años que se seleccionaron.

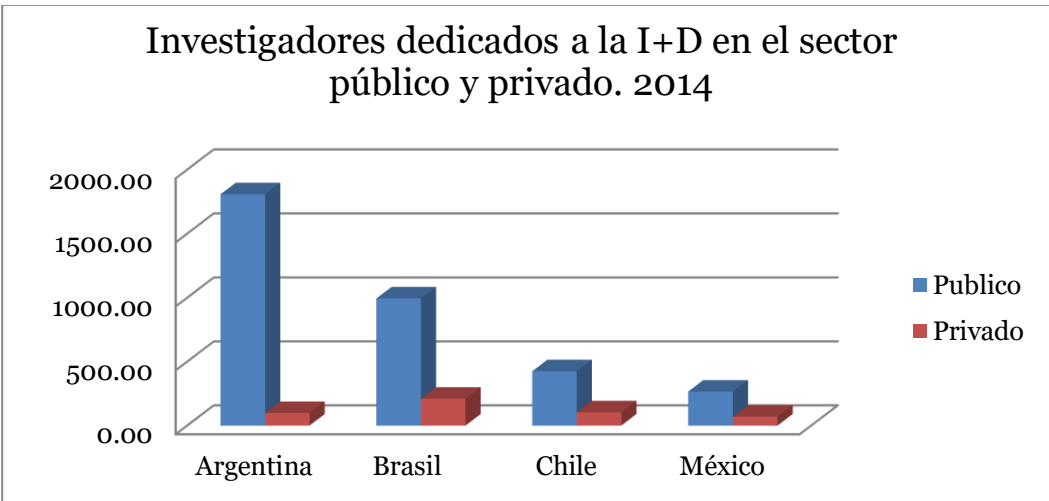
Sin duda alguna, el sector público en estos países, ha jugado una labor muy importante para el desarrollo científico y tecnológico de la región, pero a pesar de ello, es necesario que se sigan sumando esfuerzos para incrementar cada uno de estos rubros; aparentemente, el papel que han jugado las empresas en el campo del desarrollo científico y tecnológico, ha sido un tanto limitado, por lo que es importante que, las firmas tengan una participación más activa en el proceso de creación y desarrollo de nuevos inventos, ya que estos agentes son un componente importante para el avance tecnológico de la región.

Figura 8



Fuente: UNESCO

Figura 9



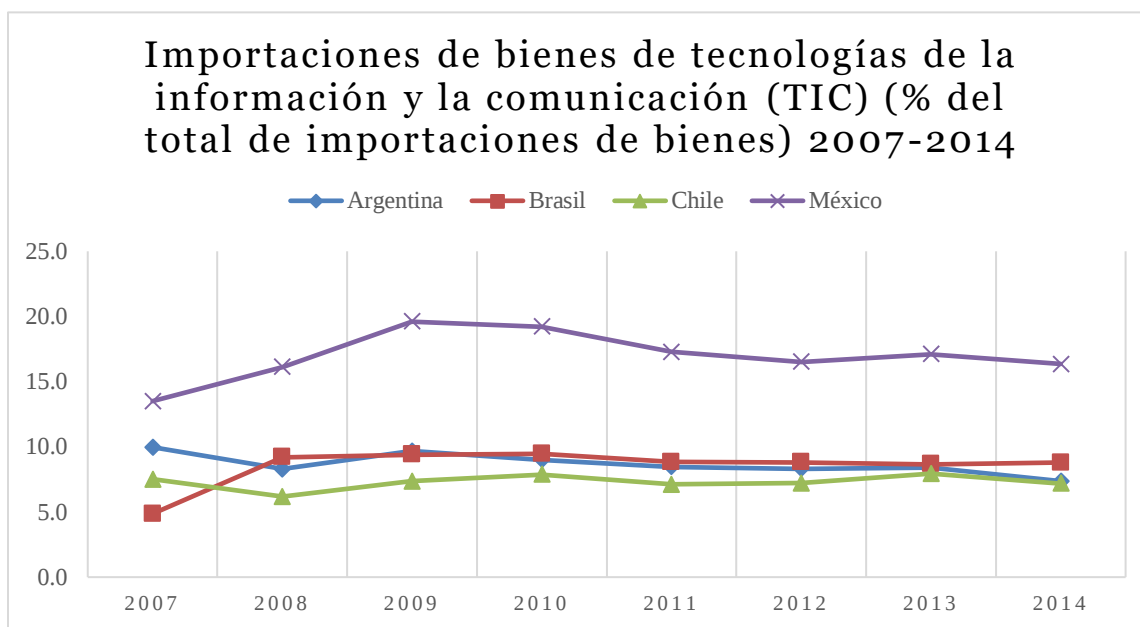
Fuente: UNESCO

Flujos e influencia del exterior

Para conocer la influencia que tiene el exterior en el desarrollo tecnológico de la región, analizamos dos indicadores, por un lado, consideramos a las importaciones de bienes TICs como porcentaje de las importaciones totales, y por otro lado, contemplamos la inversión extranjera directa neta como porcentaje del PIB.

En el caso de las importaciones de bienes TICs, el indicador muestra la entrada de bienes de tecnología de la información y la comunicación—computadoras, equipos electrónicos, componentes etc.—que los países utilizan para su consumo e implementación; la figura 10, exhibe la situación de los países seleccionados de América Latina respecto a este rubro, se puede notar claramente que, México es el principal importador de bienes TICs respecto del resto, en promedio, durante todo el periodo, la entrada de bienes de tecnologías de la información, representó el 17% de las importaciones totales, mientras que, para el caso de Argentina, Brasil y Chile, dichas importaciones en promedio, no represento siquiera el 10% del total.

Figura 10

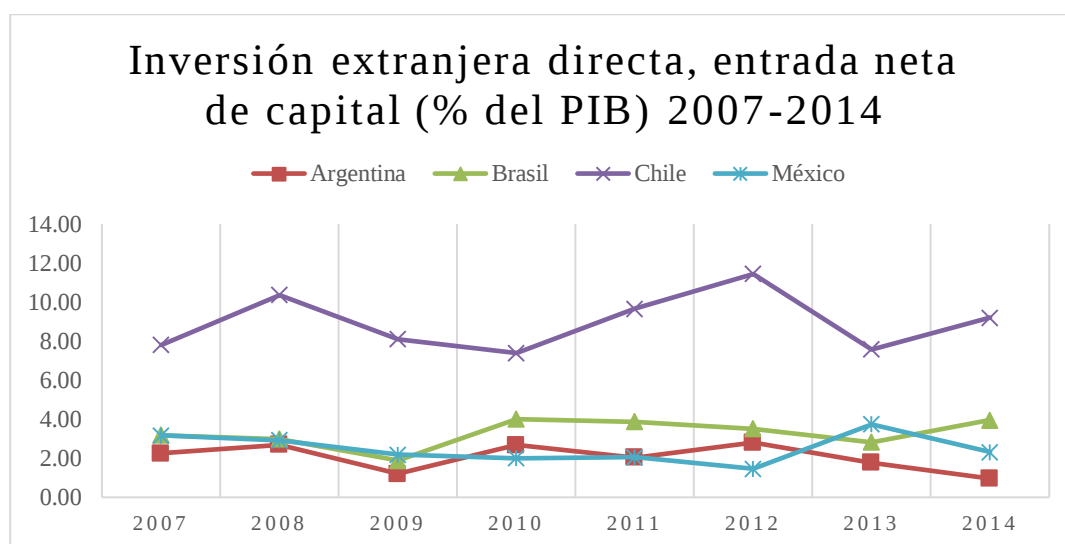


Fuente: Banco Mundial

Por otra parte, el indicador de inversión extranjera directa, muestra los flujos de inversión que provienen del exterior, en la mayor parte de las veces, estos flujos se destinan a la formación de nuevas empresas o, se orientan a participar en una firma ya fundada.

Algunas de las organizaciones internacionales, como por ejemplo, el WEF (World Economic Forum)³⁹, establece que, en la mayoría de los casos, los flujos de inversión pueden traer consigo transferencia tecnológica, es decir, estas inversiones físicas, traen consigo un derrame de nueva tecnología que proviene del exterior. La figura 11 exhibe la inversión extranjera directa neta como porcentaje del PIB en el periodo 2007-2014, en el respectivo gráfico podemos destacar que, Chile es el país que recibe un mayor flujo de estas inversiones, para resaltar este hecho, en el año 2012 la inversión extranjera directa en dicho país represento el 11.44% de su PIB, superando así al resto de los países; para Argentina, la inversión extranjera directa represento—en promedio—durante el periodo seleccionado, tan solo el 2.05% del PIB, siendo este el país que recibió el menor flujo de inversión; para México la cifra es del 2.48% de su PIB y Brasil el 3.28%.

Figura 11



Fuente: Banco Mundial

A pesar de la importancia de estos indicadores, se necesitan de más variables para intentar observar cuál es el grado de dependencia tecnológica que presentan los países Latinoamericanos, por ello, es conveniente sumar una variable más a la lista. El cuadro 7, muestra un indicador llamado coeficiente de dependencia tecnológica, este último,

³⁹ Véase WEF (2007) “The Global Competitiveness Report 2006-2007”.

proporciona una medida del grado en que un país depende de los inventos desarrollados en el exterior⁴⁰.

La figura 12 ilustra los resultados del nuevo indicador; como se puede notar, México es el país que presenta el mayor índice de dependencia tecnológica en comparación con el resto de los países, estos resultados dan algunos indicios para considerar que dicho país está dependiendo tecnológicamente de los inventos que se producen en el exterior, sin embargo, a pesar de su alto coeficiente de dependencia, en el último año se puede observar una disminución del mismo, esto se debe principalmente a un crecimiento de las solicitudes de patentes PCT nacionales. El caso contrario es el argentino, a pesar de tener un bajo coeficiente, el indicador incremento para el año 2014 debido a una reducción en las solicitudes de patentes PCT nacionales, dichas patentes experimentaron una disminución del 45%. Por lo que resta de los otros países, el coeficiente de dependencia tecnológica es menor a 10 para cada año, de hecho, Brasil es el país de la región que presenta el menor coeficiente tanto para el 2007, como para el 2014.

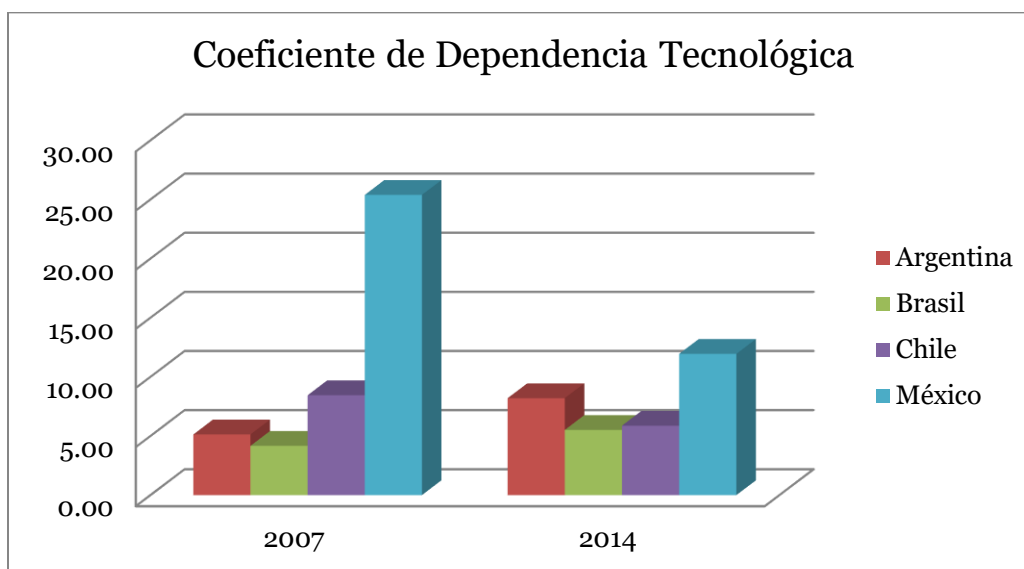
Cuadro 7		
Coeficiente de Dependencia Tecnológica		
País	2007	2014
Argentina	5.13	8.20
Brasil	4.17	5.51
Chile	8.44	5.87
México	25.39	11.95
Fuente: Datos tomados del Banco Mundial		

Es evidente la influencia que ejerce el exterior en los países Latinoamericanos, la inversión extranjera directa, las importaciones de bienes TICs, etc., son recursos necesarios para el progreso tecnológico de una nación subdesarrollada, sin embargo, no basta con recibir este tipo de flujos para que un país supere una condición de atraso tecnológico, es necesario aprovechar estas derramas de conocimiento por medio de la aplicación de

⁴⁰ El coeficiente de dependencia tecnológica, no tiene una definición precisa, no obstante, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT México) lo define como una medida que evidencia el grado en que un país depende de los inventos desarrollados fuera de sus fronteras, este indicador se calcula dividiendo el número de solicitudes de patentes PCT no residentes entre el número de solicitudes de patentes PCT residentes; el indicador guarda relación con la tasa de dependencia tecnológica, la diferencia que existe entre el coeficiente y la tasa de dependencia radica únicamente en que esta última su resultado es multiplicado por 100.

mecanismos y de políticas que, incentiven a los agentes a adaptar, utilizar y crear sobre la base de estos conocimientos nuevas tecnologías, para superar así, la condición de atraso tecnológico.

Figura 12.



Fuente: Banco Mundial

Resultados

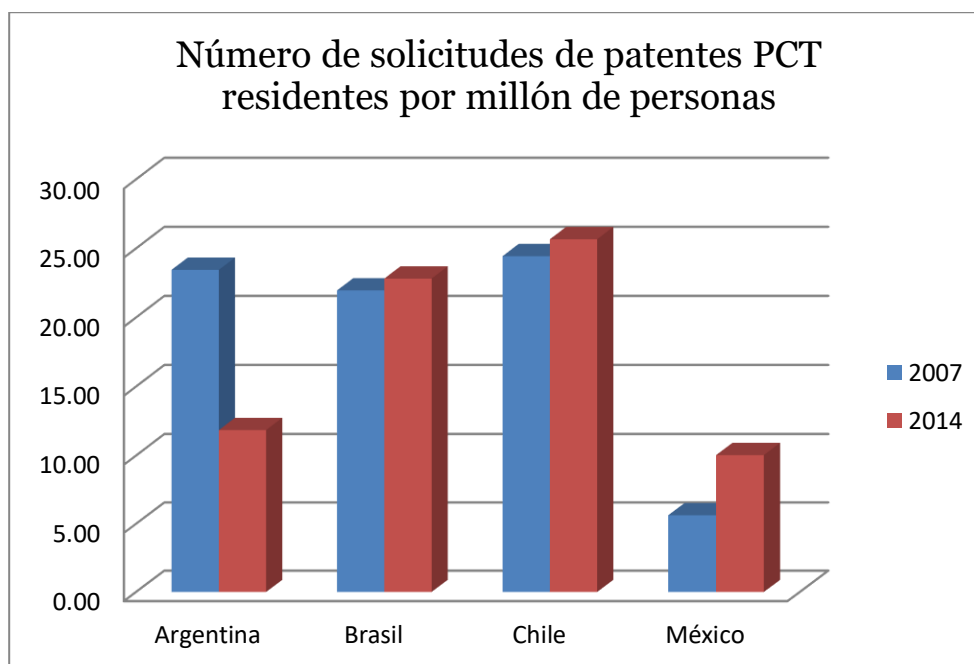
Una parte importante que se debe de analizar de las capacidades tecnológicas son, los resultados que estas obtienen de las actividades de investigación y desarrollo, esta última categoría, permite contemplar el nivel de innovación y de creación tecnológica que tiene un país; varios son los indicadores que pueden ayudarnos a examinar el nivel de producción tecnológica que tiene una economía, en esta investigación nos concentramos principalmente en dos: en el número de solicitud de patentes residentes por millón de personas y, en el número de patentes triádicas.

El primero de los indicadores muestra las solicitudes de patentes presentadas en una oficina nacional de patentes por los derechos exclusivos sobre un invento: producto o proceso, que presenta una nueva manera de realizar algo o, una nueva solución técnica a un problema⁴¹.

⁴¹ El tipo de patentes que se consideran en esta sección son las solicitudes de patentes residentes PCT, véase el cuadro 3 de la sección Anexo para consultar la definición del indicador.

La figura 13 ilustra el número de solicitud de patentes por millón de personas realizada por los países seleccionados. En dicho gráfico, se muestra que para el año 2007 Brasil, Argentina y Chile fueron los países que presentaron un mayor número de solicitudes de patentes, mientras que México, registró el menor número de solicitudes.

Figura 13.



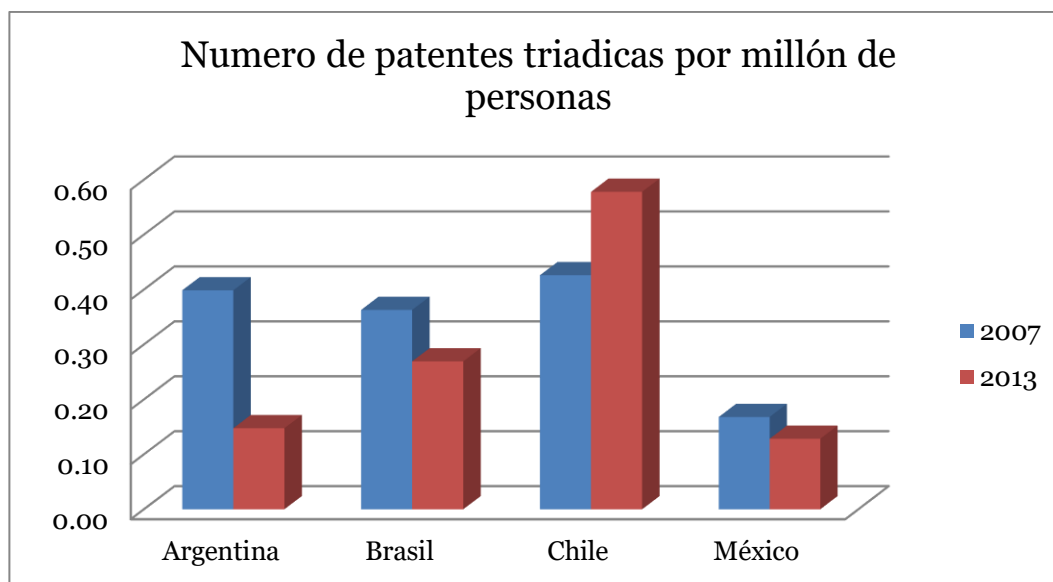
Fuente: Banco Mundial

Para el año 2014, Chile es el país que presenta el mayor número de solicitudes de patentes, superando así a Argentina y a Brasil, para el caso argentino la situación empeora, ya que, la solicitud de dichas patentes se redujo en un 49.48 % pasando de tener en 2007 23.44 solicitudes a 11.84 solicitudes por millón de habitantes en el 2014. Por el contrario, para México la situación mejoro, dado que el número de solicitudes de patentes aumento en un 78.3%, pero a pesar de ello, México aún necesita aumentar el número de solicitudes para poder alcanzar a sus homólogos de América Latina.

Por último, las patentes triádicas hacen referencia a aquella familia de patentes que se presentan tanto en la Oficina Europea de Patentes (OEP), la Oficina de Patentes de Japón (JPO) y en la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO). La figura 14 muestra el número de patentes triádicas por millón de personas para Argentina, Brasil, Chile y México en los años 2007 y 2013, en el respectivo gráfico, se puede notar claramente que Chile para ambos años, es el país que presenta el mayor número de patentes

triádicas por millón de habitantes en comparación con las naciones restantes. El caso mexicano para este nuevo indicador no es nada favorable, debido a que, en ambos años, exhibe las menores cifras en cuanto número de patentes triádicas y, del 2007 al 2013 dicho número de patentes se redujo en un 24%.

Figura 14.



Fuente: OCDE

Lo que se puede concluir del análisis de ambos indicadores es que, en la región, Chile es el país que presenta las mayores cifras en cuanto a la solicitud de patentes y las patentes triádicas, esto podría significar que la actividad inventiva de ese país, en comparación con los países restantes de la región, es relativamente mayor, pero a pesar de esto, Argentina y Brasil, son dos naciones que a la par de Chile están produciendo nuevas invenciones. El único caso negativo que se pudo observar es el de México, dicho país, es el que presenta los peores números respecto a estos dos últimos indicadores, este hecho puede estar revelando que, en México la actividad inventiva es relativamente baja, por lo que es indispensable que se tomen las medidas más adecuadas para solucionar la situación del caso mexicano.

Hasta aquí, se ha intentado exponer el panorama general de la situación del progreso tecnológico en los países seleccionados de América Latina, del mismo modo, por medio de una serie de indicadores, se bosqueja una breve aproximación de las capacidades tecnológicas de Argentina, Brasil, Chile y México, examinando—por medio de ciertos

indicadores—algunos de los componentes más importantes que incorporan los elementos de una capacidad tecnológica nacional.

Es preciso señalar que, al análisis estadístico elaborado en la última sección del presente capítulo, se pueden agregar más indicadores para ampliar el análisis de las capacidades tecnológicas de los países latinos, empero, nuestra intención no es examinar dichas capacidades por medio de un riguroso estudio de indicadores, hacer esto, nos llevaría a desarrollar otra metodología muy diferente de la que pretendemos ocupar para esta investigación.

Lo que nos interesa en este trabajo es analizar—por medio de ciertas variables e indicadores—la eficiencia relativa de la capacidad de absorción e de innovación de Argentina, Brasil Chile y México, respecto a países desarrollados y países emergentes, utilizando la metodología del Análisis de Datos Envolventes (DEA por sus siglas en ingles).

Con base en lo anterior, en el siguiente capítulo, se explica por medio de la literatura, lo concerniente a esta metodología, así como los modelos y las variables que se ocuparon para la medición de la eficiencia de la capacidad de innovación y de absorción.

CAPÍTULO 3

EL ANÁLISIS EMPÍRICO DE LAS CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

Resumen.

El objetivo del presente apartado se centra por un lado, en exponer los fundamentos teóricos-metodológicos del Análisis Envolvente de Datos (DEA), y por el otro, en exhibir los indicadores y los modelos que se emplearon para realizar las respectivas evaluaciones de eficiencia. En la primera sección, se presenta de forma breve, parte de los antecedentes teóricos que preceden a nuestro trabajo, y en las secciones posteriores, se expone de forma extensa, los principios metodológicos de la medición de la eficiencia por medio del DEA.

Antecedentes teóricos de la medición de capacidades tecnológicas.

El estudio de las capacidades tecnológicas a nivel de país, se ha concentrado principalmente en dos campos, por un lado, la literatura intenta abordar desde una perspectiva teórica, el análisis de los elementos inherentes que componen una capacidad tecnológica nacional, y por otro lado, un número considerable de trabajos, aplican distintas metodologías para evaluar, medir y estimar, el nivel de las capacidades tecnológicas que tienen los países.

Son diversos los métodos que se han ocupado para analizar desde una perspectiva empírica la situación de las capacidades tecnológicas en los países, con base en lo anterior, surge la pregunta: ¿Por qué es importante aplicar metodologías para la medición y la evaluación dichas capacidades?

Respecto a este último punto, Archibugi, et al. (2009), explican algunas de las ventajas positivas que surgen de la medición de las capacidades tecnológicas. Para nuestros autores, existen principalmente tres beneficios, estos son:

- 1) Los indicadores de capacidades tecnológicas pueden utilizarse para aumentar y ampliar nuestro conocimiento del cambio tecnológico, así como para poder comprobar teorías de la innovación.
- 2) Brindan información para conocer las debilidades y fortalezas de un país, y en base a ello, construir las políticas públicas adecuadas para mejorar la situación del progreso tecnológico en las naciones.

- 3) Los estudios empíricos de las capacidades tecnológicas nacionales, pueden contribuir de manera significativa a la determinación de las estrategias empresariales, puesto que, en la mayoría de los casos, los gerentes y los directivos de las corporaciones, utilizan la información para decidir futuros planes de inversión o, para el desarrollo de nuevas invenciones, o nuevos proyectos de inversión.

Así, podemos decir que a grandes rasgos, medir una capacidad tecnológica nacional, permite contemplar el grado de desarrollo tecnológico que presentan los países, por ello, es indispensable contribuir al estudio empírico de dichas capacidades, puesto que, por medio de estos estudios, se puede ofrecer información acerca de la situación del avance tecnológico de distintas naciones.

Para la medición de las capacidades, se han utilizado diferentes técnicas de análisis, la gran mayoría de los trabajos (Fagerberg & Srholec, 2008; Archibugi & Coco, 2004; Khayyat & Lee, 2015; Lugones, et al., 2007; Wagner, et al., 2001, entre otros) se han esforzado por construir—de distintas maneras—indicadores de capacidades tecnológicas para múltiples economías. Lo característico de estas metodologías es que, hacen uso de una multiplicidad de variables para evaluar el estado actual y pasado de las capacidades tecnológicas nacionales. Siguiendo con Archibugi, et al. (2009), un considerable número de indicadores—creados principalmente por organismos internacionales—presentan una serie de similitudes y semejanzas, debido a que, en cada uno de estos ejercicios de medición, utilizan—en términos generales—las mismas variables y las mismas fuentes estadísticas.

Pese a estas similitudes, los trabajos por sí mismos, presentan una serie de particularidades que los caracteriza, dado que, los métodos que emplean y los resultados que obtienen—de sus respectivas estimaciones—son completamente distintos. En el cuadro 8 se presentan algunos de los estudios más importantes que se han dedicado a construir indicadores de capacidades tecnológicas.

Al comparar las investigaciones, son evidentes las diferencias que existen en cuanto a la metodología que ocupan, los objetos de estudio que utilizan, sus propósitos y propiamente sus objetivos. Sin embargo, también existen importantes similitudes que conviene destacar, todos—o la gran mayoría—buscan—por obvia razón—proporcionar un índice o un indicador del nivel de la capacidad tecnológica de un país o de diversos países, para evidenciar su situación de desarrollo tecnológico.

Si indagamos aún más en la elección de las variables que hacen estos trabajos, se podrá advertir que existen ciertas similitudes en el uso de determinadas variables, esto es así, porque, se valen de las mismas fuentes de información disponible; parece curioso observar que, en su mayoría, los estudios aquí presentados, utilizan aproximadamente, la misma estructura para presentar sus resultados, debido a que, son muy semejantes las formas en que clasifican a los países de estudio.

Estas diferencias y similitudes parecen no tener un importante valor significativo en nuestro análisis, ya que, podría considerarse hasta cierto punto, irrelevante el hecho de realizar estas comparaciones, empero, creemos importante destacar, “algunos puntos” importantes de estos trabajos.

Cuadro 8 Antecedentes.

Autor(es)	Año	Contribuciones
Wagner, et al.	2001	Desarrollan un índice de la capacidad de ciencia y tecnología para países en desarrollo y desarrollados. Para la construcción de dicho índice, hacen uso de 7 indicadores de ciencia y tecnología, tales como: PIB per cápita, número de científicos e ingenieros por millón de personas, número de artículos de CyT, número de universidades y centros de investigación, patentes y número de estudiantes de nivel superior. En base a los resultados finales, se clasifican a los países en cuatro categorías: Países científicamente avanzados, Países científicamente competentes, Países en vías de desarrollo científico y los Países científicamente rezagados.
Archibugi & Coco	2004	Construyen un indicador de capacidades tecnológicas, para países desarrollados y países en vías de desarrollo llamado (ArCo). Este nuevo indicador considera tres componentes principales: la creación de tecnología, la infraestructura tecnológica y el desarrollo de habilidades humanas. Estos autores realizan una comparación empírica del nuevo indicador con otra serie de indicadores desarrollados por instituciones internacionales. En base a sus resultados, clasifica a los países de acuerdo a su valor obtenido en 4 grupos, Líderes, Líderes potenciales, Seguidores y Marginados.
Lugones, et al.	2007	Analizan de forma empírica, las capacidades de algunos países de América Latina y el Caribe, para observar cuáles han sido los avances tecnológicos de la región. Recopilan una serie de datos estadísticos con el fin de construir un set de indicadores cuantitativos para observar la evolución de las capacidades tecnológicas de los países seleccionados. En base a su conclusión, no aparecen indicios demasiado alentadores para considerar un avance significativo en las capacidades tecnológicas de este grupo de países de América Latina. Por lo cual, se hace hincapié en mejorar su situación.

Fagerberg & Srholec.	2008	En su respectivo trabajo de investigación, los autores se concentran en el papel que juegan las capacidades en el desarrollo económico. Por medio de un análisis de factores, se escogen 25 indicadores para 115 países y se evalúan cuatro tipos de capacidades: “desarrollo del sistema de innovación”, “calidad de la gobernanza”. “el carácter del sistema político” y el grado de apertura de la economía, para observar cuales de estas, impactan en el desarrollo económico de una nación. En base a sus resultados, determinan que el desarrollo del sistema de innovación y la calidad de la gobernanza juegan un papel crucial.
Filippetti & Peyrache.	2011	La investigación que realizan estos autores, tiene como principal propósito, analizar la convergencia de las capacidades tecnológicas de los países, para ello, emplean diversos indicadores de CyT para analizar a 42 países durante el período 1995-2007. Lo relevante de este trabajo, es la utilización de novedosas metodológicas tales como el análisis envolventes de datos y los indicadores compuestos. Los hallazgos más relevantes, explican que, en base a los resultados empíricos, la hegemonía de América del Norte, de Europa de Occidente y de Japón ha llegado a su fin, debido al proceso de convergencia que han experimentado, ciertos países emergentes.
Garcia-Ochoa, et al.	2012	Este trabajo, realiza un análisis empírico de las capacidades de innovación tecnológica en 30 países africanos, utilizando la técnica de análisis de clusters y analizando un conjunto de indicadores de innovación tecnológica. Estos autores construyen su marco teórico en base a una recopilación de trabajos empíricos y teóricos con el fin de identificar y definir los indicadores necesarios para medir las capacidades de innovación y absorción tecnológica. Su objetivo es explorar la existencia de grupos de países caracterizados por diferentes niveles de innovación tecnológica, profundizando en sus características y la distancia que los separa. Los resultados muestran la existencia de cuatro grupos de países definidos por diferentes capacidades de innovación tecnológica en tres factores: el esfuerzo tecnológico gubernamental y empresarial, la infraestructura tecnológica y el capital humano (base disponible) y la protección de la propiedad intelectual.
Khayyat & Lee.	2015	El objetivo de este estudio, es construir un nuevo índice de capacidades tecnológicas para países en vías de desarrollo, debido a las pocas herramientas existentes para este tipo de naciones. El índice se estima para 61 países durante el periodo 2003-2008. Lo relevante de este nuevo instrumento es, su carácter multidimensional y su eficacia para explicar los factores subyacentes de la innovación en los países en desarrollo. En base a los resultados, se clasifican a los países de acuerdo a su nivel obtenido, al final, proporcionan una serie de medidas que los países podrían ocupar para incrementar su tasa de innovación, tales como: incrementar los recursos de la educación, aplicar diferentes políticas de CyT, entre otras decisiones.

Fuente: Elaboración propia.

La preocupación general que orilla a estos trabajos a realizar sus respectivas mediciones, es la de conocer y determinar el nivel de desarrollo tecnológico que presentan cierto tipo de países, para evidenciar así algunos de los aspectos del proceso de innovación en estas economías.

No obstante, a pesar de la existencia de múltiples investigaciones en este campo, son pocos los estudios que se han concentrado de manera particular en los países de América Latina, existen trabajos que al elegir sus respectivos objetos de estudio, llegan a contemplar algunos países Latinoamericanos, sin embargo, el análisis que se realiza de ellos, suele ser muy limitado. Es indispensable que futuras investigaciones tomen conciencia de la importancia que tiene analizar los países subdesarrollados de América Latina, porque, es necesario seguir estudiando la situación del desarrollo tecnológico en la región, para encontrar las posibles soluciones a los malestares que en las últimas décadas, no han permitido un avance en materia de ciencia y tecnología en dichos países.

Es interesante también señalar que, las investigaciones que anteceden al presente estudio—a excepción de Filippetti & Peyrache, (2011)—no contemplan metodologías para evaluar la eficiencia de una capacidad tecnológica, por el contrario, en su mayoría, los métodos que se han ocupado, tienen el principal propósito de construir indicadores de capacidades para mostrar sus diferentes niveles de desarrollo y no sus grados de eficiencia.

Consideramos que es importante evaluar—por medio de distintas metodologías—la eficiencia de las capacidades tecnológicas de los países, puesto que, realizar este tipo de mediciones permiten conocer y observar desde otro ángulo, el potencial que tienen las naciones para identificar, absorber, adaptar, utilizar, crear y desarrollar, nueva tecnología y nuevos conocimientos.

Con base en estos argumentos, nos proponemos seguir contribuyendo al estudio empírico de las capacidades tecnológicas—principalmente de los países latinoamericanos—para coadyuvar en la construcción de nuevas metodologías que permitan estudiar, desde diferentes puntos de vista, las capacidades tecnológicas nacionales.

Por ello, proponemos en la presente investigación, realizar una medición de la eficiencia relativa de las capacidades tecnológicas que tienen los países de América Latina, respecto a países industrializados y países emergentes, por medio de la aplicación del Análisis de Datos Envolventes (DEA por sus siglas en inglés), una metodología que en

comparación con las técnicas ocupadas por los trabajos enlistados en el recuadro 8, proporciona un sencillo y novedoso método para estimar la eficiencia.

De tal forma que, en la siguiente sección se abordará, con un mayor detenimiento, los elementos teóricos más importantes de esta metodología, ligado a esto, se explican los distintos insumos y productos que se ocupan para realizar las respectivas evaluaciones de eficiencia, como también, los modelos que se utilizaron.

La metodología DEA.

El Análisis Envolvente de Datos (DEA)⁴², es una metodología relativamente nueva que se ha utilizado como una importante herramienta para realizar mediciones de eficiencia⁴³.

El DEA, es considerado como un método no paramétrico determinista, que utiliza las técnicas de la programación matemática para estimar la eficiencia relativa de un conjunto de unidades u objetos de estudio (Coll & Blasco, 2000; Ji & Lee, 2010). Las unidades que se pueden analizar o evaluar con esta metodología, pueden ser de cualquier índole, se pueden considerar: instituciones, escuelas, negocios, bancos, empresas, países, regiones etc., en consecuencia, el DEA tiene la cualidad de poder analizar diferentes objetos de estudio sin importar su naturaleza.

Formalmente, a las unidades de estudio el DEA les asigna un peculiar nombre, a cada una de ellas les llama: Unidades de Decisión de Mercado (DMU por sus siglas en inglés) o Unidades Tomadoras de Decisiones (UTD)⁴⁴ (Cooper, et al., 2011; Rojo, et al., 2016). Lo característico y peculiar de estas UTD, es que—sin importar su carácter—utilizan una variedad de insumos (recursos), para producir (alcanzar) una determinada cantidad de productos (metas). El DEA analiza grupos homogéneos de unidades, esto es, evalúa objetos de estudio de la misma categoría—bancos con bancos, escuelas con escuelas, países con países, etc.—, las UTD de un determinado grupo, emplean el mismo tipo de *inputs*—pero en diferentes cantidades—para producir los mismos *outputs*, en este sentido, cada UTD, tiene la capacidad y el potencial para poder alcanzar sus objetivos (Kotsemir, 2013).

⁴²Formalmente la metodología DEA aparece por primera vez en un trabajo realizado por Charnes, Cooper y Rhodes publicado en la European Journal of Operational Research en el año de 1978. En dicho trabajo, los autores intentaban desarrollar medidas de eficiencia en la toma de decisiones con referencia especial a su posible uso en la evaluación de programas públicos (Charnes, et al., 1978, p. 429).

⁴³No existe una definición precisa del concepto de eficiencia, empero, siguiendo a Quindós et al. (2003) los autores definen dicho término realizando un comparativo entre el significado de eficacia y de eficiencia; la eficacia consiste en lograr una meta propuesta, es decir, una unidad—ya sea una empresa, banco, escuela, etc.—es eficaz si consigue obtener un objetivo propuesto sin importar a que costo, en este sentido debe entenderse que, la eficacia significa alcanzar una meta dada empleando todos los recursos necesarios, sin embargo, el que una unidad sea eficaz no significa que esta sea eficiente, la eficiencia consiste en lograr una meta establecida asegurando una correcta distribución de los recursos utilizados en relación con los fines obtenidos, en consecuencia, la eficiencia se puede definir como el potencial y la habilidad que tiene un determinado agente, para alcanzar un objetivo propiamente establecido empleando de forma adecuada los recursos necesarios para su obtención. En los fundamentos teóricos del DEA, se pueden encontrar otros conceptos de eficiencia, tales como: Eficiencia técnica, Eficiencia económica y Eficiencia global, para una mayor información de estos véase (Coll & Blasco, 2000).

⁴⁴En la presente investigación ocuparemos el término UTD para referirnos a nuestros objetos de estudio.

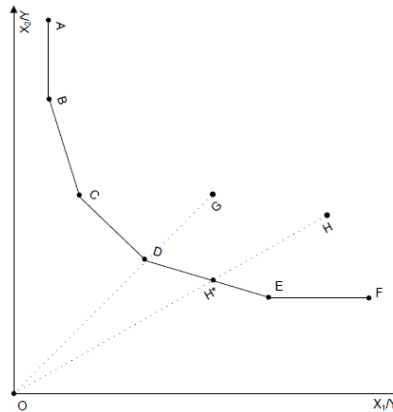
Con relación a lo anterior, el DEA permite considerar diferentes insumos y productos, sin tener en cuenta alguna suposición acerca de la índole de los datos y su distribución, esto es, se puede contemplar *inputs* e *outputs* de diferentes categorías (unidades monetarias kg, mts, volumen, unidades físicas, etc.) la elección de estos, dependerá del tipo de UTD que deseemos estudiar, así como del tipo de evaluación que queremos realizar (Ji & Lee, 2010).

Llegados a este punto conviene preguntarse ¿Cómo es que la metodología DEA realiza la medición de eficiencia relativa de un conjunto de UTD? De una forma sencilla y general, el DEA construye una frontera de eficiencia en base al desempeño de las mejores UTD (véase la figura1), posteriormente, esta frontera sirve como referencia para medir la eficiencia relativa del resto de las UTD (Quindós et al., 2003). Es decir, de un conjunto de UTD se evalúan y se seleccionan a las UTD que resultaron ser más eficientes⁴⁵—óptimas—y se colocan dentro de una frontera, después, se toma el resto de las unidades y se comparan con las UTD que resultaron ser menos eficientes.

Para calcular la frontera de eficiencia, a grandes rasgos, el DEA realiza el siguiente procedimiento: i) mide la eficiencia de las UTD, mediante la construcción de una tasa que resulta de la suma de los productos ponderados entre la suma de los insumos ponderados que produce y ocupa una unidad ($\sum \text{productos ponderados} / \sum \text{insumos ponderados}$), los resultados que se derivan de esta tasa, oscilan únicamente entre valores de cero y uno, ii) las UTD que resulten ser eficientes el DEA les asigna el valor de uno y las coloca en el frontera de eficiencia, iii) el resto de las UTD son evaluadas respecto a las eficientes, en este sentido, las UTD que resulten con un índice menor a uno son envueltas por la frontera de eficiencia—véase la figura 1—es de aquí, donde proviene el nombre de Análisis Envoltente de Datos (Rojo et al., 2016).

⁴⁵ Para cada caso, “la eficiencia se mide en términos de un cambio proporcional en los insumos o productos” (Ji & Lee, 2010, p. 268). La evaluación de la eficiencia de cada UTD, dependerá de la forma en que se busque medir dicha eficiencia, a grandes rasgos, los modelos DEA, se estiman por medio de dos orientaciones, dependiendo de estas, la interpretación de la eficiencia será distinta; i) insumo orientado: una UTD será eficiente si, reduce o minimiza la cantidad de cierto input, para alcanzar un output dado; ii) producto orientado, una UTD será eficiente si, con una cierta cantidad dada de inputs, puede maximizar la proporción de ciertos outputs. Más adelante se explicará con mayor detenimiento esta última cuestión.

Figura 15: Ejemplo de Frontera de Eficiencia



Fuete: Tomado de (Kotsemir, 2013, p.5)

La explicación anterior, resume en unas cuantas palabras la forma más sencilla en que el DEA realiza la evaluación de la eficiencia de un conjunto de UTD, sin embargo, el procedimiento real para realizar tal medición, es un poco más complejo. Actualmente, dos son los modelos más básicos e importantes, que se han venido utilizado para efectuar evaluaciones de eficiencia, estos son: el modelo DEA-CCR desarrollado por Charnes, et al. (1978) y el modelo DEA-BCC creado por Banker, et al. (1984) (Coll & Blasco, 2000).

Ambos modelos presentan los mismos criterios teóricos para la evaluación de la eficiencia, lo único en que se diferencian es que, el modelo DEA-BCC relaja algunos de los supuestos que utiliza el modelo DEA-CCR, y proporciona o, mejor dicho, permite descomponer la eficiencia técnica, en eficiencia técnica pura y eficiencia escala

Los modelos DEA-CCR y DEA-BCC.

Desde la primera aparición del DEA como una nueva metodología para el análisis de eficiencia y hasta nuestros días, han existido—principalmente—dos modelos básicos que se han utilizado para realizar evaluaciones de eficiencia de cierto tipo de UTD. El primero de ellos llamado DEA-CCR⁴⁶ propuesto y desarrollado por Charnes, et al. (1978), es el modelo

⁴⁶ Denominado así por haber sido desarrollado por Charnes, Cooper y Rhodes (Coll & Blasco, 2000).

pionero más importante y ampliamente aplicado en diferentes disciplinas para la estimación de la eficiencia técnica global⁴⁷ (Coelli, et al., 2005).

El modelo DEA-CCR, puede ser aplicado por medio de dos tipos de orientaciones: i) insumo orientado y ii) producto orientado, ambas, presentan distintas formas de interpretar y de estimar la eficiencia de las UTD. Para el caso de i) insumo orientado: una UTD es eficiente si, dado el nivel de outputs, la unidad logra maximizar la reducción proporcional de inputs mientras permanece en la frontera de producción, es decir, una UTD será eficiente si, tiene la capacidad de poder alcanzar o producir un determinado nivel de outputs minimizando el uso de sus inputs (Quindós et al., 2003). En el caso contrario, una unidad no es eficiente si es posible disminuir cualquier input sin alterar sus outputs; ii) producto orientado: en esta orientación se busca, dado el nivel de inputs, el máximo incremento en el nivel proporcional de los Outputs dentro de la frontera de posibilidades de producción, es decir, bajo esta orientación, una UTD es eficiente si, dado un determinado nivel de inputs, la unidad de estudio, puede obtener la máxima cantidad de outputs, para el caso contrario, una UTD no es eficiente si, es posible aumentar cualquier output sin incrementar ningún input o reducir otro output (Coll & Blasco, 2000, p. 21).

Sin importar que orientación se utilice para realizar la estimación de la eficiencia, el modelo DEA-CCR establece cierto tipo de supuestos:

1. Las combinaciones de insumo-producto reales observadas son factibles (Rojo, et al., 2016).
2. El conjunto de posibilidades de producción para las UTD tiene la característica de ser convexo (Ray, 2004; Rojo, et al., 2016).
3. Las UTD tienen fuerte eliminación gratuita de inputs e outputs, es decir, pueden disponer libremente de insumos y productos (Coll & Blasco, 2000; Rojo, et al., 2016).
4. El modelo supone rendimientos constantes a escala, esto es, si se incrementa en (kx, ky) unidades los insumos de una UTD—cuando $k \geq 0$ —la producción aumenta en (kY) unidades.

⁴⁷ La eficiencia técnica global, hace referencia a la eficiencia productiva que tienen las UTD sin importar su naturaleza, para una mayor explicación del término véase Coll & Blasco (2000).

Respecto a este último supuesto, el modelo DEA-CCR originalmente fue desarrollado suponiendo rendimientos constantes a escala, haciendo afán a que, las DMU que se estaban analizando⁴⁸, operaban en un ambiente adecuado que les permitía operar en su punto óptimo, sin embargo, los trabajos que le prosiguieron a esta primera investigación, consideraron que esta suposición, era algo restrictiva para analizar otro tipo de casos, por lo que se consideró que dicho modelo no podría ser aplicado en otra variedad de situaciones (Ray, 2004). Debido a este hecho, tiempo después, llegaría como una extensión del modelo DEA-CCR el modelo DEA-BCC creado por Banker, et al. (1984) que a grandes rasgos, toma la mayoría de los conceptos teórico-metodológicos del primer modelo, pero a diferencia de este, el modelo DEA-BCC desarrolla la estimación de la eficiencia considerando rendimientos variables a escala.

Como ya se ha mencionado, el modelo DEA-BCC es una extensión del modelo creado por Charnes, et al. (1978), por tal razón, este nuevo método, toma en consideración la mayoría de los fundamentos teórico-metodológicos del modelo original, pero a diferencia de este, relaja el supuesto de rendimientos constantes a escala, que en la gran mayoría de los casos suele ser excesivamente restrictivo y en ocasiones irreal (Coll & Blasco, 2000).

El nuevo modelo, al asumir la existencia de rendimientos variables a escala, intenta considerar casos más reales, donde las UTD se enfrentan a distintos ambientes, en los cuales, no necesariamente estas unidades están operando en una escala óptima. Ahora bien, estimar la eficiencia relativa de las UTD por medio del modelo DEA-BCC, otorga un análisis—digámoslo así—complementario del tipo de eficiencia que tienen los objetos de estudio que estamos examinando, puesto que, permite descomponer la Eficiencia Técnica Global (ETG)—eficiencia que estima el modelo DEA-CCR—en Eficiencia Técnica Pura (ETP) y en Eficiencia Escala (EE).

Siguiendo a Navarro & Torres (2006) y a Coll & Blasco (2000) explican que, el modelo DEA-BCC a través de su procedimiento, permite desagregar la (ETG) en la (ETP) y la (EE), esto es posible, ya que la (ETG) es el resultado del producto de la (ETP) y la (EE)⁴⁹. Ahora bien, para poder calcular estas dos últimas eficiencias, se deben tener en cuenta el siguiente punto:

⁴⁸ En la investigación de Charnes, et al. (1978) las DMU que se analizaron fueron un número determinado de escuelas.

⁴⁹ $ETG = ETP * EE$

Para hallar de manera precisa la (ETP) y la (EE) Navarro & Torres (2006) sugieren calcular ambos modelos—DEA-CCR y DEA-BCC—con los mismos datos y con la misma orientación, ahora bien, como ya se ha explicado, el modelo DEA-CCR calcula la (ETG), mientras que el modelo DEA-BCC calcula por así decirlo la (ETP), si existe una diferencia en ambas mediciones para una respectiva UTD, eso significa que la UTD, posee una ineficiencia de escala, lo cual se manifiesta en el valor de la diferencia entre los resultados del DEA-CCR y del DEA-BCC. Esta última ineficiencia, está reflejando que la respectiva UTD no opera a un nivel de escala óptimo, por lo que tiene que adecuar su frontera de posibilidades de producción e imitar a las unidades eficientes, pues bien, esa ineficiencia de escala es lo que refleja la (EE)⁵⁰, ya que esta última, nos permite observar si una UTD presenta o no ineficiencia de escala. Si una UTD no presenta ineficiencia de escala, esto es ($EE = 1 \Rightarrow ETG = ETP$) indica que la unidad está operando en su punto óptimo, es decir, no existe diferencia en los resultados de ambos modelos para una respectiva UTD, al no existir una diferencia en la estimación de la eficiencia, esto nos indica que la unidad está extrayendo el mayor rendimiento de los recursos físicos que tiene a su disposición, por lo que está operando en su punto óptimo, esto último es reflejado por la (ETP).

Como se puede observar, la única diferencia sobresaliente entre ambos modelos es el tipo de rendimientos a escala que se ocupan para cada uno, puesto que, los dos ocupan los mismos criterios teorico-metodologicos para el análisis de la eficiencia, así como, los dos tipos de orientaciones que se han mencionado.

No existe un argumento metodológico que permita determinar cuál de los dos modelos es el mejor, ambos tienen sus alcances y limitaciones, empero, la elección de alguno de ellos, dependerá en gran medida del caso que se desea estudiar. En la siguiente sección, intentaremos exponer a grandes rasgos, el tipo de modelo que se ocupará para esta investigación, así como, las variables que nos servirán para analizar las capacidades tecnológicas de los países seleccionados de América Latina.

⁵⁰ Si $EE = 1$, la unidad no presenta ineficiencia de escala, por el contrario, si $EE < 1$ la unidad presenta ineficiencia de escala (Coll & Blasco, 2000).

Aplicando el DEA al análisis empírico de las capacidades tecnológicas.

El objetivo primordial que incentiva y dirige esta investigación, ha sido el de conocer y evaluar—identificando los elementos y componentes que integran una capacidad tecnológica nacional—que tan eficiente son, las capacidades de absorción y de innovación que tienen los países seleccionados de América Latina, frente a los países líderes en innovación y los países de reciente industrialización.

El primer capítulo de este trabajo, estuvo dedicado a realizar una revisión de los antecedentes teóricos que dan cuenta de las capacidades tecnológicas de los países, para identificar así, cuáles son los elementos y componentes que integran y conforman una capacidad tecnológica nacional, pues bien, la primera parte de nuestro objetivo se ha intentado cubrir, lo que resta por hacer, es evaluar—en base a nuestros hallazgos teóricos—que tan eficientes son las capacidades de absorción y de creación tecnológica de Argentina, Brasil, Chile y México, respecto a una serie de países que son líderes en innovación y, países de reciente industrialización.

Para evaluar que tan eficientes son las capacidades que presentan los países latinoamericanos, en comparación con otro conjunto de países, conviene seleccionar la metodología adecuada para lograr nuestro cometido. Consideramos—en base a lo planteado—que la metodología DEA es la herramienta adecuada, para realizar nuestra evaluación, debido a que: 1) proporciona índices de eficiencia para las unidades eficientes y no eficientes de un conjunto de UTD, 2) permite contemplar objetos de estudio de cualquier índole, 3) otorga la posibilidad de utilizar una variedad de insumos y de productos y, 4) admite considerar un conjunto de (n) unidades para realizar una evaluación (Navarro & Torres, 2006).

En base a los argumentos anteriores, creemos que la metodología DEA, es el método apropiado para evaluar a los países seleccionados de América Latina, respecto a países líderes en innovación y países de reciente industrialización, por ello, conviene ahora explicar, qué tipo de modelo es el más factible para nuestro caso de análisis.

Con la explicación realizada de la metodología DEA, constatamos la existencia de dos modelos básicos, el modelo DEA-CCR y el modelo DEA-BCC, ligado a ello, expusimos las características generales y particulares de cada caso, aclaramos que, ninguno de los dos modelos ésta por encima del otro, por lo tanto, el método DEA-CCR y el DEA-BCC son

factibles de ocupar, únicamente la decisión de usar uno u el otro, dependerá del tipo de estudio que se pretende realizar.

Para nuestro trabajo, se ha decidido emplear el modelo DEA-CCR producto orientado, por dos razones:

- I. Nuestra investigación, tiene la intención de evaluar las capacidades de absorción y de innovación de un conjunto de países seleccionados⁵¹, para conocer, que países presentan las capacidades tecnológicas más eficientes en comparación con el resto. Pretendemos evaluar dicha eficiencia, por medio del método DEA-CCR producto orientado, porque, nos interesa conocer dado el nivel de insumos que despliegan los países, que tanto están maximizando la obtención de ciertas metas o productos, por esta razón, consideramos esencial utilizar la orientación “producto orientado”. Sin embargo, este no es el único argumento que nos orilla a emplear dicha orientación; Ramanathan (2003) explica que, en los casos donde, las UTD no controlan los insumos que utilizan para conseguir cierta cantidad de productos, los modelos producto orientado son más adecuados para el análisis de la eficiencia, contrastando este hecho con lo encontrado en capítulo 1, pudimos observar que no existe ningún agente o ningún “ente” formal que determine, guíe o establezca, el rumbo de las capacidades tecnológicas, a causa de que, dichas capacidades, están compuestas por múltiples componentes y elementos, que a través de las complejas relaciones que sostienen entre ellos, dan paso a la formación de una capacidad de tecnológica nacional, por lo tanto, al no existir un agente o un gestor formal que guíe el rumbo de la capacidades y determine los recursos o insumos que estas necesitan para su construcción, vemos viable la utilización de la técnica “producto orientado”.
- II. Cuando se expusieron los dos modelos básicos de la metodología DEA, se explicó que, la única diferencia sustancial que presentaban ambos modelos, era el tipo de rendimientos a escala que usaba cada uno para la estimación de la eficiencia, siguiendo a Ramanathan (2003) y a Navarro & Torres (2006) existe un criterio básico para la elección del tipo de modelo que se debe usar,

⁵¹ En lo que resta de esta sección, se expondrán los países que se utilizaron como UTD.

en base a los rendimientos; Ramanathan (2003) explica que, cuando se espera que el rendimiento de las UTD no depende de la escala de operación, los rendimientos constantes a escala son más apropiados para el análisis, por otro lado, Navarro & Torres (2006) argumentan que, es conveniente ocupar rendimientos constantes a escala cuando analizamos unidades de distintos tamaños, en este sentido, en nuestra investigación, las unidades que estaremos analizando tienen distintas dimensiones, tanto en la cuestión de los recursos que emplean, como a su vez, en los productos que consiguen, por esta razón, la utilización del modelo DEA-CCR es la más conveniente para aplicar a nuestro caso de estudio.

Sentados los argumentos del porque es adecuado utilizar el modelo DEA-CCR producto orientado en su forma envolvente⁵², ahora, es pertinente explicar, el método por el cual, el modelo calcula los valores de eficiencia.

Para explicar el procedimiento por el cual, el modelo calcula los respectivos valores eficiencia para un conjunto de UTD, necesitamos hacer uso de modelo DEA-CCR insumo orientado. Ambos modelos—sin considerar su orientación—generalmente se resuelven por medio de dos fases (Rojo, et al., 2016; Ji & Lee, 2010; Ramanathan, 2003). Sin embargo, para el presente estudio, solo se ocupará el modelo en su primera etapa⁵³:

⁵² El modelo DEA-CCR puede presentarse en tres formas, envolvente—siendo esta la más común—fraccional o multiplicativa; este trabajo, se ha limitado a explicar el modelo en su forma envolvente, para una mayor aclaración de las dos formas restantes véase Coll & Blasco (2000).

⁵³ Los modelos DEA pueden calcularse por medio de dos fases, en la primera de ellas se busca calcular el índice de eficiencia que tiene una UTD respecto al resto, en esta etapa, una unidad será eficiente si presenta el valor de uno ósea $\theta = 1$, donde θ es el índice de eficiencia, por el contrario, una UTD será ineficiente si $\theta < 1$. Por lo tanto, en esta primera fase, el modelo calcula la eficiencia relativa que tienen las UTD respecto al resto. En la segunda etapa, el modelo indaga—dado el valor θ de una unidad—en los valores de las variables de holgura de que tiene dicha unidad; existen dos tipos de variables de holgura: a) variables de holgura de insumos (hI), b) variables de holgura de productos (hO), cada una de ellas, permiten examinar más afondo el análisis de eficiencia de cada unidad. Estas variables arrojan un determinado valor que tiene como fin indicar—para el caso de una UTD que no haya resultado ser eficiente—en que medida tiene que reducir o aumentar sus insumos o productos para lograr el grado de eficiencia optimo ($\theta = 1$). Pongamos un ejemplo, en un modelo (x) DEA-CCR producto orientado la UTD_1 resulta con un valor $\theta < 1$, en la segunda etapa se vislumbran—para esa unidad—valores para la variable de holgura (hI_{jk}) y para (hO_r), esto último indica que, para que la UTD_1 obtenga el valor óptimo de θ —dado (hI_{jk})—debe reducir en (m) cantidad los insumos (j y k) y—dado (hO_r)—aumentar en (y) magnitud el producto (r), con ello, la unidad podría estar alcanzando el índice de eficiencia ($\theta = 1$). Sin lugar a dudas, esta última etapa resulta ser interesante, por la razón de que, permite indagar aún más en el análisis de la eficiencia de las unidades, empero, debido a las limitantes de este trabajo, nos concentraremos únicamente en desarrollar y analizar la primera etapa del modelo, dejando para una futura agenda de investigación la posibilidad de desarrollar la segunda fase.

Primera fase: En esta primera etapa, el modelo determina el valor óptimo de θ para cada UTD; al considerar la orientación “insumo orientado”, el θ resulta de la máxima reducción proporcional que tendría que producirse en los insumos de la unidad (x) para que dicha unidad obtenga cierto número de productos, o lo que es lo mismo, el modelo estima el valor de θ al realizar la minimización de los insumos que utiliza una unidad para conseguir una determinada cantidad de productos (Coll & Blasco, 2000).

$$\left. \begin{array}{l} \text{Min}_{\theta} \theta \\ \text{Sujeto a:} \\ Y\lambda \geq y_0 \\ \theta x_0 \geq X\lambda \\ \lambda \geq 0 \end{array} \right\} \quad (1)$$

Las ecuaciones agrupadas en (1) son la representación matemática del modelo DEA-CCR insumo orientado. Dónde: θ es el índice de eficiencia; Y es la matriz de productos (outputs) de tamaño ($k \times n$); X es la matriz de insumos (inputs) de tamaño ($m \times n$); y_0 y x_0 son vectores de insumos ($k \times 1$) y de productos ($m \times 1$) respectivamente de la UTD_j para $j = 1, 2, 3, 4 \dots n$; λ es el vector ($n \times 1$) de pesos o ponderadores para los pares eficientes de insumos y productos.

Tomando las ecuaciones planteadas en (1) pasemos ahora a representar el modelo producto orientado, para ello, lo único que se debe hacer es, invertir propiamente la orientación del modelo, en este caso, lo que se busca es la maximización de los productos, dado una determinada cantidad de insumos, por lo tanto, la representación matemática del modelo se expresa como:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Max}_{\emptyset} \emptyset \\ \text{Sujeto a} \\ Y\lambda \geq y_0 \emptyset \\ x_0 \geq X\lambda \\ \lambda \geq 0 \end{array} \right\} \quad (2)$$

Las ecuaciones congregadas en (2) son la representación matemática del modelo DEA-CCR producto orientado, donde $\emptyset$ representa el nuevo índice de eficiencia. En este

último modelo, la unidad será eficiente si, logra maximizar la mayor cantidad de productos, dado una cantidad de insumos.

Llegados a este punto, tenemos ya, los aspectos teórico-metodológicos más elementales del modelo DEA, por lo tanto, estamos en condición de aplicar nuestro método al análisis empírico de las capacidades tecnológicas, pero antes de pasar a esta cuestión, necesitamos especificar, por un lado, cuál será el conjunto de UTD a ocupar, y por el otro, cuáles serán los insumos y productos que utilizaremos para nuestros modelos.

En esta investigación, consideramos como UTD, a las capacidades tecnológicas de 31 países, en los que se incluyen, a nuestros principales objetos de estudio—Argentina, Brasil, Chile y México—y, a un conjunto de países industrializados y países emergentes⁵⁴. La elección de estos últimos, se hizo considerando una serie de trabajos previos que anteceden a esta investigación (Fagerberg & Srholec, 2008; Archibugi & Coco, 2004; Khayyat & Lee, 2015; Lugones, et al., 2007; Wagner, et al., 2001, etc.), asimismo, para la selección de cada uno de estos países, se contempló la disponibilidad de los datos.

Teniendo en cuenta nuestro conjunto de UTD, se estimará el modelo DEA-CCR producto orientado en el periodo 2013, para las siguientes capacidades:

- i. Capacidad de absorción.
- ii. Capacidad de innovación.
- iii. Capacidad tecnológica general.

Los dos primeros modelos evaluarán de manera particular, la eficiencia relativa de la capacidad de absorción y de innovación, que tienen Argentina, Brasil Chile y México, respecto al resto de los países; el tercer y último modelo, buscará estimar la eficiencia relativa de la capacidad tecnológica nacional de todos los países.

Para cada uno de los casos, se ha considerado—en base a la literatura—un determinado número de insumos y de productos, que reflejan a grosso modo, los elementos y componentes más importantes que integran una capacidad tecnológica nacional.

Los insumos y productos correspondientes a cada modelo, están representados por una serie de indicadores, la elección de estos, se hizo, en base a los siguientes criterios:

En el apartado 3 del capítulo 1, constatamos que la capacidad de absorción y de innovación, son el núcleo de una capacidad tecnológica nacional, puesto que, en ellas se

⁵⁴ Véase el cuadro 1 que se encuentra en el anexo para visualizar los países seleccionados.

concentran todas las actividades de I + D que realiza un país. Por la importancia que tienen estas dos últimas capacidades, es necesario tener claro los elementos y componentes que las constituyen, para poder así, elegir de una forma adecuada los indicadores que vamos a utilizar.

Los diagramas 1 y 2—que explicamos en dicho capítulo—bosquejan de una forma sencilla, los elementos y componentes que infieren en la construcción de las capacidades de absorción y de innovación, en ellos, se observa claramente que la Infraestructura, los Esfuerzos, las Instituciones, el Estado y los componentes que se derivan de estos—como por ejemplo las empresas y las organizaciones—son los factores que definen ambas capacidades. Por lo tanto, es por medio de estos elementos y componentes que se pueden identificar los respectivos insumos y productos para cada modelo.

A grandes rasgos—y de acuerdo a la literatura—el diagrama 4, muestra desde una perspectiva teórica, los elementos necesarios para el análisis empírico de la capacidad de absorción y de innovación; la literatura se concentra principalmente en cinco aspectos: Infraestructura, Instituciones, Esfuerzos, Estado y Resultados.

Diagrama 4 Literatura.



Cada uno de estos elementos, agrupa un determinado número de componentes, en el diagrama 5, se exponen—tomando como base los argumentos de los autores citados—varios de los factores más importantes que se pueden considerar para cada categoría.

Por ejemplo, para el caso de la *infraestructura*, se tiene en cuenta, el capital físico y humano de un país, el número de empresas, así como el número de centros de investigación y de universidades. En el caso de las *instituciones*, se contemplan todos aquellos factores que modifiquen y regulen el marco institucional de una nación, en este nivel se consideran: la calidad del entorno, el ambiente económico, normas, leyes cultura, etc.

En la categoría de *esfuerzos*, se consideran todos los recursos financieros que permiten—valga la redundancia—financiar las actividades de investigación y desarrollo, tales como: el gasto en I+D, las inversiones, el acceso al crédito, el sistema financiero, etc.

Para el caso del Estado, se contemplan algunos instrumentos que dicho agente puede utilizar para proporcionar las condiciones necesarias para el desarrollo de la

innovación de un país, así pues, se eligieron factores como: políticas de ciencia y tecnología, investigadores en el sector público y gastos en I+D realizados por dicho sector. Por último, se considera una categoría más, que hace referencia a los resultados de las capacidades tecnológicas, en ella, se tienen en cuenta factores como: las patentes, los diseños industriales, los artículos en publicaciones científicas y la tasa de innovación

Diagrama 5.



Se puede seguir sumando a la lista, otra serie de factores que integren y complementen a cada uno de los elementos aquí mencionados, sin embargo, consideramos que los componentes que se han seleccionado, son—en esencia—los más importantes e indispensables de cada categoría

Ahora bien, tomando en cuenta estos criterios, los indicadores que se van a utilizar, deberán de concentrarse en cada uno de los elementos ya antes mencionados, y en la medida de lo posible, reflejar parte de los componentes que se aglomeran en cada elemento.

Desde nuestra perspectiva, creemos que, estos elementos aportan—por medio de sus componentes—los insumos y productos necesarios para nuestro análisis. Por lo tanto, *La infraestructura, los esfuerzos, las instituciones y el Estado*, son los factores que a través de sus componentes, brindan los insumos, tanto para la capacidad de absorción, como para la capacidad de innovación, de igual modo, *la categoría de Resultados*, otorga los productos que pueden considerarse como los logros de cada capacidad tecnológica.

En segunda instancia, los indicadores que se considerarán para cada modelo, cumplen las siguientes características:

- i) *La disponibilidad de los datos*, las variables que se agrupan en cada modelo, para cada uno de los países seleccionados, contienen y almacenan datos para el año de estudio.
- ii) *La correspondencia con el componente*, los indicadores o variables que se contemplan para estos modelos, guardan una estrecha relación con los componentes más importantes de cada modelo.

Finalmente, se han seleccionado 8 indicadores para cada caso, esto es así, por las restricciones y requerimiento de la metodología. Para un efectivo análisis de eficiencia, se requiere que los modelos cumplan la siguiente condición: “el número de unidades de estudio debe ser estrictamente mayor al triple de la adición de insumos y productos, esto es: $UTD > 3 (I+P)$ ”, lo que significa que, de acuerdo al número de unidades de estudio que tenemos—para nuestro caso 31—en total, solamente podemos usar 8 o 9 variables repartidas entre insumos y productos⁵⁵.

Ahora sí, lo que resta por hacer, es especificar para cada modelo los insumos y productos que se ocuparán para el análisis de la eficiencia, en las siguientes secciones, se abordará esta última cuestión.

Modelo de absorción.

La capacidad de absorción tecnológica a nivel país, se define como: las habilidades y destrezas que permiten identificar, absorber, adaptar y utilizar, los conocimientos y las tecnologías que provienen del exterior.

⁵⁵ Para cada modelo se especifica el número de insumos y productos utilizados.

Estimar la eficiencia en esta categoría, nos permitirá diagnosticar que tan eficientes son, las habilidades y destrezas que tienen Argentina, Brasil, Chile y México, para absorber, adaptar y emplear, los conocimientos y las tecnologías que proceden del exterior, en comparación con el resto de los países.

Para ello, se emplearon 6 insumos y 3 productos. El diagrama 6 contiene los indicadores que se ocuparon para cada elemento⁵⁶.

Diagrama 6



Cada uno de los insumos y productos aquí presentados⁵⁷, intentan—en la medida de lo posible—representar los componentes que anteriormente se han explicado, para el caso

⁵⁶ Véase—en el anexo—el cuadro 2, para las definiciones de los indicadores ocupados en este modelo; la tabla 1, contiene la base de datos de estas variables.

⁵⁷ Cabe destacar que, en la elección de estos insumos y productos, se contemplaron una determinada cantidad de variables, sin embargo, para muchas ellas, ciertos países no presentaban o registraban datos para el periodo seleccionado, por ello, los indicadores que aquí se presentan cumplen con las condiciones que en párrafos anteriores habíamos comentado.

de la infraestructura, se seleccionaron indicadores que dan cuenta de los recursos físicos y humanos que dispone una nación, tal es el caso, de la disponibilidad de científicos e ingenieros, la calidad de la infraestructura y la disponibilidad de las últimas tecnologías; en relación con los esfuerzos, la IED y transferencia tecnológica, junto con el Gasto en I+D realizado por las empresas como porcentaje del PIB, son indicadores que expresan algunos de los recursos financieros que suelen subvencionar las actividades de I+D en los países; para el caso del Estado, se ocupó el indicador: Contratación pública de productos de tecnología avanzada, que muestra en qué medida, las decisiones de compra del gobierno fomentan la innovación (Schwab, 2013).

Por otro lado, para elegir los productos concernientes a la categoría de resultados, debemos tener en cuenta cuál es el fin último de la capacidad de absorción, recuerde que, esta capacidad, es la habilidad que tiene una nación para absorber y emplear las tecnologías y los conocimientos que provienen del exterior, por consiguiente, el fin último es la utilización y explotación del conocimiento y la tecnología.

Es difícil hallar los productos adecuados para esta categoría, sin embargo, contemplamos tres indicadores que pueden darnos algún indicio del grado de utilización y explotación del conocimiento. Consideramos a las “Solicitudes de diseños industriales de residentes por millón de habitantes”, como un primer indicador que reflejar el nivel de creatividad y de conocimiento que un individuo o agente—como una empresa o una institución—aplica en la creación de un dibujo, modelo u prototipo, de un producto industrial.

Por otra parte, se ha decidido ocupar el indicador de: Productividad laboral por persona ocupada, esto es así porque, parte de la literatura argumentan que, el acceso a nuevas tecnologías como por ejemplo las TICs mejoran la productividad de los trabajadores, y no solo eso, la educación y la formación propia de los empleados junto con los aprendizajes y experiencias que obtienen en sus respectivos puestos de trabajo, les permiten acrecentar su productividad. Es por estas razones que, consideramos a este indicador como un reflejo de la explotación y utilización del conocimiento.

Por último, las empresas son uno de los principales componentes que integran las capacidades tecnológicas (Lall, 1992), a través de ellas, podemos observar el grado de creación tecnológica de un país, como también, el nivel en que, se explotan y utilizan las

tecnológicas que proceden del exterior, por ello, decidimos ocupar—como producto—el indicador: “Capacidad de absorción de las empresas”, ya que, nos permite tener una idea, de la medida en que un país—por medio de sus firmas—hace uso de las tecnologías existentes.⁵⁸

Modelo de creación

La capacidad de innovación tecnológica de un país, se refiere: a las habilidades—y propiamente a las capacidades—que tiene una nación, para crear y desarrollar, nuevos conocimientos y nuevas tecnologías.

Estimar un modelo DEA para esta capacidad, tiene como principal objetivo, evaluar que tan eficientes son, las capacidades de innovación de Argentina, Brasil, Chile y México, para crear y desarrollar, nuevos conocimientos y nuevas tecnologías. Para este modelo, se emplearon 6 insumos y 2 productos. El diagrama 7 contiene los indicadores que se ocuparon para cada elemento⁵⁹.

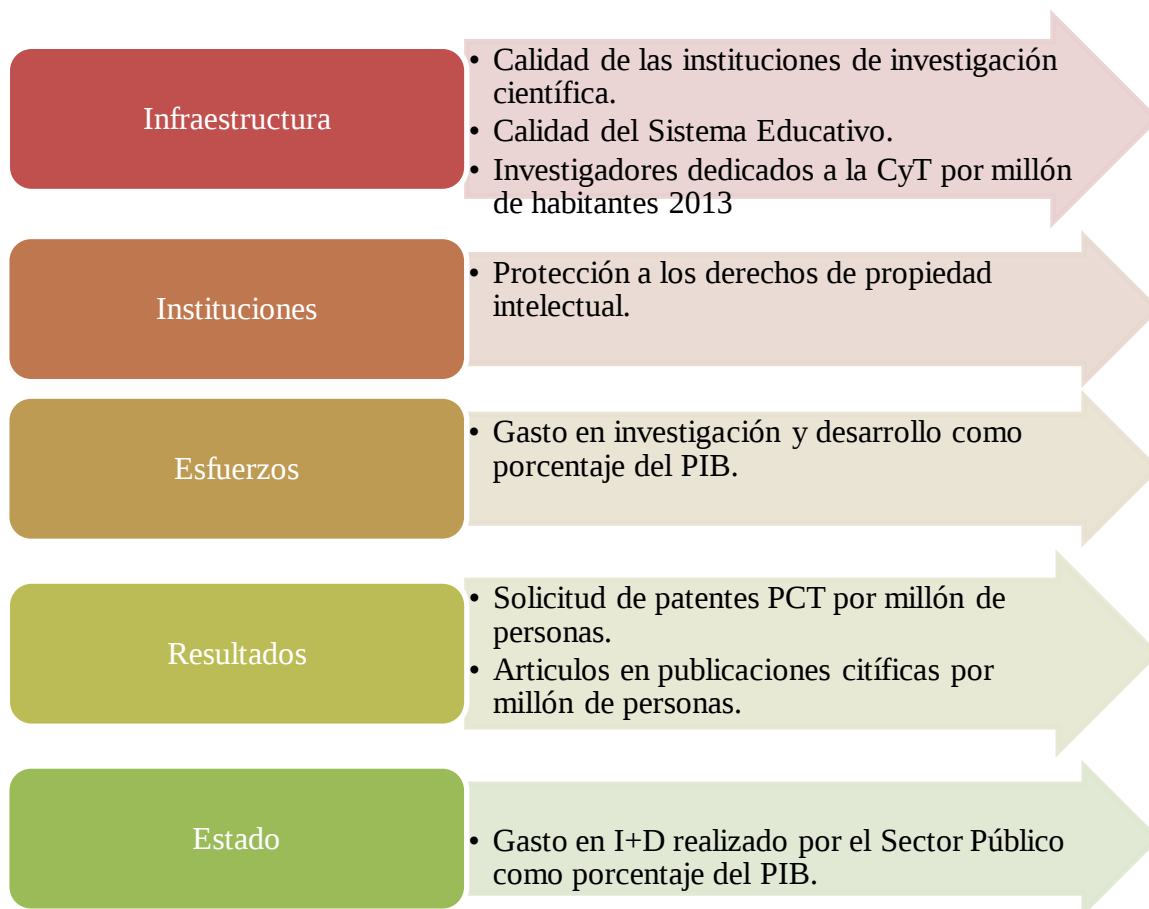
En la categoría de infraestructura, se contemplan indicadores como: Calidad de las instituciones de investigación científica, Calidad del Sistema Educativo e Investigadores dedicados a la C y T por millón de habitantes, cada uno de ellos, muestra a grandes rasgos, el potencial que tiene una nación para el desarrollo de nuevos conocimientos; en el elemento instituciones, se consideró ocupar el indicador de protección a los derechos de propiedad intelectual, este, mide la solides que tiene un país, para proteger dichos derechos, tales como: patentes, diseños industriales, marcas, etc., además, esta última variable, tiene la finalidad, de mostrar parte del entorno institucional que tiene un país para el desarrollo de actividades de I + D, por otro lado, a nivel de esfuerzos, se seleccionó el Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB, como medida del financiamiento de las actividades inventivas de un país; para el elemento Estado, se escogió el Gasto en investigación y desarrollo realizado por el Sector público como porcentaje del PIB, ya que,

⁵⁸ Se puede notar que, para este modelo, no hay indicadores que aborden la cuestión del entorno institucional, esto es así, porque, en los indicadores que se habían contemplado, la disponibilidad de los datos era escaza, a pesar de ello, consideramos que las variables que aquí se contemplan, pueden construir un modelo sólido para el respectivo análisis de la eficiencia.

⁵⁹ Véase el cuadro 3 del anexo para las definiciones de los indicadores empleados en este modelo; la tabla 2, contiene la base de datos de estas variables.

proporciona una dimensión de lo que invierte dicho agente en cuestiones de investigación y desarrollo

Diagrama 7



Para el caso de los productos, se contemplan las Solicitud de patentes PCT por millón de personas y los Artículos en publicaciones científicas por millón de personas. Lo relevante de estos indicadores es que, permiten observar la producción de nuevos conocimientos y de nuevas tecnologías que un país logra producir dado los insumos que presenta.

Modelo general.

Para tener una idea, de la calidad general o mejor dicho, de la eficiencia global que presentan las capacidades tecnológicas de los países de nuestra selección, no basta con tener únicamente dos modelos que evalúen, de forma separada, la capacidad de absorción y de innovación, consideramos que es necesario, construir un modelo que aglomere a los

insumos y productos, más representativos de cada modelo, para tener así la posibilidad de evaluar de forma general, la capacidad tecnológica nacional de los países.

En relación con lo anterior, se crearon dos modelos para evaluar la eficiencia general de las capacidades tecnológicas, ambos agrupan los mismos insumos, la única diferencia que radica en ellos, son los productos que se consideran para cada caso.

Modelo general (a), se contemplan 4 insumos y 1 producto⁶⁰, estos son:

- Insumos: i) Investigadores dedicados a la investigación y desarrollo en el sector privado (por millón de personas); ii) Calidad general de la infraestructura; iii) Protección a los derechos de propiedad intelectual; iv) Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB.
- Productos: i) Cargos por el uso de propiedad intelectual.

Lo relevante en este último modelo, es el uso de un nuevo indicador para la categoría de los productos, este, a grandes rasgos, muestra las regalías y tarifas de licencia que cobran los agentes de un país, por el uso de propiedad intelectual tales como: patentes, derechos de autor, marcas registradas, procesos industriales, franquicias, etc.

Según Atilano, et al. (2015), este tipo de indicadores ofrecen la posibilidad de observar los resultados o efectos finales del proceso de innovación, si bien, en el modelo de creación y de absorción, se contemplaron productos que dieron cuenta de los objetivos de cada capacidad, para este caso, lo pertinente sería observar el resultado de la culminación de todo el proceso o de innovación que se lleva a cabo en una capacidad tecnológica nacional.

Para reforzar nuestro análisis—y contrastar resultados—se tomó la decisión de estimar un modelo más. El Modelo general (b) hace uso de los 4 insumos que se ocuparon para el modelo (a), a diferencia de este último, el modelo (b) ocupa 2 productos, estos son:

- Insumos: i) Investigadores dedicados a la investigación y desarrollo en el sector privado (por millón de personas); ii) Calidad general de la infraestructura; iii) Protección a los derechos de propiedad intelectual; iv) Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB.

⁶⁰ Véase el cuadro 4 del anexo para las definiciones de los indicadores empleados en este modelo; la tabla 3, contiene la base de datos para estas variables

- Productos: i) Cargos por el uso de propiedad intelectual; ii) Solicitudes de patentes residentes PCT por millón de personas.

La intención de realizar el modelo (b), es para complementar el análisis de la eficiencia global de las capacidades tecnológicas de nuestros países seleccionados, y así, tener un panorama concreto del nivel de eficiencia que presenta cada uno de ellos, dado los productos que se han seleccionado.

Una vez planteados los modelos con sus respectivos insumos y productos, ya estamos en condiciones para evaluar las capacidades tecnológicas, por ello, ahora solo resta preguntarse ¿Qué esperamos de los resultados? En el presente trabajo, se han planteado una serie de suposiciones a manera de hipótesis, estas son:

Hipótesis generales.

H1: En esta investigación se espera que, las capacidades de absorción tecnológica de Argentina, Brasil, Chile y México, en comparación con los países industrializados y los países emergentes sean relativamente eficientes.

H2: Se espera que, las capacidades de innovación tecnológica de Argentina, Brasil, Chile y México, en comparación con los países industrializados y los países emergentes, sean limitadas para el desarrollo y creación de nuevas tecnologías (Lugones et al, 2007; García, 2011) (Lall, 1992) (Bell & Pavitt, 1995).

H3: Se espera que, la eficiencia de las capacidades de absorción e innovación tecnológica de cada uno de los países seleccionados de América Latina sean diferentes.

En el siguiente capítulo abordaremos el análisis de los resultados, para así poder observar la eficiencia relativa de las capacidades tecnológicas que presentan nuestros países seleccionados de América Latina, respecto al resto.

CAPÍTULO 4

EL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

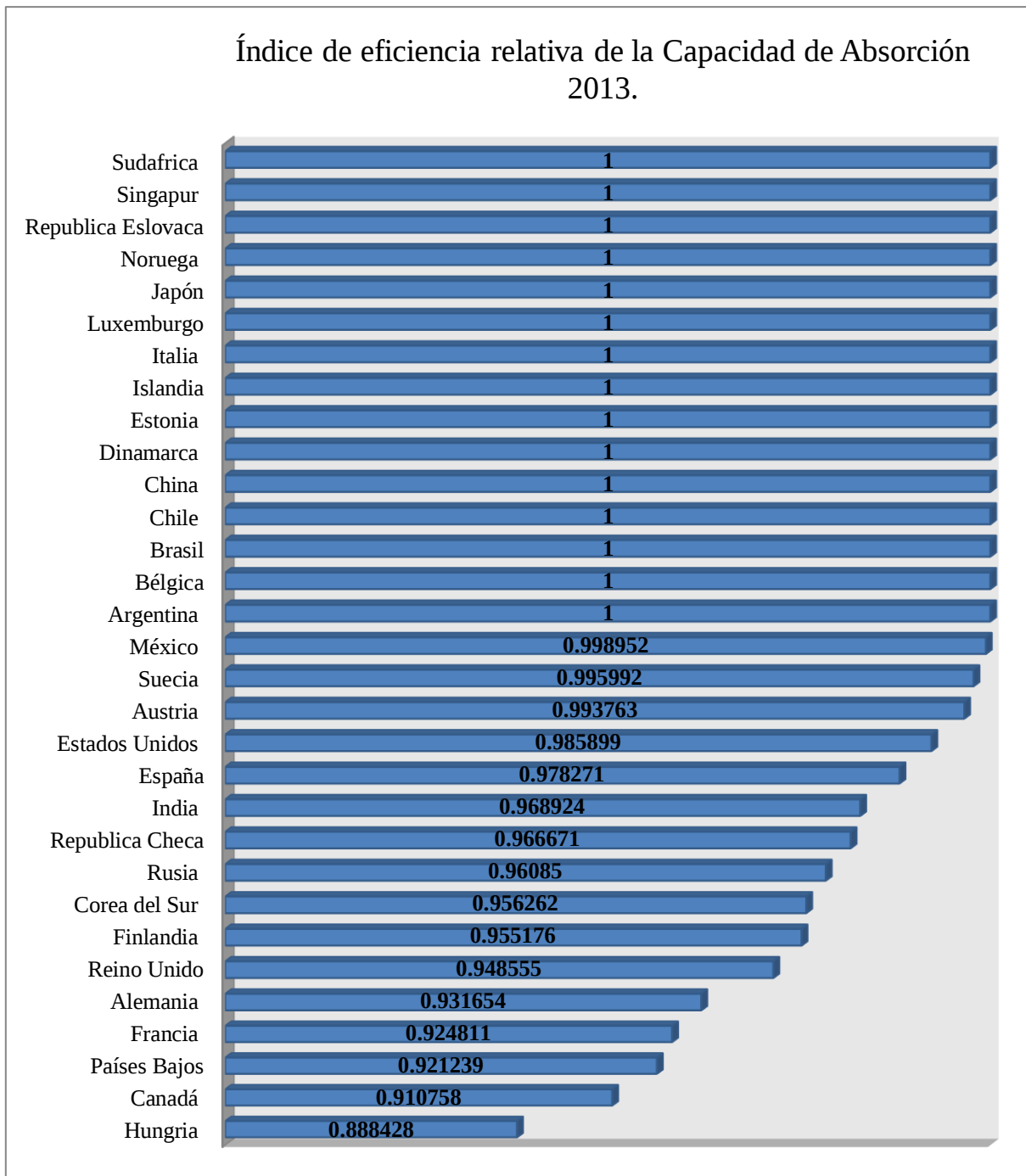
En el presente capítulo, se exponen los índices de eficiencia relativa obtenidos para cada modelo, así como una breve explicación de los resultados.

Modelo de absorción.

El gráfico 1 muestra los índices de eficiencia relativa correspondientes al modelo de absorción tecnológica. Se observa que, de los 31 países evaluados, solo 15 obtuvieron un índice de eficiencia igual a 1—Sudáfrica, Singapur, República Eslovaca, Noruega, Japón, Luxemburgo, Italia, Islandia, Estonia, Dinamarca, Chile, China, Brasil, Bélgica y Argentina—lo que significa que—de acuerdo a nuestra metodología—estos países resultaron ser eficientes en comparación con el resto. Dicho de otra manera, las capacidades de absorción tecnológica de cada una de estas naciones, resultaron ser eficientes en la utilización y la explotación de los conocimientos y las tecnologías que provienen del exterior.

Las economías antes mencionadas, presentan en conjunto, una serie de características peculiares que conviene destacar. Inicialmente, una de las cualidades sobresalientes de este grupo son los flujos de inversión extranjera directa que reciben, según nuestro indicador, estas circulaciones, están aportando de manera significativa nueva tecnología que procede de otras partes del mundo, de modo que, estos países, tienen una mayor posibilidad de aprovechar la transferencia tecnológica que proviene del exterior. Adicionalmente, para estas economías, el gasto en investigación y desarrollo realizado por el sector empresarial—en promedio—representa el 1% del PIB, de hecho, algunas de las naciones de este conjunto, sobrepasan esta cifra, tal es el caso de: Estonia, Dinamarca, Bélgica, China, Singapur y Japón, siendo este último, el que presenta el mayor gasto en comparación con el grupo, por otro lado, es interesante observar que, de los países que resultaron ser eficientes, algunos de ellos, como por ejemplo: Singapur, Luxemburgo, China, Estonia, Noruega y Japón, presentan—en comparación con los eficientes e ineficientes—los mayores índices en cuanto a la contratación pública de productos de

Gráfico 1



Fuente: Estimación propia.

tecnología avanzada, esto significa que, para estas naciones, la participación del Estado fomenta la innovación por medio de la compra de bienes y servicios.

Así mismo, un número considerable de países eficientes⁶¹, exhiben valores significativos en relación con el indicador de la capacidad de absorción tecnológica de las empresas, y en relación a la productividad laboral, lo que significa que, cada una de estas economías obtiene la mayor productividad por persona empleada, y para el caso de sus empresas, estas, se están caracterizando por tener las habilidades y destrezas necesarias para absorber nuevas tecnológicas. Empero, si sumamos al análisis, el indicador de solicitudes de diseños industriales de residentes por millón de personas, la situación cambia, puesto que, un número considerable de países eficientes⁶², no presentan las mayores cifras en este último rubro, lo cual podría hacernos suponer que, estas economías aun no logran reflejar la explotación del conocimiento, en la creación de nuevos diseños industriales.

A pesar de lo anterior, gran parte de las economías que resultaron ser eficientes en este modelo, se han preocupado por destinar importantes recursos al desarrollo de la ciencia y la tecnología. Son notables los avances tecnológicos que han presentado varios países europeos, como por ejemplo, Luxemburgo, Italia, Estonia, Bélgica y la República Eslovaca, sin olvidar también a las naciones nórdicas— Dinamarca, Finlandia, Islandia y Noruega—, sobre estas últimas, es importante reconocer el progreso tecnológico que han experimentado en las recientes décadas, tal ha sido su avance que, algunos trabajos empíricos sobre capacidades tecnológicas, los han considerado como naciones científicamente competentes o como países potencialmente innovadores, que están próximas a converger con los países líderes en innovación, puesto que, su desarrollo tecnológico, les ha permitido disminuir las brechas existentes con los países desarrollados (Wagner, et al., 2001; Filippetti & Peyrache, 2011).

De la misma manera, es sobresaliente el avance científico y tecnológico de los países del sudeste asiático, como es el caso de China y Singapur, ambas naciones, en la medida de lo posible, han procurado el desarrollo de la innovación, por ejemplo, China en los últimos años, se ha posicionado como una de las economías más sobresalientes del mundo, y esto puede reflejarse en el desarrollo de las actividades relacionadas a la I+D. De hecho, en el trabajo realizado por Khayyat & Lee (2015) evalúan las capacidades

⁶¹ Singapur, Noruega, Islandia, Bélgica, Luxemburgo, Dinamarca, Estonia, Italia, Japón.

⁶² Excluyendo a Islandia, Dinamarca y Luxemburgo.

tecnológicas de países en vías de desarrollo, y para el caso de este país asiático, es considerado como la nación que presenta el mayor potencial científico y tecnológico de todos los que se analizan. Este es el mismo caso para Singapur, según Lall (1992), el éxito de este país se debe al desarrollo industrial que ha experimentado en las últimas décadas del siglo XX, esto no lo pudo haber logrado sin la participación activa del Estado, en consecuencia, todo eso ha desencadenado en un mejoramiento de la base productiva que le ha permitido—por medio de la IED—adaptar las tecnologías que provienen del exterior⁶³.

En definitiva, la gran mayoría de las naciones que resultaron ser eficientes en cuanto a la capacidad de absorción tecnológica, exhiben un considerable avance en materia de ciencia y tecnología, por lo tanto, los resultados del modelo nos sugieren que, ese desarrollo tecnológico que presentan dichas economías, puede deberse a la capacidad que tienen para absorber y utilizar las tecnologías procedentes de otras partes del mundo, en otras palabras, su ponemos que, los países que lograron la eficiencia en la capacidad de absorción tecnológica, están empleando de manera adecuada los recursos que disponen para la absorción y utilización de nueva tecnología, lo que les ha permitido aprovecharse de las derramas de conocimiento que proceden principalmente de los países desarrollados por medio de nuevas tecnologías, impactando así, en su desempeño tecnológico. No obstante, el ser eficientes en la capacidad para absorber nuevas invenciones, no significa que los países sean agentes innovadores o líderes en innovación, para ello debemos observar que tan eficientes son en su capacidad innovadora, cuestión que abordaremos en el siguiente apartado.

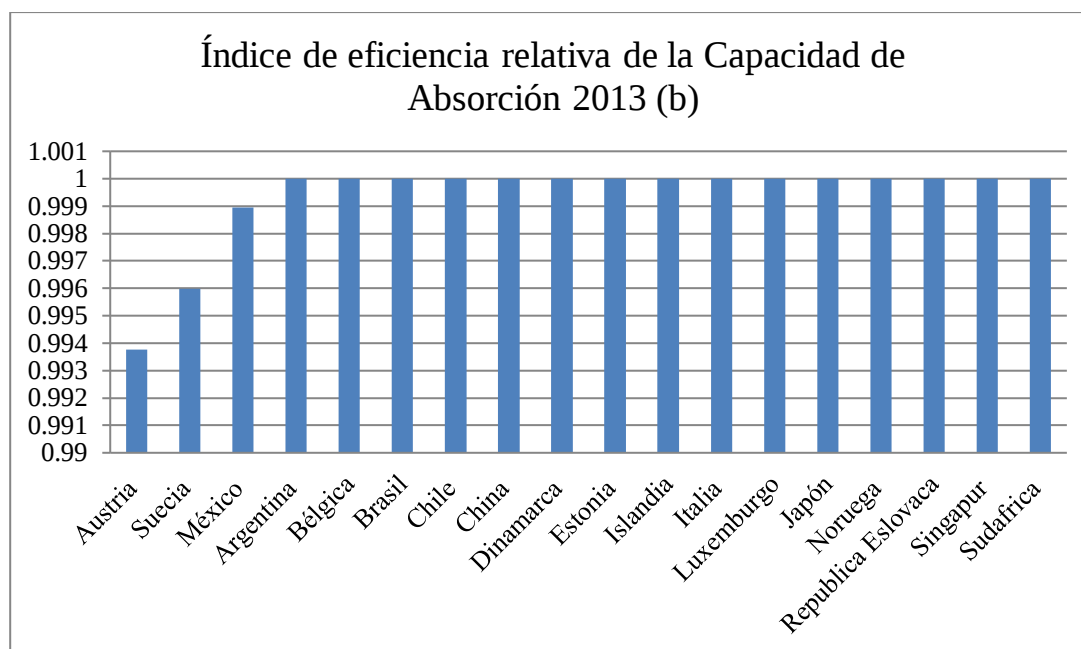
Si bien, las naciones antes mencionadas, son las que resultaron ser eficientes, existe otro grupo de países que conviene prestarle atención, estos son: México, Suecia y Austria. La singularidad de este conjunto es que, a pesar de no haber obtenido un índice de eficiencia igual a 1, están próximos a la frontera de eficiencia (véase el gráfico 1b). El país que destaca—de este pequeño grupo de 3—es México, ya que, es el más cercano a la frontera⁶⁴.

⁶³ Véase el indicador de transferencia tecnológica en la tabla 1 del anexo.

⁶⁴ Cuando mencionamos que México es el país que está más cercano a la frontera de eficiencia, nos referimos principalmente a su posición; en el capítulo 3 explicamos que, las UTD que resultaban ser eficientes—ósea con un índice igual a 1—el DEA las colocaba en una frontera de eficiencia (véase la figura 1 del capítulo 3); es difícil construir un gráfico de la misma naturaleza, sin embargo, note la gráfica (1b), imagine usted que la frontera está constituida, por todos los países con un índice igual a 1, en este caso, México es el país más

En efecto, lo relevante y significativo de estos países es que, cada uno de ellos—de acuerdo con nuestra metodología—podrían tener una mayor posibilidad de alcanzar la eficiencia, tan solo, realizando ciertos ajustes en los insumos que utiliza y en los productos que realiza, en otras palabras, México, Suecia y Austria, pueden obtener un índice de eficiencia igual a 1, si reducen ciertos insumos e incrementan algunos productos.

Grafico 1b.



Fuente: Elaboración propia.

Por último, en el caso de los países de América Latina, se observa que Argentina, Brasil y Chile, lograron ser eficientes respecto al resto de los países, mientras que México—como ya se ha dicho—se encuentra muy próximo a la frontera de eficiencia. Es muy peculiar el caso de los países de América Latina, esto es debido a que, en comparación con los países seleccionados y propiamente en relación con los eficientes, presentan las menores cifras en la gran mayoría de los insumos y productos—véase la tabla 1 del anexo—sin embargo, resultaron ser eficientes, esto es así porque el DEA como método, no considera como unidades eficientes a los objetos que ostentan los mayores insumos o productos, por el contrario, ya se ha explicado que el modelo, se resuelve para cada país, y busca de acuerdo a los insumos de cada unidad la máxima obtención de los productos, de

cercano a dicha frontera y con una mayor posibilidad de alcanzar la eficiencia si, realiza un reajuste es sus insumos y productos.

modo que, para el modelo, los inputs que presentan Argentina, Brasil y Chile, les permite obtener los máximos outputs que pueden alcanzar y de este modo lograr la eficiencia.⁶⁵

Modelo de creación

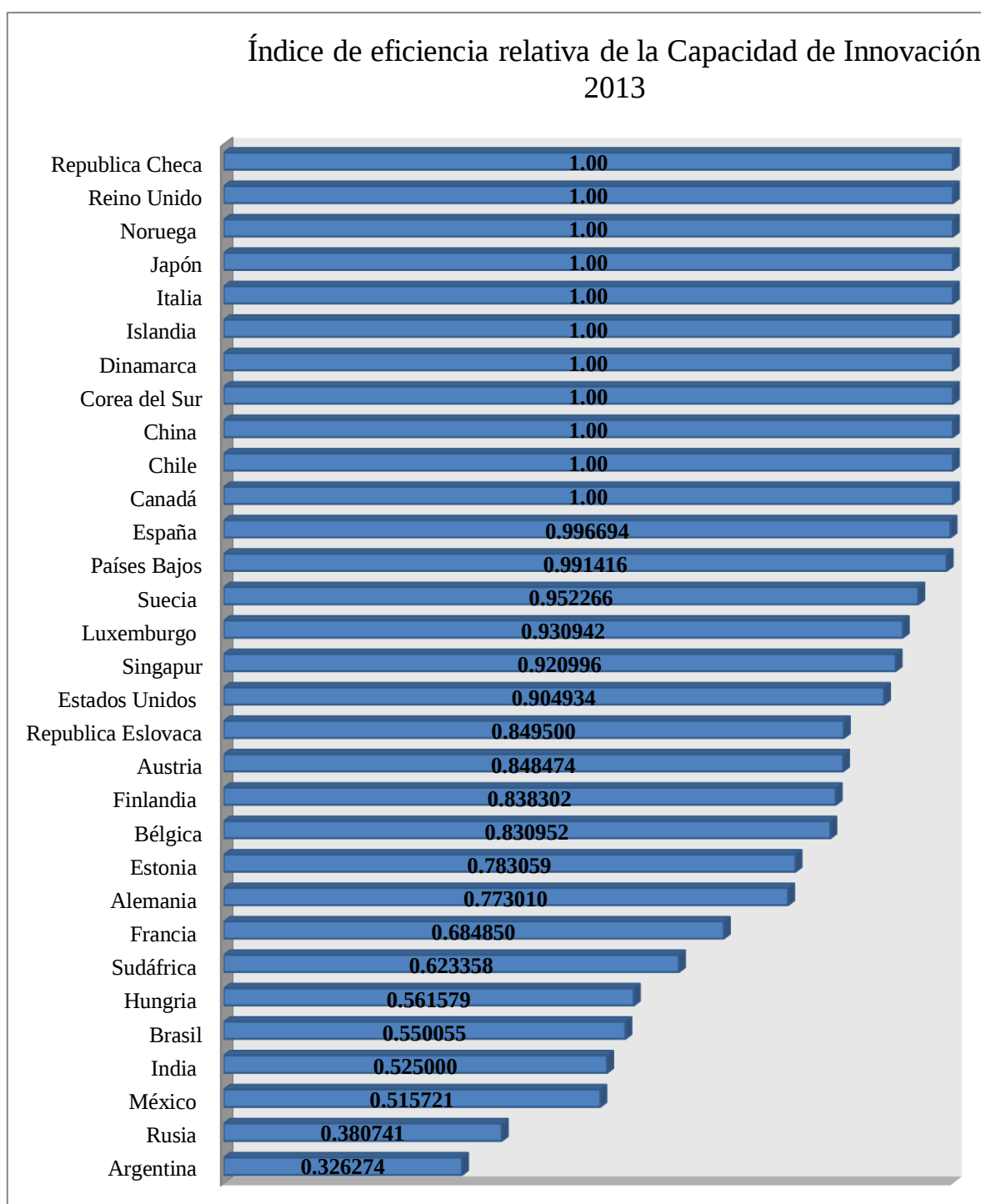
Los resultados concernientes al índice de eficiencia de la capacidad de innovación se muestran en el gráfico 2. En la respectiva figura, se puede contemplar que, tan solo 11 países—República Checa, Reino Unido, Noruega, Japón, Italia, Islandia, Dinamarca, Corea del Sur, China, Chile y Canadá—resultaron ser eficientes respecto del resto, lo que significa que, estas fueron las únicas naciones que lograron obtener un índice de eficiencia igual a 1. Por lo tanto, las capacidades de innovación de cada una de estas economías resultaron ser relativamente eficientes en la creación y desarrollo de nuevos conocimientos y de nuevas tecnologías.

En el grupo de naciones eficientes, se encuentra una variedad de países tanto desarrollados—Reino Unido, Japón, Italia, Canadá—como de reciente industrialización—República Checa, Noruega, Islandia, Dinamarca, Corea del Sur, China—y emergentes—Chile—, estas economías presentan una serie de particularidades que les permite diferenciarse del resto, y al mismo tiempo, podrían vislumbrar parte de las razones del porque este conjunto de países logra mostrar una eficiencia en su capacidad de innovación

En primer lugar, la gran mayoría de estas economías destinan importantes recursos al financiamiento de la investigación y el desarrollo; un número considerable de naciones eficientes, gastan más del 1% del PIB en actividades asignadas a la I+D, siendo Corea del Sur y Japón, los países que ostentan las mayores cifras (véase la tabla 2 del anexo). Además, otra característica peculiar es el número de investigadores dedicados a la I+D por millón de personas que disponen, en promedio, este conjunto de naciones, emplean a 4120 investigadores por cada millón de habitantes, además, son naciones que presentan una calidad eficiente en las instituciones de investigación científica, como también, una solides en la protección de los derechos de propiedad intelectual.

⁶⁵ Nos limitamos en esta sección a realizar esta simple reflexión de los índices de eficiencia que presentan los países de América Latina, en el apartado de conclusiones, intentaremos abordar de una manera más extensa el caso particular de esta región.

Grafico 2.



Fuente: Elaboración propia.

Vale la pena también señalar que, las naciones de este conjunto, destacan por presentar—en promedio—una calidad intermedia del sistema educativo, en efecto, países como Canadá y Noruega—en comparación con los eficientes e ineficientes—sobresalen por

sus altos índices que exhiben en este rubro. Por otro lado, es pertinente hacer notar que, la participación del sector público en estas economías para el financiamiento de las actividades de I+D es sobresaliente, puesto que, en promedio, el gasto en investigación y desarrollo, realizado por el Estado representa el 2% del PIB, lo que nos hace suponer que, los gobiernos de estos países, están preocupados por incentivar el progreso tecnológico en sus respectivas naciones⁶⁶.

Todo este potencial que despliegan los países, se ve reflejado en la cantidad de productos que obtienen, por ejemplo, los casos notables de este grupo son: Corea del Sur, Japón, Noruega y Dinamarca. Estas economías, resultaron ser eficientes por obtener—en base a los insumos que utilizan—el máximo de los productos que pueden llegar a adquirir, esta situación es fácil de evidenciar porque, precisamente, estas naciones exhiben—al menos para un producto—las mayores cifras en relación a todo el conjunto. Tal es el caso de Corea del Sur y Japón, dado que, son las economías que ostentan—en comparación con todos los países observados—el mayor número de solicitudes de patentes PCT por millón de personas, en cambio, Dinamarca y Noruega, son las naciones que publican más artículos en revistas científicas por millón de habitantes. Para el resto de los países, las cifras son muy variadas, empero, si comparamos al grupo de los eficientes con los ineficientes, es clara la superioridad de los primeros, debido a que estos presentan la mayor cantidad de productos.

En definitiva, son considerables los recursos que los países eficientes han destinado a sus capacidades de innovación, lo que les ha permitido mejorar su desempeño en la creación y desarrollo de nuevas tecnologías. Es interesante observar que, del grupo de naciones eficientes, la mayoría de estas, son economías de reciente industrialización, tal es el caso de: Corea del Sur, Dinamarca, China, República Checa, Islandia, Noruega. Esto no debe de ser una sorpresa, dado que, en otra serie de trabajos empíricos (Wagner, et al., 2001; Filippetti & Peyrache, 2011; Rojo, et al., 2016), algunos de estos países⁶⁷ también han sido considerados como naciones científicamente avanzadas, y con justa razón, porque, el desarrollo tecnológico que han presentado en los últimos años, se refleja en los recursos que destinan a las actividades de I+D.

⁶⁶ Cabe señalar que, si realizamos un comparativo entre el gasto en investigación y desarrollo realizado por el sector público y por el sector privado (véase la tabla 1 y 2 del anexo), notaremos que el sector empresarial en comparación con el sector público realiza un mayor gasto en I+D.

⁶⁷ Principalmente Corea del Sur, Dinamarca, Noruega, Islandia y China.

Dos son los puntos importantes que podemos destacar de estos resultados, por un lado, es fácil contemplar que algunas de las naciones que fueron eficientes en la capacidad de absorción, aparecen nuevamente como eficientes en este modelo, tal es el caso de Dinamarca, Islandia, Noruega, China, Japón, Chile e Italia, este descubrimiento nos sugiere que, al parecer, las economías antes mencionadas, al aprovecharse de la explotación del conocimiento, y al destinar una importante cuantía de recursos a la investigación y al desarrollo, están logrando ser eficientes en la creación de nuevo conocimiento y propiamente de nuevas tecnologías.

Por otro lado, uno esperaría que, las naciones tradicionalmente consideradas como desarrolladas, por ejemplo, Estados Unidos, Canadá, Japón, Alemania, Francia, Reino Unido, Italia, Rusia, etc. fueran los únicos países potencialmente capaces de desarrollar y crear nueva tecnología, pero en nuestros resultados, solo unas cuantas de ellas lograron ser eficientes⁶⁸, lo cual hace preguntarnos ¿Qué pasa con las restantes? Economías que no aparecen como por ejemplo, Estados Unidos, Alemania y Francia, también están realizando fuertes gastos en I+D, presentan un alto índice en el sistema educativo, en la calidad de las instituciones de investigación científica, etc., no obstante, pare ser que, a pesar de sus esfuerzos, no están utilizando de una manera eficiente sus insumos, o por el contrario, dado los inputs que presentan, no están obteniendo el máximo producto que pueden lograr, por lo tanto, no están siendo eficientes en la creación de nuevas tecnologías.

No deben ser sorprendivos los bajos resultados obtenidos por ciertos países desarrollados—Estados Unidos, Francia y Alemania principalmente—de hecho, en un estudio empírico sobre los patrones de las capacidades tecnológicas realizado por Filippetti & Peyrache (2011), se explica que, Estados Unidos, Europa Occidental y Japón han perdido su hegemonía como países líderes en innovación, del mismo modo, en el trabajo realizado por Rojo, et al. (2016) sobre la evaluación de la eficiencia de los SNI, Alemania y Francia son países que resultan ser ineficientes en la creación de nuevos conocimientos.

Los argumentos anteriores junto con los resultados del modelo de creación, insinúan el hecho de que, tal vez, algunos de los países desarrollados—principalmente Alemania, Francia y Estados Unidos—no están utilizando de forma apropiada, los recursos

⁶⁸ De los países desarrollados únicamente son eficientes Japón, Canadá, Italia y Reino Unido.

que disponen y por ello, están perdiendo el potencial innovador que los distinguió en décadas pasadas.

Finalmente, no es de extrañarse que Argentina, Brasil y México hayan resultado con niveles de eficiencia por debajo de la unidad, pues bien, como lo resaltamos en el capítulo 2, la región ha sido caracterizada por un atraso tecnológico considerable en comparación con otras regiones del mundo. Empero, el caso de Chile es peculiar, ya que, es el país que presenta las menores cifras de insumos y productos en comparación con los países que resultaron ser eficientes, al final, con lo poco que dicho país dispone, logra producir el máximo de productos que puede alcanzar, es por ello que de acuerdo a nuestro método, Chile es una nación que presenta una capacidad de innovación eficiente.

Modelo general

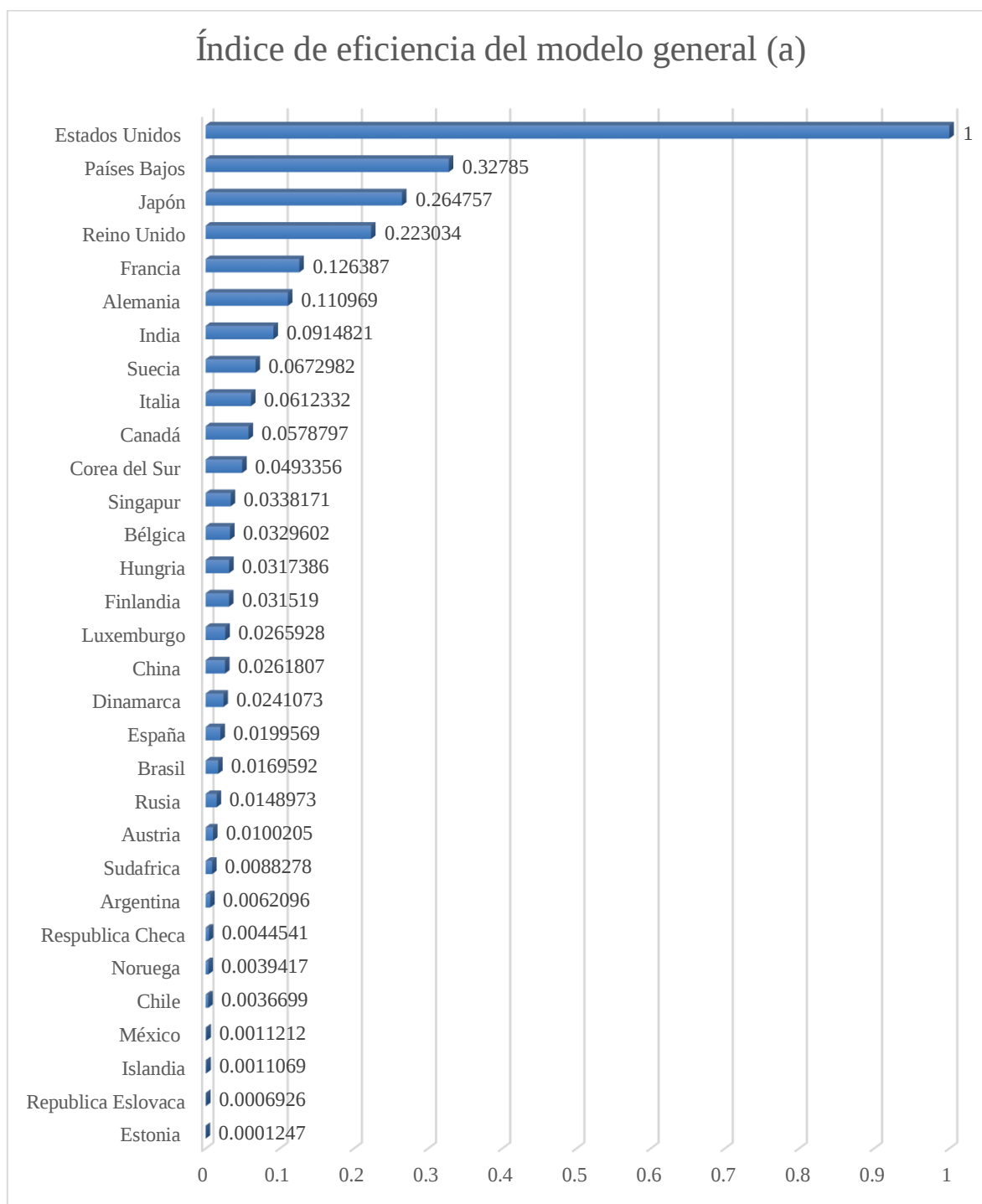
En el capítulo 3 de esta investigación, se explicó que, para medir la eficiencia general de las capacidades tecnológicas de los países, se estimarían dos modelos DEA con el fin de enriquecer el análisis empírico. En esta sección, se presentan los resultados derivados de estas evaluaciones.

El gráfico 3 muestra los índices de eficiencia del modelo general (a). Es claramente notorio que el único país que logra ser eficiente—dado los insumos y productos considerados—es Estados Unidos, el resto de los países manifiesta valores menores a la unidad, de hecho, el índice de eficiencia promedio de todo el conjunto es de 0.086; ¿Que nos siguieren estos resultados?, recordemos que, para este modelo, se contempló únicamente un producto⁶⁹, el cual fue: Cargos por el uso de propiedad intelectual, este indicador muestra a grandes rasgos, la recepción de regalías que recibe un país por el uso de propiedad intelectual. Si revisamos nuestras estadísticas (véase la tabla 3 del anexo), Estados Unidos es el país líder que recibe el mayor número de regalías por este concepto, lo que significa que, es la economía que cobra más por el uso y explotación de las invenciones en bienes y servicios que se desarrollan o crean dentro de sus fronteras.

⁶⁹ La elección de un solo producto no se hizo de forma arbitraria, en un primer momento, se contemplaron más indicadores, sin embargo, debido a la disponibilidad de los datos, el único indicador factible fue el de Cargos por el uso de propiedad intelectual.

Esto significa que, con lo poco o mucho que crea la nación Norteamericana, sus invenciones están siendo utilizadas en otras regiones del mundo, lo que les permite recibir un importante flujo de ingresos.

Grafico 3.



Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, nosotros decidimos ocupar este indicador por una razón importante, para cada modelo se buscó una serie de productos que dieran cuenta de los resultados de cada capacidad, es decir, para el caso de la capacidad de absorción, se escogieron indicadores que vislumbraran el grado en que las economías están utilizando y aprovechando los nuevos conocimientos y las nuevas tecnologías, mientras que, para el caso de la capacidad de innovación, se eligieron indicadores que permitieran observar el nivel de creación de nuevas ideas. Por consiguiente, para el modelo general se tenía que elegir un indicador que diera cuenta del resultado último de una capacidad tecnológica, pero, cuál es el objetivo último de una capacidad, si recordamos parte de lo planteado en el capítulo 1, una capacidad tecnológica nacional es una condición necesaria para la creación del proceso de innovación, efectivamente, este último punto es—digámoslo así—el objetivo más importantes de una capacidad tecnológica, entonces, qué indicador puede ayudar a observar este hecho, siguiendo a Atilano et al. (2015), el indicador que permite contemplar en cierta medida los resultados de la innovaciones, es el de Cargos por el uso de propiedad intelectual, por esta razón decidimos ocuparlo⁷⁰.

Sin embargo, para apoyar nuestro análisis, decidimos estimar un modelo más, el modelo general (b), el gráfico 4 muestra los resultados de este último.

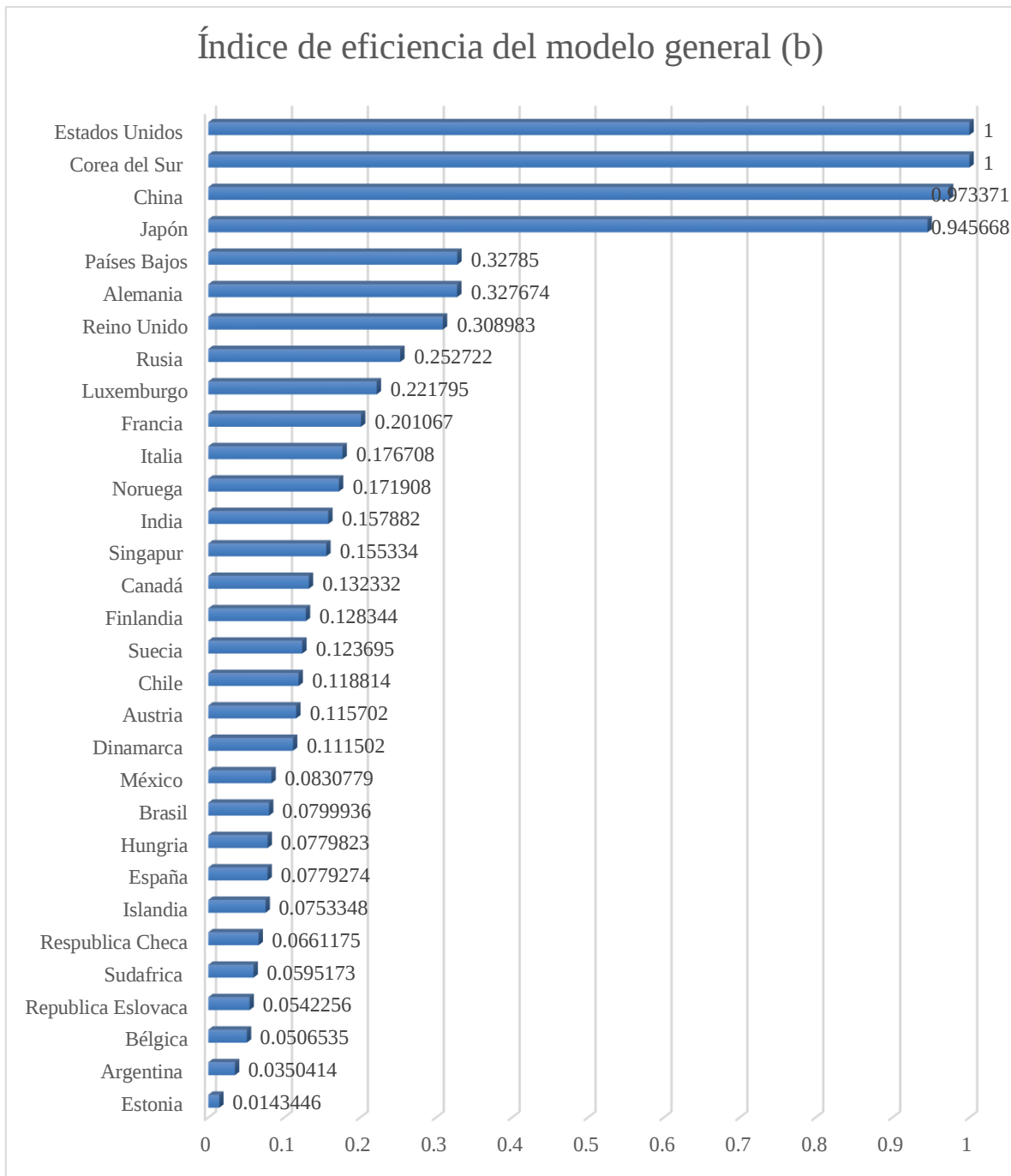
Continuando con el análisis de la eficiencia de la capacidad tecnológica nacional, se puede observar que en este nuevo modelo, los países que resultaron ser eficientes—dado los insumos y productos considerados—son: Estados Unidos y Corea del Sur. Lo que hace diferenciarse al modelo (a) del (b), es que, este último considera el número de Solicitudes de patentes PCT por millón de personas, para contemplar así—desde otra perspectiva—el grado de innovación que presenta un país.

Es preciso detallar que, Japón y China a pesar de no haber obtenido un índice de eficiencia igual a 1, son los países más cercanos a la frontera de eficiencia, si ambas naciones realizan un ligero ajuste en sus insumos y/o productos⁷¹, podrán alcanzar fácilmente dicha frontera.

⁷⁰ Elegir los indicadores adecuados que den cuenta del grado de innovación de una economía es un tema muy debatible, puesto que, son muchos los indicadores que se pueden ocupar para medir desde distintas perspectivas la innovación que se producen en los países, para nuestra investigación, nos limitamos únicamente a utilizar el indicador expuesto.

⁷¹ Cuando mencionamos que con un reajuste de la cantidad de insumos y/o productos Japón y China pueden alcanzar la eficiencia, nos referimos principalmente a su los valores de holgura; recuerde que, en el capítulo 3,

Gráfico 4.



Fuente: Elaboración propia

explicamos que un valor de holgura de una unidad ineficiente muestra en que media tiene que reducir o aumentar los insumos y/o productos una unidad para alcanzar la eficiencia, en este sentido, los valores de holgura de ambos países exhibirán la cantidad de insumos y/o productos que deberán de disminuir o aumentar, no obstante, la presente investigación solo se limita a analizar los índices de eficiencia de cada país, dejando la posibilidad de que en futuras investigaciones se aborde con más detenimiento los valores de holgura para realizar algunas proyecciones.

Por otro lado, los resultados que arrojan los modelos generales (a) y (b), muestran que a pesar de que Estados Unidos no consiguió ser eficiente en la capacidad de absorción y de innovación, su capacidad tecnológica nacional es eficiente para el desarrollo de la innovación en comparación con el resto de los países.

Lo anterior nos sugiere que, con lo poco o mucho que innova la nación norteamericana, obtiene los mayores beneficios en comparación con el resto de las economías, por lo tanto, no podemos dejar a un lado, la importancia y la participación que tiene este país en el marco del avance tecnológico mundial.

En efecto, aunque Estados Unidos no presente los mejores índices de eficiencia en los modelos de absorción y de innovación, estos resultados no demeritan el hecho de que la nación americana siga siendo un referente de la innovación tecnológica, si bien, no resulto ser eficiente en alguna de estas dos capacidades, esto podría hacernos suponer que, Estados Unidos no está empleando de forma adecuada los recursos necesarios para la absorción y la creación de nuevas tecnologías, lo que significa que tal vez, este desperdiciando parte de su potencial innovador que en décadas pasadas lo habían caracterizado como una de las naciones más importantes en el desarrollo de nuevas invenciones, y que por tal razón, su desempeño se vea mermado. Por ello, es necesario que la nación americana redoble sus esfuerzos o mejor dicho, restructure parte de los medios que dispone para las actividades de I+D, con el fin de aprovechar al máximo sus recursos y así poder lograr que ambas capacidades, trabajen de una forma eficaz para alcanzar una eficiencia en la absorción y creación de nuevas tecnologías.

Así mismo, es de reconocer el desempeño que mostraron algunos de los países nórdicos—Noruega, Islandia y Dinamarca principalmente—y varias de las naciones del sudeste asiático, como por ejemplo Japón, China y Corea del Sur, cada una de estas economías consiguieron ser eficientes en al menos dos modelos (capacidad de absorción y de innovación). Los resultados que obtuvieron cada una de estas naciones, reflejan el potencial innovador que han desarrollado gracias al buen manejo de sus recursos, el ser eficientes en la capacidad de absorción y de innovación, les ha permitido elevar sus niveles de desarrollo tecnológico, a tal grado de ser consideradas como naciones potencialmente innovadores y competentes (Wagner, et al., 2001).

En otro punto, los resultados obtenidos por Argentina, Brasil, Chile y México en los cuatro modelos estimados, revelan su situación actual en cuanto al desarrollo de nuevas innovaciones; para Argentina y Brasil, los índices de eficiencia respecto a la capacidad de absorción fueron positivos, dado que ambas naciones alcanzaron la eficiencia, lo cual significa que, con los pocos medios que disponen—I+D, infraestructura, científicos e ingenieros, gasto en I+D realizado por las empresas, etc.—consiguen alcanzar el objetivo de asimilar, adaptar y utilizar las tecnologías provenientes del exterior, empero, su situación no es la misma en la capacidad de innovar, ya que en este último modelo, no consiguieron ser eficientes. Lo anterior, puede ayudarnos a evidenciar la poca capacidad que tienen ambas economías para la creación de nueva tecnología, este problema se debe principalmente a los insumos que emplean—investigadores, gasto en I+D, sistema educativo, instituciones científicas, etc. —, es indispensable que Argentina y Brasil—como primer paso—incrementen y mejoren los recursos que despliegan para la I+D, como también, procuren el desarrollo de nuevas invenciones.

Los resultados para México en todos los modelos no son favorecedores, la nación mexicana a pesar de sus esfuerzos, no consiguió ser eficiente en ninguna capacidad, este hecho refleja su bajo potencial innovador, sin duda alguna, México en las últimas tres décadas ha presentado innumerables problemas para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Se hace obligatorio que las autoridades mexicanas tomen cartas en el asunto, y revalúen la forma en que está incentivando el desarrollo tecnológico de la nación, debido a que, las actuales políticas económicas y de CyT, no están promoviendo el avance tecnológico que la nación necesita.

Por último, el caso chileno es sorpresivo; Chile a pesar de no mostrar los mejores indicadores para el modelo de absorción y de innovación, resultó ser eficiente en ambos. Los resultados de la nación latinoamericana, nos sugieren que, probablemente dicho país resulta ser eficiente por el adecuado uso de sus recursos, pese a que estos son menores en comparación con países desarrollados tales como, Estados Unidos o Japón, lo poco con lo que cuenta, le permite ser capaz de adquirir nueva tecnología procedente de otras partes del mundo, y al mismo tiempo ser medianamente innovador. Indudablemente, es imprescindible profundizar en el análisis del caso Chileno, y averiguar por medio de estudios más especializados, su situación en cuanto al desarrollo de nuevas tecnologías.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

A lo largo de la investigación, se ha intentado bosquejar un marco teórico que permita identificar las características, los elementos y los componentes, más importantes de una capacidad tecnológica nacional, con el propósito de evaluar con base en estos factores, la eficiencia relativa que tienen los países de América Latina en cuanto a su capacidad para absorber y crear nuevos conocimientos y nuevas tecnologías en comparación con una serie de países industrializados y países emergentes.

De este modo, en el capítulo 1 procuramos realizar una extensa exploración de diversos trabajos teóricos que abordan desde distintas perspectivas, el estudio de las capacidades tecnológicas, con el único objetivo de encontrar, cuáles son los elementos que caracterizan a la capacidad tecnológica de un país.

Los hallazgos que pudimos encontrar nos sugieren que, el estudio de este complejo espectro llamado capacidad tecnológica, se ha llevado a cabo principalmente en dos niveles, por un lado, la mayoría de las investigaciones se ha concentrado en estudiar las capacidades tecnológicas a nivel de firma, para describir el desempeño innovador de las empresas, y por otro lado, un número significativo de trabajos, se ha dedicado a explorar como se configura la capacidad tecnológica de un país.

Ambos niveles, presentan sus particularidades, puesto que, en los dos casos se están estudiando categorías diferentes, mientras que a nivel de empresa, se estudian las destrezas y las habilidades que tiene una firma para desarrollar innovaciones y competir por cuasi-rentas, a nivel de país, se analizan los elementos y componentes que constituyen una capacidad tecnológica nacional. A pesar de estas diferencias, existe un punto crucial que las une, esto es, al examinar la capacidad tecnológica de un país, se observa claramente que las capacidades de una empresa y propiamente las “firmas”, son un componente esencial de la capacidad tecnológica nacional, es decir, las empresas con sus respectivas capacidades son un factor que integra la capacidad tecnológica de una nación, sin embargo, como lo señala Lall (1992), una capacidad nacional, no es el resultado de la suma de todas las capacidades empresariales, por el contrario, la capacidad tecnológica de un país depende de más elementos.

Ahora bien, al estudiar ambas capacidades se observó que, varias de las características que ostenta una capacidad tecnológica a nivel de empresa, son muy idénticas a las cualidades de una capacidad tecnológica nacional. A saber, cuando decimos que las capacidades nacionales presentan cualidades muy similares a las capacidades empresariales, estamos hablando de aquellas características que determinan el carácter y la esencia del espectro llamado capacidades tecnológicas. Para explicar este último punto conviene recordar lo expuesto en el capítulo 1; con el análisis de las capacidades empresariales, constatamos que, dichas capacidades se construyen por medio del aprendizaje, al mismo tiempo, observamos que la capacidad tecnológica de una empresa tiene la propiedad de ser dinámica, acumulativa e interna. Del mismo modo, al revisar la literatura concerniente a las capacidades nacionales, se comprobó que la capacidad tecnológica de un país se conforma por medio del aprendizaje, además, se identificó que esta última capacidad tiene la característica de ser acumulativa, dinámica e interna. En ambos casos, cada una de las propiedades señaladas se manifiestan, sin embargo, lo hacen de forma diferente, por ejemplo, mientras que, el aprendizaje de una empresa resulta de sus prácticas y de la interacción que tiene con otras firmas, a nivel de país, el aprendizaje se conciben dentro de un marco institucional, donde participan las universidades, las empresas, el capital humano, el sistema educativo, entre otros agentes, de la misma manera, las cualidades restantes—acumulación y dinamismo, principalmente—se presentan en ambas capacidades, pero de distinta forma.

Lo anterior nos revela que, las propiedades que se manifiestan en una capacidad tecnológica empresarial, son semejantes a las que exhiben las capacidades nacionales, a pesar de que en ambos casos se originen de manera distinta. Por consiguiente, lo que intentamos explicar con esta idea es que, sin importar a que nivel se estudien las capacidades tecnológicas, estas mantienen las mismas propiedades, es decir, toda capacidad tecnológica—empresarial o nacional— se construye por medio del aprendizaje y tiene la cualidad de ser dinámica y acumulativa.

Empero, aunque una capacidad tecnológica exhiba en diferentes niveles las mismas cualidades, esto no significa que los componentes de una capacidad empresarial sean los mismos de una capacidad tecnológica nacional.

Sobre este último punto, ahondamos en la literatura para intentar identificar los elementos y componentes más esenciales que integran la capacidad tecnológica de una nación.

Con base en los trabajos estudiados, se construyó un esquema teórico que permitiera describir la compleja formación de una capacidad tecnológica nacional, de este modo, contemplamos la idea de que la capacidad de absorción y la capacidad de innovación, son el núcleo que constituye la capacidad tecnológica de todo país, dado que en estas capacidades, se concentran las habilidades y destrezas de una nación. En la capacidad de absorción, se asimilan, adaptan, utilizan y mejoran, las tecnologías que proceden del exterior, en cambio, en la capacidad de innovación, se crean y desarrollan nuevos conocimientos y nuevas invenciones. Estas actividades son posibles gracias a las empresas y las organizaciones⁷², sin ellas, difícilmente un país podría desarrollar las aptitudes necesarias para la absorción y la creación de nuevas tecnologías. Las interacciones que sostienen entre sí ambos agentes⁷³, hacen posible la unión de la capacidad de absorción con la capacidad de innovación, esto es así porque, con las prácticas que realizan los dos actores permiten vincular las actividades de absorción con las de innovación, por lo tanto, las firmas y las organizaciones, son un componente importante para ambas capacidades.

Sin embargo, la capacidad de absorción y de innovación, es tan solo una parte de la capacidad nacional, con la revisión de la literatura se observó la existencia de otra serie de factores. En efecto, al examinar los antecedentes teóricos se explicó que, la Infraestructura, los Esfuerzos, las Instituciones y el Estado⁷⁴, son los elementos restantes que constituyen la capacidad tecnológica de un país.

Con relación a lo anterior, en el capítulo 1 se elaboró el diagrama 3 para explicar las interacciones que existen entre el núcleo de la capacidad tecnológica nacional y los elementos restantes.

⁷² Universidades, centros de investigación, institutos, etc.

⁷³ En un entorno influenciado por el mercado, la competencia y los flujos del exterior.

⁷⁴ Recuerde que, por Infraestructura nos referimos a los recursos físicos y humanos que un país cuenta para el desarrollo de las actividades económicas—el acervo de capital, los puertos y aeropuertos, las tecnologías de la información, maquinaria y equipo, los ingenieros y científicos, etc.—el elemento de Esfuerzos congrega los agentes y los medios que proporcionan los recursos financieros para las actividades inventivas, tales como, bancos, instituciones de crédito, gastos en I+D, etc., por Instituciones nos referimos a las reglas, normas, cultura, valores, el sistema social, sistema de patentes, leyes de propiedad intelectual, entre otros, por último, para el elemento Estado contemplamos factores como: la política industrial, la política económica, la calidad del sistema político, el grado de corrupción, la política de ciencia y tecnología, junto con otros instrumentos.

Se agruparon en dos bloques todos los factores antes mencionados, en el primero—llamado “recursos”—se reúnen los componentes concernientes a la Infraestructura y los Esfuerzos, en el segundo, que lleva por nombre “entorno”, se congregan los componentes de las Instituciones y el Estado, posterior a ello, se explicaron las diversas maneras en que los bloques y el núcleo se relacionan.

Existen dos tipos de interacciones, la primera de ellas describe los vínculos que se producen entre el bloque de los recursos y el del entorno, y la segunda, detalla las conexiones que existen entre el núcleo y los dos bloques. Para el primer caso se explica que, ambos bloques se relacionan entre sí por medio de canales de transferencia, por ejemplo, el bloque de “recursos” provee parte de los medios físicos y financieros que necesitan el Estado y sus ministerios para regular el ambiente institucional, mientras que, el bloque “entorno” por medio de las leyes, las reglas, el marco jurídico y propiamente el Estado, proporcionan el ambiente adecuado para que se lleven a cabo la edificación de la infraestructura de un país. En este sentido, ambos bloques se relacionan el uno con el otro por medio de sus componentes.

Por otro lado, los dos bloques antes mencionados influyen—de forma conjunta—en la formación y el desarrollo de la capacidad de absorción y de innovación—el núcleo—ya que proporcionan el entorno y los recursos para que se lleven a cabo las diversas actividades de I+D, del mismo modo, estas capacidades, mediante sus resultados—adopción o creación de nuevos conocimientos y nuevas tecnologías—modifican el ambiente y los recursos que dispone un país, por ejemplo, con la invención de un nuevo bien se pueden acrecentar y mejorar la infraestructura de una nación, asimismo, en ocasiones con la creación de nuevos conocimientos se originan nuevas leyes, normas, reglas, etc., que modifican el entorno institucional.

De esta forma, pensamos que una capacidad tecnológica nacional se constituye a través de las relaciones que se crean y establecen entre el núcleo y los elementos que se agrupan en ambos bloques, así, mediante esta reflexión, llegamos a la siguiente conclusión: *es por medio de las interacciones que se originan y realizan entre los elementos y el núcleo, lo que da paso a la construcción y configuración de las capacidades tecnológicas de los países.*

En otras palabras, las relaciones que se crean y originan entre i) la capacidad de absorción y de innovación y ii) los elementos que se han destacado—Infraestructura, Esfuerzos, Instituciones y Estado—permiten la formación de una capacidad tecnológica nacional. Así pues, las interacciones que sostienen cada uno de estos elementos junto con sus respectivos componentes, conceden las habilidades y destrezas para que una economía, adapte, utilice y cree nueva tecnología

Sentados los puntos más importantes de las capacidades tecnológicas nacionales, en el capítulo 2, examinamos por medio de diferentes autores, la situación del progreso tecnológico en América Latina.

No hace falta realizar un arduo estudio bibliométrico para visualizar el lento avance tecnológico de la región, basta con mirar nuestra realidad para darnos cuenta de los mínimos avances tecnológicos que han desarrollado los países latinoamericanos.

Dos son los problemas más graves en la región, por un lado, América Latina se ha caracterizado por tener un atraso científico y tecnológico en comparación con los países desarrollados, y por el otro, la mayoría de los países latinos presentan un severo problema de dependencia tecnológica.

Lo anterior nos ha hecho suponer que ambos problemas pueden estar relacionados, creemos que la condición de atraso tecnológico, está ampliamente correlacionada con el problema de la dependencia, es decir, presuponemos que, la dependencia tecnológica de los países latinoamericanos, provoca la situación de rezago tecnológico en América Latina.

Precisamente, el problema de la dependencia tecnológica ha sido el principal malestar de las economías subdesarrolladas, los países latinoamericanos a lo largo de su historia, han sido dependientes de los desarrollos tecnológicos que se producen en los países industrializados. Las consecuencias de esta dependencia se han derivado principalmente en un estancamiento tecnológico, esto se debe a que, dicho fenómeno imposibilita que los países latinos puedan desarrollar una capacidad propia para crear los avances tecnológicos que necesitan.

Sobre este último punto, Stewart (1983, p. 166) explica: “la dependencia tecnológica deriva en gran parte de la ausencia de una tecnología nacional; pero también contribuye a la ausencia de una efectiva capacidad nacional científica y técnica”.

Evidentemente, es indispensable dar una solución al problema de la dependencia tecnológica, por ello, los países latinoamericanos deben priorizar la aplicación de una estrategia que incentive un desarrollo tecnológico propio, un desarrollo de naturaleza endógena que esté ligado con las necesidades y las capacidades particulares de los países, en este sentido Sagasti (1981, p. 243) explica que: “solo se podrá lograr un desarrollo autónomo en la medida en que se adquiera una capacidad científica y tecnológica propia”.

Debido a lo anterior, consideramos que la construcción de una capacidad tecnológica nacional, es la estrategia que los países latinoamericanos pueden implementar para solucionar el problema de la dependencia y superar así su situación de atraso tecnológico.

Ahora bien, de acuerdo con nuestro esquema teórico, todo país cuenta—en mayor o en menor medida—con los elementos y los componentes que necesita una capacidad tecnológica nacional, por consiguiente, lo único que deben procurar las autoridades de cada nación, es el desarrollo y mejoramiento de dichas capacidades.

En definitiva, todos los países—a pesar de su heterogeneidad—tienen el carácter y la naturaleza para albergar dentro de sus fronteras, una capacidad tecnológica nacional con sus respectivos elementos y componentes. Toda nación cuenta—aunque en diferentes proporciones—con Empresas, Organizaciones, Infraestructura, Recursos Financieros, un aparato Estatal y un Marco Institucional, en este sentido, cada país posee las propiedades necesarias para la existencia de una capacidad tecnológica, por ello, lo único que deben procurar las naciones es su desarrollo.

Con relación a lo anterior, la presente investigación se interesó en conocer si, dado el actual modelo neoliberal que prevalece en Argentina, Brasil, Chile y México ha priorizado el desarrollo y la mejora sus capacidades tecnológicas. En otras palabras, una de las razones que motivó el presente trabajo, es observar, si las actuales estructuras económicas neoliberales que presentan Argentina, Brasil Chile y México, han contribuido al desarrollo y progreso de su capacidad tecnológica nacional.

Para tal razón, decidimos evaluar—con base en los elementos que presentamos en el capítulo 1—la eficiencia de las capacidades de absorción y de innovación y propiamente las capacidades tecnológicas nacionales de Argentina, Brasil, Chile y México, frente a países industrializados y países emergentes—por medio de la metodología DEA—para evidenciar si la actual estructura económica que presentan las naciones latinas ha contribuido a la mejora de sus capacidades.

Así en el capítulo 3, se explicaron los fundamentos teóricos-metodológicos del DEA, y al mismo tiempo, se presentaron los indicadores y los modelos que se estimaron. Posteriormente en el siguiente apartado, se expusieron los resultados obtenidos para cada modelo. La evaluación proporciona material empírico para constatar—en base a los hallazgos—algunas de las suposiciones que habíamos planteado.

Con base en los resultados del modelo de absorción, se tiene evidencia para decir que las capacidades de absorción de Argentina, Brasil y Chile, son eficientes para asimilar, utilizar y explotar los conocimientos provenientes del exterior, esto es así porque, las tres naciones alcanzaron un índice de eficiencia igual a uno. Estos hallazgos nos revelan el hecho de que, las tres naciones a pesar de no tener la misma proporción de insumos que tienen los países industrializados, logran emplear de manera adecuada sus recursos para la utilización de nuevas tecnologías, lo que les permite ser eficientes. Sin embargo, México no obtuvo los mismos resultados que sus homólogos latinos. A pesar de sus esfuerzos, la nación mexicana no consiguió ser eficiente en la capacidad de absorción y de innovación, esto sugiere que, dicho país no está utilizando de forma eficaz los medios que dispone para la utilización y creación de nuevos conocimientos, por lo que es necesario que dicho país intente, por un lado, destinar mayores recursos para la innovación, y por el otro, procurar una mejor articulación entre la capacidad de absorción y de innovación.

Para el caso del modelo de creación, constatamos que, de los países latinoamericanos el único que consiguió ser eficiente fue Chile. Como lo explicamos en el capítulo 4, los resultados que obtuvo la nación chilena en cuanto a la capacidad de absorción y de innovación son sorprendentes, dado que, Chile es el país que destina los menores recursos para las actividades de absorción y de innovación en comparación con los eficientes.

Respecto a lo anterior debemos tener claro una cosa, es un hecho que el país chileno asigna limitados recursos a la I+D, sin embargo, recuerde que nuestra metodología no define a una UTD como eficiente, si esta UTD gasta los mayores insumos para alcanzar sus metas, es decir, la metodología DEA no contempla como UTD eficientes a las que destinan los mayores recursos, por el contrario, los modelos DEA que ocupamos considera como unidades eficientes a todas aquellas que dado los insumos que presentan—sin importar su proporción—consiguen el máximo producto posible. En este caso, lo que nos muestran los resultados de ambos modelos—absorción y creación—para el caso de Chile, es que, con los pocos medios que dispone dicho país para la absorción y la creación de nuevas tecnologías le basta para ser eficientes, en virtud de ello, este hecho nos hace suponer que la eficiencia de este país se debe a un manejo adecuado de los recursos.

Por último, evaluamos la eficiencia de las capacidades tecnológicas a nivel general, y comprobamos que los países seleccionados de Latinoamérica no resultaron ser eficientes. Con todos estos hallazgos, tenemos la evidencia suficiente para no rechazar las hipótesis H1 y H3 de nuestro trabajo⁷⁵.

Con estos resultados comprobamos que las capacidades de absorción de la mayoría de nuestros países latinoamericanos son eficientes, sin embargo, el ser capaces de absorber y utilizar las tecnologías que proceden del exterior, no significa que, al mismo tiempo los países de América Latina sean capaces de crear y desarrollar nuevas invenciones.

Las capacidades de innovación de los países latinos mostraron ser ineficientes en la creación de nuevos conocimientos y nuevas tecnologías, este descubrimiento evidencia el bajo potencial innovador que ha caracterizado a la región.

De lo anterior se observa un interesante problema, si bien, las economías de América Latina en lo general son eficientes para absorber y utilizar la tecnología que se produce en el exterior, no son del mismo modo eficaces para crear y desarrollar nuevas innovaciones, por ello, suponemos que las capacidades tecnológicas de los países de la región, presentan una desarticulación entre la capacidad de absorción y de innovación.

⁷⁵ Decidimos no rechazar la hipótesis H1 a pesar de que México no resultara ser eficiente, tomamos esta decisión debido a que, de los cuatro países latinos que escogimos 3 de ellos consiguieron la eficiencia.

Esta desarticulación se debe principalmente a dos problemas, el primero de ellos se relaciona a las actividades de las empresas y las organizaciones. Suponemos que ambos agentes presentan dificultades para llevar a cabo el desarrollo de nuevas invenciones, debido a la falta de un marco institucional que incentive un ambiente innovador y, debido a la ausencia de una infraestructura apropiada para las actividades de I+D.

Ahora bien, la desarticulación de la capacidad tecnológica y las dificultades antes mencionadas son fruto de un problema mayor, son consecuencia de la dependencia tecnológica. Esto es así porque dicha dependencia produce un desequilibrio en la capacidad nacional de un país⁷⁶, al tener una fuerte dependencia del exterior, los países tienden a concentrarse en la asimilación de las tecnologías extranjeras, de esta manera solo priorizan las actividades relacionadas a la absorción y aplicación de los conocimientos que se originan en otras partes del mundo, olvidando así, la necesidad de desarrollar las habilidades necesarias para la creación de los inventos que necesitan.

Este tipo de acciones, es lo que ha priorizado el modelo neoliberal que impera en los países latinoamericanos, como lo menciono Lall (1942), Albornoz (2002), Fujii (2010), entre otros, la literatura y las medidas del paradigma neoliberal establecen que, los países subdesarrollados deben priorizar y aprovechar la transferencia tecnológica, limitándose únicamente a seleccionar y aplicar las tecnologías que necesiten.

Por ello, el modelo neoliberal no ha resuelto el problema de la dependencia tecnológica, por el contrario, creemos que la ha agudizado, desencadenando así una desarticulación en las capacidades tecnológicas de los países latinoamericanos e impactando negativamente en su capacidad para innovar.

Ante esta reflexión, proponemos una serie de medidas que podrían ayudar a superar, por un lado, el problema de la dependencia tecnológica, y por el otro, a mejorar la capacidad innovadora de los países latinoamericanos.

⁷⁶ Sobre este punto, autores como Stewart (1983) explican que la dependencia produce un desequilibrio en la capacidad tecnológica, y propiamente este desequilibrio hace que la dependencia aumente, esto último pare ser un círculo virtuoso, a mayor dependencia mayor desequilibrio, y a mayor desequilibrio mayor dependencia.

Como primer paso, creemos que es fundamental mejorar la infraestructura y el marco institucional de una nación, por ello, es necesario que las naciones latinoamericanas aumenten en 1% el gasto en I+D en relación al PIB, estimulen la inversión empresarial en actividades inventivas, mejoren la calidad del sistema educativo, incrementen la matrícula de estudiantes de educación superior, amplíen el número de investigadores dedicados a la I+D tanto en el sector público como privado, mejoren la eficiencia de las instituciones científicas, procuren el combate a la corrupción, creen un marco normativo eficiente que proteja los derechos de propiedad intelectual, entre otras medidas.

Sin duda alguna, se puede seguir sumando a la lista otra serie de medidas que mejoren la infraestructura y el marco institucional de un determinado país, empero, este tipo de disposiciones no aparecen de la nada y no pueden implementarse por sí solas, necesitan de cierto tipo de agentes para que se puedan llevar a cabo.

Es aquí, donde consideramos crucial el papel de las empresas y propiamente del Estado, dado que estos, por medio de sus acciones, pueden implementar cada una de las medidas antes descritas y al mismo tiempo, mejorar la capacidad innovadora de los países.

Sobre este último punto, creemos, que debería repensarse el rol que juega el Estado en torno a su participación en materia de desarrollo tecnológico, pareciera que con la actual estructura económica que presentan Argentina, Brasil, Chile y México, la participación de este agente esta reducida únicamente a proporcionar las condiciones necesarias, para que se lleve a cabo el proceso de innovación, sin embargo, creemos que el Estado puede jugar un papel más crucial en el desarrollo de la capacidad inventiva de un país, y de la misma manera, puede contribuir a la solución del problema de la dependencia tecnológica. Por tal razón, proponemos una serie de disposiciones que dicho agente debería implementar para procurar la solución de ambos obstáculos.

Para el caso de la dependencia, el Estado debe poner en funcionamiento una serie de políticas que controlen los flujos de importaciones tecnológicas, si bien la transferencia de tecnología favorece en gran medida a los países subdesarrollados, este tipo de flujos sin un control o un plan establecido pueden volverse contraproducentes, ya que, tienden a profundizar la dependencia tecnológica de los países.

Debido a esta razón proponemos la aplicación de políticas que controlen la entrada de tecnología para proteger sectores estratégicos de prioridad nacional, esta idea se fundamenta en lo expuesto por Stiglitz & Greenwald (2014) y Stewart, F. (1983), quienes establecen que, para las naciones subdesarrolladas es necesario que protejan ciertos sectores industriales, esto con la finalidad de promover el desarrollo científico-industrial. En este sentido, los países latinoamericanos por medio de sus respectivos Estados deben proteger ciertos sectores estratégicos tales como: la industria automovilística, el sector de las TICs, sector energético, el sector de las nanotecnologías etc., la elección de estos dependerá de las necesidades y prioridades de cada país.

Por otro lado, se debe tener en mente el tipo de importaciones que entran a Latinoamérica, cada país tiene la responsabilidad de seleccionar únicamente las importaciones de tecnologías que se adecuan a las capacidades y condiciones locales. De este modo, las instituciones gubernamentales de cada economía, deben regular por medio de los tratados internacionales el tipo de bienes tecnológicos que entran a la nación, al mismo tiempo deben reglamentan todo lo relacionado con las licencias y los derechos de propiedad intelectual.

De esta manera, el Estado en los países latinoamericanos podría tener una participación más activa en el problema de la dependencia tecnológica, sin embargo, su papel no solo se limita únicamente a resolver estas cuestiones, de hecho, el Estado puede impulsar y conducir la capacidad innovadora de un país mediante ciertos mecanismos.

Por ejemplo, para impulsar la innovación el Estado debe diseñar incentivos para que las empresas innoven, tales como: reducir los impuestos a las empresas innovadoras, estimular el crédito, otorgar apoyos financieros etc., por otra parte, es indispensable que las instituciones y ministerios estatales infieran en el mejoramiento del entorno institucional mediante el combate a la corrupción, diseñando leyes, normas, reglas, etc., con la finalidad de proveer las condiciones para el desarrollo de las actividades de I+D.

En otro orden de ideas, El estado también puede—por medio de sus acciones—conducir el desarrollo de nuevas innovaciones, esto lo puede realizar estimulando la investigación en las universidades y los centros científicos por medio de becas y apoyos financieros, aumentando el gasto en I+D en relación al PIB, acrecentar el número de

investigadores dedicados a la investigación y desarrollo, fomentar la creación de nuevos centros de investigación científica.

No obstante, consideramos de manera sustancial que el Estado debe de encaminar proyectos de investigación—por medio de sus centros de investigación y sus institutos de educación superior—orientados al sector salud, educación y medio ambiente, esto con la finalidad de desarrollar nuevas innovaciones que en un futuro contribuyan a mejorar la capacidad tecnológica de los países y permitan un avance tecnológico en la región.

Así, desde nuestra perspectiva, consideramos que este tipo de acciones y medias pueden ayudar a resolver el grave problema de la dependencia tecnológica que persiste en la región, y del mismo modo, contribuir al desarrollo y mejoramiento de la capacidad de innovación de los países latinoamericanos.

Queda claro, que es necesario que América Latina supere la condición de atraso tecnológico que presenta, por medio del desarrollo de su capacidad tecnológica, indiscutiblemente, la actual estructura económica que impera en la región, no ha procurado del todo el progreso de dicha capacidad, por lo que se debe repensar el actuar de algunos agentes—tales como el Estado—y emprender la estrategia de mejorar la capacidad de innovación, incrementado los recursos necesarios para su edificación y desarrollo.

Para finalizar, la presente investigación tiene sus alcances y limitaciones. Nosotros—sin pretender ser soberbios—hemos contribuido—en una pequeña porción—al estudio de las capacidades tecnológicas, proponiendo un marco teórico alternativo para estudiar y comprender, cuales son los factores que infieren en la construcción y desarrollo de una capacidad tecnológica nacional. Sin embargo, debido a la inmensa literatura que existe, aun se puede seguir acrecentado el análisis de los factores que intervienen en la edificación de una capacidad nacional, las complejas relaciones que se suscitan entre sus elementos, y descubrir nuevos agentes y actores que confluyen en dicha capacidad.

Consideramos que, una de las mayores limitantes a las que se enfrentó el trabajo, fue la elección de las variables y la disponibilidad de los datos, sin lugar a dudas, resulto difícil seleccionar los indicadores más adecuados para el análisis empírico, pero a pesar de ello, en la medida de lo posible, se intentó elegir a los indicadores más factibles.

Esperamos que esta investigación inspire futuros trabajos que intenten—al igual que nosotros—estudiar y analizar las capacidades tecnológicas de los países latinoamericanos. Con toda seguridad creemos que este trabajo, abre una agenda para futuras investigaciones, por ejemplo, se puede sofisticar aún más el análisis de la eficiencia por medio del DEA, examinando los valores de holgura de las unidades ineficientes para realizar proyecciones, asimismo, se podría también estimar un modelo econométrico para determinar, que insumos o productos, influyen en mayor medida en el índice de eficiencia, de la misma manera, se podría determinar en qué medida el control de las importaciones contribuye al desarrollo endógeno de una capacidad.

Por el momento, brindamos este breve análisis teórico-empírico, para contribuir a la reflexión, de cuáles podrían ser las distintas alternativas que los países latinoamericanos podrían implementar, para intentar superar la situación de atraso tecnológico que los ha caracterizado a lo largo de las décadas, y así poder tener la posibilidad, de disminuir las brechas existentes con los países desarrollados.

BIBLIOGRAFÍA

- Abramovits, M. (1986). Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind. *The Journal of Economic History*, 46(2), pp. 385-406.
- Albornoz, M. (2001). Política Científica y Tecnológica. Una visión desde América Latina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 1(4), pp. 1-19.
- Albornoz, M. (2002). Situación de la ciencia y la tecnología en las Américas, Buenos Aires: Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior.
- Andrade, A. (2014). El desarrollo del proceso de industrialización. En: R. Núñez, ed. *La economía mexicana. De la sustitución de importaciones a la promoción de las exportaciones*. México, D.F.: Trillas, pp. 29-41.
- Antonelli, C. (2017). *ENDOGENOUS INNOVATION: THE ECONOMICS OF AN EMERGENT SYSTEM PROPERTY*. Italia: s.n.
- Archibugi, D. & Coco, A. (2004). A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo). *World Development*, 32(4), pp. 629-654.
- Archibugi, D., Denni, M. & Filippetti, A. (2009). The technological capabilities of nations: The state of the art of synthetic indicators. *Technological Forecasting & Social Change*, Issue 76, pp. 917-931.
- Arrieta, Katty, Rueda, Yully. & Herrera, Pablo. (2011). Estudio-diagnóstico de las capacidades tecnológicas para. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, 8(2), pp. 36-42.
- Barletta, F. & Yoguel, G. (2009). La actualidad del pensamiento de Schumpeter. *Revista de Trabajo*, Issue 7, pp. 77-94.
- Bell, M. & Pavitt, K. (1995). The Development of Technological Capabilities. En: I. u. Haque, ed. *Trade, Technology and International Competitiveness*. Washintong D.C.: The International Bank for Reconstruction and Development, pp. 69-102.
- Bell, M. (1984). Learning and the Acumulation of Industrial Technological Cpacity in Developing Countries. En: K. King & M. Fransman, edits. *Technological Capacity in the Third World*. London: Macmillan, pp. 187-209.
- Beltrán, V., Correa, A., Gómez, R. & Monroy, J. (1983). *La dependencia tecnológica y la crisis actual*. Puebla, s.n.
- Boonpattarakon, A. (2012). Model of Thai Small and Medium Sized Enterprises, Organizational Capabilities: Review and Verification. *Journal of Management Research*, IV (3), pp. 15-42.
- Bravo, E. & Herrera, L. (2009). Generación de capacidades dinámicas mediante la innovación organizacional: Un múltiple estudio de casos exploratorio. Barcelona-Terrassa, s.n.

Carbajal, Á. (2010). LAS CAPACIDADES TECNOLÓGICAS COMO BASE PARA EL DESARROLLO. *Actualidades Investigativas en Educación*, 10(1), pp. 1-19.

Carbajal, M., de la Luz, M., Cruz, I. & Rivera, D. D. (2016). Innovación, generación de capacidades tecnológicas y competitividad empresarial de Mipymes del sector manufacturero en la ciudad de Morelia. *Economía y Sociedad*, XX(35), pp. 21-48.

Chandler, A. D. (1992). Organizational Capabilities and the Economic History of Industrial Enterprise. *Journal of Economic Perspectives*, VI (3), pp. 79-100.

Cohen, W. & Levintall, D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), pp. 128-152.

Dahlman, Carl. & Nelson, Richard. (1995). Social absorption capability, national innovation systems and economic development, in *Social capability and long-term growth* (eds.) D.H. Perkins & B.H. Koo, Basingstoke: Macmillan Press.

Dang, D. & Umemoto, K. (2009). Modeling the development toward the knowledge economy: a national capability approach. *Journal of Knowledge Management*, 13(5), pp. 359-372

Edquist, C. (1997). Systems of Innovation Approaches their Emergence and Characteristics. En: C. Edquist, ed. *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter, pp. 1-35.

Edquist, C. (2005). Systems of Innovation perspectives and challenges. En: J. Fagerberg, D. C. Mowery & R. R. Nelson, eds. *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford New York: Oxford University Press, pp. 181-208.

Fagerberg, J. & Srholec, M. (2008). National innovation systems, capabilities and economic development. *Research Policy*, 37(9), pp. 1417-1435.

Fernández, V. R. & Comba, D. A. (2012). Estado e Innovación en la Periferia: ¿por qué y cómo (re)pensar el rol del Estado y las políticas de ciencia, tecnología e innovación en América Latina? *Desenvolvimento em Questão*, 10(19), pp. 4-42.

Figuerola, S. A. (2009). El papel del Estado en el Avance de la Ciencia y la Tecnología: Insumo vital en la construcción del Desarrollo. En: S. A. Figuerola, G. Sánchez & A. Vidales, eds. *La Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo una visión desde América Latina*. Zacatecas, México: Universidad Autónoma de Zacatecas, pp. 9-16.

Filippetti, A. & Peyrache, A. (2011). The Patterns of Technological Capabilities of Countries: A Dual Approach using Composite Indicators and Data Envelopment Analysis. *World Development*, 39(7), p. 1108–1121.

Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter .

- Fujii, D. (2010.) Capacidades tecnológicas e innovación en la industria manufacturera en el Estado de México. 1 ed. Estado de México: Colegio Mexiquense de Ciencia y tecnológica.
- Furman, J. L., Porter, M. E. & Stern, S. (2002). The determinants of national innovate capacity. *Research Policy* , 31(2), pp. 899-933.
- Furtado, C. (1978). La economía latinoamericana formación histórica y problemas contemporaneos. decimatercera ed. s.l.:Siglo veintiuno editores.
- Garcia-Ochoa, M., Blázquez, M. & De Diego, E. (2012). Empirical Studie of National Technological Innovation Capability in Africa. *IESE Business School, International Center for Competitiveness*, 15(4), pp. 440-464.
- Gómez, M. (2002). Breve historia de las doctrinas económicas. Cuarta ed. Estado de México: Esfinge.
- Hernández, J. (2017). Capacidades tecnológicas y organizacionales de las empresas mexicanas participantes en la cadena de valor en la industria aeronáutica. *Economía Teoría y Práctica* , Issue 47, pp. 65-98.
- Katz, J. (2006). Cambio Estructural y capacidad tecnológica local. *Revista de la CEPAL*, Issue 89, pp. 59-73.
- Khayyat, N. T. & Lee, J.-D. (2015). A measure of technological capabilities for developing countries. *Technological Forecasting & Social Change*, Issue 92, pp. 2010-2023.
- Khedhaouria, A. & Thurik, R. (2017). Configurational conditions of national innovation capability: A fuzzy set analysis approach. *Technological Forecasting & Social Change*, Issue 120, pp. 48-58.
- Kim, L. (1997), *From Imitation, to Innovation. The Dynamics of Korea`s Technological Learning*, Boston Mass, Harvard Business School Press.
- Lall, S. (1993). Technological Capabilities. En: J. Salomon, ed. *The Uncertain Question: Science Technology and Development*. Tokyo: United Nations University Press, pp. 264-301.
- Lall, S. (1987). *Learning to Industrialize: The Acquisition of Technological Capability by India*. London: Macmillan Press.
- Lall, S. (1992). Technological Capabilities and Industrialization. *World Development*, 20(2), pp. 165-186.
- Lederman, D., Messina, J., Pienknagura, S. & Rigolini, J. (2014). El emprendimiento en América Latina muchas empresas y poca innovación Resumen. Washington DC: Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/ Banco Mundial.
- López, G., Correa, M. & Salazar, J. (2003). Merodeando las capacidades tecnológicas nacionales. *Scientia et technica* , 1(21), pp. 134-138.

- Lugones, E. G., Gutti, P. & Le Clech, N. (2007). Indicadores de Capacidades Tecnológicas en América Latina. Serie Estudios y Perspectivas , Issue 89.
- Lundvall, B.-A. (1992). National systems of innovation: An analytical framework. London: Pinter.
- Medina, S. (2004). La dependencia tecnológica en México. Economía informal, Issue 330, pp. 73-81.
- Metcalf, S. (1995). The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives. En: P. Stoneman, ed. Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change. Oxford (Reino Unido)/ Cambridge (Estados Unidos): Blackwell Publishers, pp. 409-512.
- Montoya, O. (2004). Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico. Scientia Et Technica, X (25), pp. 209-213.
- Nelson, R. & Rosenberg, N. (1993). Technical innovation an national systems. En: R. Nelson, ed. National Innovation Systems. Nueva York: Oxford University Press, pp. 3-21.
- Nelson, R. (1993). National Innovation Systems. Nueva York: Oxford University Press.
- Nelson, R. R. & Winter, S. (1982). An evolutionary theory of economic change. Unites States of America: Harvard University Press.
- Niosi, J., Saviotti, P., Bellon, B. & Crow, M. (1993). National Systems of Innovation: In a Search of a Workable Concept. Technology in Society, Volumen 15, pp. 207-227.
- OSLO, M. d. (2006). Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación, s.l.: Organización Cooperación y Desarrollo Económico. OCDE.
- Padilla, R., Gaudin, Y. & Rodríguez, P. (2012). Sistemas Nacionales de Innovación en Centroamerica. Serie estudios y perspectivas CEPAL, Issue 140, pp. 1-50.
- Pavitt, K. (2005). Innovation Processes. En: J. Fagerberg, D. C. Mowery & R. R. Nelson, edits. The Oxford Handbook of Innovation. Oxford New York: Oxford University Prees, pp. 86-114.
- Porter, M. A. (1990). The Competitive Advantage of Nations. New York: Free Press.
- Prajogo, Daniel, & Ahmed, PK. (2006). “Relationships between Innovation Stimulus, Innovation capcity, and Innovation Performance. R&D Management, 499 - 515.
- Ríos, J. A., Castillo, M. L. & Alonso, R. (2017). Efectos de la capacidad de absorción tecnológica. Rvista Iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad, 12(34), pp. 197-222.
- Rojó, M. A., Guzmán, A. & Ignacio, L. (2016). Eficiencia de los Sistemas Nacionales de Innovación de los Países de la OCDE. Eficiencia Relativa del Sistema Mexicano. En: A. Guzmán, G. Yougel & I. Llamas, edits. Innovación en América Latina, Argentina, Colombia y México. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana, pp. 79-117.

Romer, P. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, Issue 98, pp. 71-102.

Sagasti, F. R. (1981). *Ciencia, tecnología y desarrollo latinoamericano*. Primera ed. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Schumpeter, J. A. (1947). The Creative Response in Economic History. *The Journal of Economic History*, 7(2), pp. 149-159.

Schumpeter, J. A. (1963). *Teoría del desenvolvimiento económico: una investigación sobre ganancias, capital, crédito, interés y ciclo económico*. Tercera ed. s.l.:Fondo de Cultura Económica .

Schumpeter, J. A. (1996). *Capitalismo socialismos y democracia Tomo 1*. s.l.:Folio .

Serrano, E. D. (2014). Desarrollo tecnológico y Brecha tecnológica. *Ánfora*, 21(36), pp. 41-65.

Stewart, F. (1983). *Tecnología y Subdesarrollo*. Segunda ed. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Stiglitz, J. E. & Greenwald, B. C. (2014). La creación de una sociedad del aprendizaje, un nuevo enfoque hacia el crecimiento, el desarrollo y el progreso social. México, DF: CRÍTICA M. R.

Tapias, H. (2005). Capacidades tecnológicas: elemento estratégico de la competitividad. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, Issue 33, pp. 97-119.

Teece, D., Pisano, G. & Shuen, A. (1997). DYNAMIC CAPABILITIES AND STRATEGIC MANAGEMENT. *Strategic Management Journal*, 18(7), pp. 509-533.

Torres, A. (2006). APRENDIZAJE Y CONSTRUCCIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS. *Journal Technology & Management. Innovation*, Volumen 1, pp. 12-24.

Vence, X. (1995). *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*. Primera ed. Madrid: Siglo Veintiuno Editores.

Wagner, C. S., Brahmakulam, I., Jackson, B. & Wong, A. Y. T. (2001). *Science and Technology Collaboration: Building Capacity in Developing Countries?* Santa Monica, CA: RAND.

Westphal, L, L. Kim y C. Dahlman (1985), “Reflections on the Republic of Korea’s Acquisition of Technological Capability”, en N. Rosenberg y C. Frischtak (eds), *International Technology*, New York, Praeger Publishers.

Winter, S. D. (2000). THE SATISFICING PRINCIPLE IN CAPABILITY LEARNING. *Strategic Management Journal*, Issue 21, pp. 981-996.

Winter, S. D. (2003). Understanding Dynamic Capabilities. *Strategic Management Journal*, Issue 24, pp. 991-995.

Yoguel, G. & Boscherini, F. (1996). La capacidad innovativa y el fortalecimiento de la competitividad de las firmas: El caso de las Pymes exportadoras Argentinas. Buenos Aires: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Yoguel, G., Florencia, B. & Pereira, M. (2013). De Schumpeter a los postschumpeterianos: Viejas y nuevas dimensiones analíticas. *Revista Problemas del Desarrollo*, 44(174), pp. 35-59.

Zollo, M. & Winter, S. D. (2002). Deliberate Learning an Evolution o Dinamyc Capabilities. *Organization Science*, 13(3), pp. 339-351.

ANEXO

Cuadro (1). Países Seleccionados.

Unidades Tomadoras de Decisiones (UTD)		
Países Latinoamericanos	Países Industrializados	Países Emergentes
• Argentina • Brasil • Chile • México	• Alemania • Canadá • España • Estados Unidos • Francia • Italia • Japón • Reino Unido • Rusia	• Austria • Bélgica • China • Corea del Sur • Dinamarca • Estonia • Finlandia • Hungría • India • Islandia • Luxemburgo • Noruega • Países Bajos • República Checa • República Eslovaca • Singapur • Sudáfrica • Suecia

Cuadro 2			
Modelo de Absorción Tecnológica			
Indicador	Insumo (I)/ Producto (P)	Fuente	Año
Calidad general de la infraestructura. Refleja la calidad de la infraestructura general de un país (por ejemplo, transporte, telefonía y energía). Se mide por medio de un índice que va de 1 a 7; donde 1= subdesarrollada y 7 = tan extensa y eficiente como la mejor del mundo.	I	Índice de competitividad global.	2013
Contratación pública de productos de tecnología avanzada. Permite observar en qué medida, las decisiones de compra del Gobierno fomentan la innovación. Se mide por medio de un índice que va de 1 a 7, donde 1 = nada; 7 = en gran medida.	I	Índice de competitividad global.	2013
Disponibilidad de científicos e ingenieros. Este indicador permite observar por medio de un índice, en qué medida están disponibles—para un país—los científicos e ingenieros. El índice va de 1 a 7, donde 1= nada disponibles; 7 = totalmente disponibles.	I	Índice de competitividad global.	2013
Gasto en investigación y desarrollo realizado por el sector privado como porcentaje del gasto total. Refleja el gasto que realiza este sector en actividades de investigación y desarrollo como porcentaje del Producto Interno Bruto	I	Banco Mundial	2013
IED y Transferencia tecnológica. Es un indicador que muestra en qué medida la inversión extranjera directa aporta nueva tecnología al país que la recibe. Se mide por medio de un índice que va de 1 a 7, donde 1= aporta poca tecnología o nada; 7: es una fuente importante de nueva tecnología.	I	Índice de competitividad global.	2013
Disponibilidad de las últimas tecnologías. Muestra, en qué medida están disponibles—para un país—las últimas tecnológicas. Se mide por medio de un índice que va de 1 a 7, donde 1= absolutamente no disponibles; 7= ampliamente disponibles.	I	Índice de competitividad global.	2013
Solicitudes de diseños industriales de residentes por millón de habitantes. Son las solicitudes que realiza un agente para proteger, el dibujo, diseño o modelo industrial de un producto, tales como: instrumentos médicos, aparatos eléctricos, vehículos, estructuras arquitectónicas, relojes, joyas, etc. Las solicitudes son realizadas por “residentes” a una oficina nacional o regional; para el cálculo, se dividió el número de solicitudes por millón de habitantes	P	WIPO	2013
Capacidad de absorción tecnológica en las firmas. Mide la habilidad que tienen las empresas de cada país para absorber nueva tecnología. Se mide por medio de un índice que va de 1 a 7, donde 1 = no pueden absorber nueva tecnología; 7 = fuerte absorción tecnológica.	P	Índice de competitividad global.	2013
Productividad laboral por persona ocupada en 2014 US\$ (convertida a 2014 con el nivel de precios actualizada de 2011 PPA). Mide la productividad laboral de una persona empleada en US Dollars del 2014.	p	TCB (The Conference Board)	2013

Tabla 1

Modelo de Absorción tecnológica 2013										
País	Insumos					Productos				
	Calidad general de la infraestructura 2013	Disponibilidad de las últimas tecnologías 2013	Disponibilidad de científicos e ingenieros 2013	IED y Transferencia tecnológica 2013	Gasto en I+D realizado por las empresas como porcentaje del PIB 2013	Contratación pública de productos de tecnología avanzada	Solicitudes de diseños industriales por residentes por millón de	Capacidad de absorción tecnológica de las empresas 2013	Productividad laboral por persona ocupada en 2014 US\$	
	índice	índice	índice	índice	%	índice	índice	índice	índice	índice
Alemania	6	6.2	4.9	4.9	1.89	4.2	1493.52	5.7	86,357	
Argentina	3	3.8	3.8	3.1	0.15	2.5	20.45	4	39,884	
Austria	6.2	6	4.3	4.6	2.10	3.7	1786.22	5.7	92,507	
Bélgica	5.8	6.3	4.5	5	1.72	3.5	1021.39	5.6	104,898	
Brasil	3.1	4.7	3.3	4.9	0.71a	3.4	24.44	4.8	28,972	
Canadá	5.6	6.2	5.1	4.6	0.85	3.7	287.01	5.4	84,756	
Chile	4.7	5.7	4.6	5.3	0.14	3.8	10.19	5.2	55,034	
China	4.4	4.3	4.4	4.5	1.53	4.3	492.15	4.7	20,855	
Corea del Sur	5.5	5.7	4.4	4.6	3.26	4.1	1898.10	5.4	68,687	
Dinamarca	5.8	5.8	4.6	4.8	1.91	3.3	2181.68	5.7	89,880	
España	5.9	5.6	5.2	4.7	0.67	3.1	650.04	4.9	86,078	
Estados Unidos	5.8	6.5	5.3	4.9	0.82	4.4	308.37	6.1	116,375	
Estonia	5.2	5.8	3.5	5	1.93	4.2	1052.35	5.4	58,070	
Finlandia	6.4	6.6	6.2	4.3	2.27	4.1	1829.39	5.8	88,531	
Francia	6.1	6.1	4.8	4.8	1.44	3.8	1061.86	5.5	95,091	
Hungría	5	5.3	4.2	5.1	0.97	3.2	229.66	4.7	58,754	
India	3.7	4.1	4.4	4.2	0.31a	3.5	4.77	4.2	12,612	
Islandia	6.2	6.4	4.6	3.7	0.99	3.6	1102.66	6.2	80,179	
Italia	4.6	5	4.8	3.7	0.72	2.6	1008.63	4.2	87,839	
Luxemburgo	5.9	6.2	4.3	5.4	0.68	4.6	6071.48	6	73,425	
Japón	6.2	6.2	5.4	4.7	2.52	4.1	557.43	6.1	129,218	
México	4.2	4.9	3.9	5.1	0.16	3.4	17.92	4.6	42,236	
Noruega	5.3	6.5	4.5	4.7	0.87	4.2	708.32	6.1	124,260	
Países Bajos	6.3	6.3	4.6	5	1.09	4	1517.81	5.6	90,994	
Reino Unido	5.3	6.5	4.8	5.2	1.06	3.7	805.50b	5.7	82,736	
República Checa	5	5.2	4.2	5	1.03	3	705.14	5	60,652	
República Eslovaca	4.2	5.2	4	5.1	0.38	2.9	368.72	4.8	67,987	
Rusia	4.1	4.2	4.1	3.8	0.64	3.3	26.10	4.2	49,736	
Singapur	6.3	6.2	4.9	5.9	1.20	5.1	523.04	5.7	131,181	
Sudáfrica	4.5	5.5	3.5	4.8	0.33	3	43.74	5.4	41,857	
Suecia	5.7	6.4	4.9	4.7	2.28	4	2363.03	6	93,913	

Notas : a) Para Brasil se tomaron datos del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (MCTI); Para la India se tomaron datos del Departamen of Science an Technology (DST).

b) Para el Reino Unido se tomaron datos del último año disponible 2010

Cuadro 3			
Modelo de Innovación			
Indicador	Insumo (I) / Producto (P)	Fuente	Año
Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas). Este indicador muestra el número de persona por millón de habitantes, que se dedican a la investigación y desarrollo. Se incluyen los estudiantes de doctorados (nivel 6 de la CINE 97).	I	Banco Mundial	2013
Calidad de las instituciones de investigación científica Refleja la calidad de las instituciones de investigación científica (por ejemplo, laboratorios universitarios, laboratorios gubernamentales). Se mide por medio de un índice que va de 1 a 7, donde 1 = extremadamente pobre o inexistente; 7 = extremadamente buenas, las mejores en su campo.	I	Índice de Competitividad Global	2013
Protección a los derechos de propiedad intelectual. Mide la solides de un país en proteger los derechos de propiedad intelectual. Se mide por medio de un índice que va de 1 a 7, donde 1 = la protección es débil o inexistente; 7 = la protección es extremadamente estricta	I	Índice de Competitividad Global	2013
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB). Muestra los gastos corrientes y de capital (público y privado) en actividades de investigación y desarrollo	I	Banco Mundial	2013
Calidad del Sistema Educativo. Exhibe en qué medida, el sistema educativo de un país satisface las necesidades de una economía competitiva. Se mide por medio de un índice que va de 1 a 7, donde 1= Para nada ésta bien; 7 = extremadamente bien.	I	Índice de Competitividad Global	2013
Gasto en investigación y desarrollo realizado por el sector público como porcentaje del gasto total. Refleja el gasto que realiza este sector en actividades de investigación y desarrollo como porcentaje del Producto Interno Bruto	I	UNESCO	2013
Artículos en publicaciones científicas y técnicas por millón de personas. Muestra el número de artículos en publicaciones científicas y técnicas por millón de personas; dicho indicador considera los siguientes campos: física, biología, química, matemática, medicina clínica, investigación biomédica, ingeniería y tecnología, y ciencias de la tierra y el espacio.	P	Banco Mundial	2013
Solicitud de patentes residentes PCT por millón de personas. Muestra todas las solicitudes de patente presentadas en todo el mundo a través del procedimiento del Tratado de Cooperación en materia de Patentes o en una oficina nacional de patentes por los derechos exclusivos sobre un invento: un producto o proceso que presenta una nueva manera de hacer algo o una nueva solución técnica a un problema.	P	Banco Mundial	2013

Tabla 2

Modelo de Creación tecnológica									
País	Insumos					Productos			
	Calidad de las instituciones de investigación científica 2013	Protección a los derechos de propiedad intelectual 2013	Calidad del Sistema Educativo 201	Gasto en I+D realizado por el Sector Público como porcentaje del PIB 2013	Investigadores dedicados a la CyT por millón de habitantes 2013	Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB 2013	Solicitud de patentes PCT por millón de personas 2013	Artículos en publicaciones científicas por millón de personas 2013	
	Índice	índice	índice	%	indicador	%	indicador	indicador	
Alemania	5.8	5.4	5.2	0.42	4399.67	2.82	587.17	1306.67	
Argentina	4.1	2.4	3	0.28	1193.85	0.62	15.12	194.37	
Austria	5	5.5	4.5	0.13	4763.26	2.96	254.97	1480.96	
Bélgica	6.1	5.3	5.3	0.20	4156.24	2.44	63.94	1540.36	
Brasil	4	3.3	2.7	0.90 b	698.10 c	1.20	24.50	252.64	
Canadá	5.5	5.7	5.2	0.16	4518.51	1.69	129.92	1724.24	
Chile	4	3.9	3.7	0.03	335.28	0.39	19.47	306.84	
China	4.3	4	4	0.32	1089.19	1.99	519.34	267.41	
Corea del Sur	5	3.7	3.6	0.45	6456.63	4.15	3172.35	1174.05	
Dinamarca	5.4	5.3	4.8	0.07	7088.55	3.02	238.83	2324.71	
España	4.5	3.6	3.4	0.24	2652.55	1.26	64.91	1195.55	
Estados Unidos	6.1	5.4	4.6	0.31	4117.67	2.74	910.27	1376.36	
Estonia	5	4.9	4.4	0.15	3338.51	1.73	18.97	1142.95	
Finlandia	5.7	6.2	5.9	0.29	7187.93	3.29	293.44	1990.10	
Francia	5.6	5.6	4.4	0.29	4169.85	2.23	222.58	1140.42	
Hungría	5.1	3.7	3.3	0.21	2522.85	1.40	64.89	653.79	
India	4	3.7	4.2	0.45 a	156.64 c	0.81 a	8.34	69.56	
Islandia	4.8	4.8	4.9	0.12	5679.52	1.77	101.93	1836.83	
Italia	4.5	3.7	3.7	0.18	1943.47	1.31	137.91	1141.69	
Japón	5.8	6	4.4	0.30	5201.32	3.32	2132.14	857.29	
Luxemburgo	5	6.1	4.6	0.38	4594.53	1.30	207.97	1421.16	
México	3.9	3.5	2.8	0.19	241.80	0.50	9.87	109.92	
Noruega	5.2	5.6	5	0.26	5569.45	1.65	216.75	2038.06	
Países Bajos	5.9	5.7	5.3	0.24	4561.23	1.95	137.76	1905.28	
Reino Unido	6.3	5.9	4.6	0.13	4185.69	1.66	233.47	1606.95	
Republica Checa	4.5	3.9	3.6	0.35	3249.89	1.90	93.59	1369.75	
Republica Eslovaca	3.9	3.8	2.8	0.17	2717.59	0.82	33.99	852.81	
Rusia	4	3	3.5	0.32	3073.09	1.06	200.44	276.74	
Singapur	5.6	6.2	5.8	0.23	6665.19	2.01	211.70	2033.56	
Sudáfrica	4.7	5.3	2.2	0.17	437.06	0.72	11.87	190.65	
Suecia	5.5	5.5	4.6	0.12	6670.03	3.31	242.91	2092.90	

Notas: a) Para India, se calcularon los datos en base a las cifras presentadas por el Despartamen of Science an Technology (DST)

b) Para Brasil se tomaron datos del Ministerio de Ciencia y Tecnologíaae Innovación (MCTI)

c) Para India y Brasil se tomaron datos del último año disponible 2010

Cuadro 4			
Modelo de Capacidades tecnológicas General			
Indicador	Insumo (I) / Producto (P)	Fuente	Año
Investigadores dedicados a la investigación y desarrollo en el sector privado (por millón de personas). Muestra el número de persona por millón de habitantes, que se dedican a la investigación y desarrollo en el sector privado.	I	UNESCO	2013
Calidad general de la infraestructura. Refleja la calidad de la infraestructura general de un país (por ejemplo, transporte, telefonía y energía). Se mide por medio de un índice que va de 1 a 7; donde 1= subdesarrollada y 7 = tan extensa y eficiente como la mejor del mundo	I	Índice de competitividad global.	2013
Protección a los derechos de propiedad intelectual. Mide la solides de un país en proteger los derechos de propiedad intelectual. Se mide por medio de un índice que va de 1 a 7, donde 1 = la protección es débil o inexistente; 7 = la protección es extremadamente estricta	I	Índice de Competitividad Global	2013
Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB). Muestra los gastos corrientes y de capital (público y privado) en actividades de investigación y desarrollo	I	Banco Mundial	2013
Solicitud de patentes residentes PCT por millón de personas Muestra todas las solicitudes de patente presentadas en todo el mundo a través del procedimiento del Tratado de Cooperación en materia de Patentes o en una oficina nacional de patentes por los derechos exclusivos sobre un invento: un producto o proceso que presenta una nueva manera de hacer algo o una nueva solución técnica a un problema.	P	Banco Mundial	2013
Cargos por el uso de propiedad intelectual, recibos (balanza de pagos, US\$ a precios actuales) Millones 2013. Las regalías y tarifas de licencia son cobros entre residentes y no residentes por el uso autorizado de activos intangibles, no financieros, no fabricados, y derechos de propiedad (como patentes, derechos de autor, marcas registradas, procesos industriales y franquicias) y por el uso, en virtud de contratos de licencia, de originales producidos de prototipos (como películas y manuscritos). Datos en US\$ a precios actuales	P	Banco Mundial	2013

Tabla 3

Modelo General						
País	Insumos				Productos	
	Calidad general de la infraestructura 2013	Investigadores dedicados a la CyT por millón de habitantes 2013	Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB 2013	Protección a los derechos de propiedad intelectual 2013	Solicitud de patentes PCT por millón de personas 2013	Cargos por el uso de propiedad intelectual, recibos (balanza de pagos, US\$ a precios actuales) Millones 2013
	índice	indicador	%	índice	indicador	indicador
Alemania	6	4399.67	2.82	5.4	587.17	13562.07
Argentina	3	1193.85	0.62	2.4	15.12	179.90
Austria	6.2	4763.26	2.96	5.5	254.97	1078.87
Bélgica	5.8	4156.24	2.44	5.3	63.94	3356.87
Brasil	3.1	698.10 ^a	1.20	3.3	24.50	368.13
Canadá	5.6	4518.51	1.69	5.7	129.92	4570.79
Chile	4.7	335.28	0.39	3.9	19.47	38.26
China	4.4	1089.19	1.99	4	519.34	886.67
Corea del Sur	5.5	6456.63	4.15	3.7	3172.35	4328.10
Dinamarca	5.8	7088.55	3.02	5.3	238.83	2314.93
España	5.9	2652.55	1.26	3.6	64.91	1175.01
Estados Unidos	5.8	4117.67	2.74	5.4	910.27	128035.00
Estonia	5.2	3338.51	1.73	4.9	18.97	10.08
Finlandia	6.4	7187.93	3.29	6.2	293.44	3541.39
Francia	6.1	4169.85	2.23	5.6	222.58	13169.97
Hungría	5	2522.85	1.40	3.7	64.89	2076.32
India	3.7	156.64 ^a	0.81 ^b	3.7	8.34	445.57
Islandia	6.2	5679.52	1.77	4.8	101.93	91.55
Italia	4.6	1943.47	1.31	3.7	137.91	3700.34
Japón	6.2	5201.32	3.32	6	2132.14	31586.96
Luxemburgo	5.9	4594.53	1.30	6.1	207.97	1615.42
México	4.2	241.80	0.50	3.5	9.87	8.43
Noruega	5.3	5569.45	1.65	5.6	216.75	303.91
Países Bajos	6.3	4561.23	1.95	5.7	137.76	29873.65
Reino Unido	5.3	4185.69	1.66	5.9	233.47	17300.42
República Checa	5	3249.89	1.90	3.9	93.59	388.83
República Eslovaca	4.2	2717.59	0.82	3.8	33.99	26.54
Rusia	4.1	3073.09	1.06	3	200.44	737.89
Singapur	6.3	6665.19	2.01	6.2	211.70	3176.22
Sudafrica	4.5	437.06	0.72	5.3	11.87	119.97
Suecia	5.7	6670.03	3.31	5.5	242.91	7833.21

Notas: a) Para Brasil e India se tomaron datos del último año disponible 2010

b) Para India dato calculado con base en las cifras del Departamen of Science and Technology (DST)

Cuadro 5				
Resumen Estadístico				
Modelo de Creación				
Indicador	Media	Desviación Estándar	Max	Min
Calidad de las instituciones de investigación científica 2013	4.99	0.75	Reino Unido (6.3)	México (3.9)
Protección a los derechos de propiedad intelectual 2013	4.73	1.09	Finlandia y Singapur (6.2)	Argentina (2.4)
Calidad del Sistema Educativo 2013	4.19	0.95	Finlandia (5.9)	Sudafrica (2.2)
Gasto en I+D realizado por el Sector Público como porcentaje del PIB 2013	0.26	0.16	Brasil (0.90)	Chile (0.03)
Investigadores dedicados a la CyT por millón de habitantes 2013	3665.65	2152.62	Finlandia (7187.93)	India (156.64)
Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB 2013	1.87	0.96	Corea del Sur (4.15)	Chile (0.39)
Solicitud de patentes PCT por millón de personas 2013	341.33	660.23	Corea del Sur (3172.35)	India (8.34)
Artículos en publicaciones científicas por millón de personas 2013	1157.24	686.69	Dinamarca (2324.71)	India (69.56)
Modelo de Absorción				
Calidad general de la infraestructura 2013	5.23	0.96	Finlandia (6.4)	Argentina (3)
Capacidad de absorción tecnológica de las empresas 2013	5.30	0.64	Islandia (6.2)	Argentina (4)

Disponibilidad de científicos e ingenieros 2013	4.52	0.60	Finlandia (6.2)	Brasil (3.3)
IED y Transferencia tecnológica 2013	4.71	0.56	Singapur (5.9)	Argentina (3.1)
Gasto en I+D realizado por las empresas como porcentaje del PIB 2013	1.18	0.78	Core del Sur (3.26)	Chile (0.14)
Contratación pública de productos de tecnología avanzada 2013	3.69	0.59	Singapur (5.1)	Argentina (2.5)
Solicitudes de diseños industriales por millón de habitantes 2013	973.26	1173.24	Luxemburgo (6071.5)	India (4.77)
Disponibilidad de las últimas tecnologías 2013	5.66	0.80	Finlandia (6.6)	Argentina (3.8)
Modelo General				
Exportaciones de productos de alta tecnología como porcentaje del exportaciones manufactureras 2013	15.01	8.52	Singapur(46.99)	Sudafrica(5.46)
Cargos por el uso de propiedad intelectual, pagos (balanza de pagos, US\$ a precios actuales) Millones 2013	8900.04	23558.19	Estados Unidos (128035)	México (8.43)



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE EXAMEN DE GRADO

No. 00202

Matrícula: 2163803238

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA
RELATIVA DE LAS CAPACIDADES
TECNOLÓGICAS DE ARGENTINA,
BRASIL, CHILE Y MÉXICO,
FRENTE A PAÍSES
INDUSTRIALIZADOS Y PAÍSES
EMERGENTES, 2013

En la Ciudad de México, se presentaron a las 14:00 horas del día 27 del mes de septiembre del año 2018 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DR. GABRIEL LEOPOLDO YOGUEL
DRA. FLOR BROWN GROSSMAN
DRA. GEORGINA ALENKA GUZMAN CHAVEZ

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretaria la última, se reunieron para proceder al Examen de Grado cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

MAESTRO EN ESTUDIOS SOCIALES (ECONOMÍA SOCIAL)

DE: JUAN CARLOS VILCHIS FLORES



JUAN CARLOS VILCHIS FLORES
ALUMNO

y de acuerdo con el artículo 78 fracción III del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

APROBAR

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó al interesado el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.

REVISÓ

LIC. JULIO CESAR DE LARA ISASSI
DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CSH

DR. JUAN MANUEL HERRERA CABALLERO

PRESIDENTE

DR. GABRIEL LEOPOLDO YOGUEL

VOCAL

DRA. FLOR BROWN GROSSMAN

SECRETARIA

DRA. GEORGINA ALENKA GUZMAN CHAVEZ