



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

UNIDAD IZTAPALAPA

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

**“ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA DE PAÍSES
EMERGENTES. BRASIL, MÉXICO, CHINA E INDIA,
1996-2015”**

Tesis Doctoral

PRESENTA

KARINA MALDONADO CARBAJAL

PARA OPTAR EL GRADO

DE DOCTORA EN ESTUDIOS SOCIALES

(LÍNEA ECONOMÍA SOCIAL)

Directora: Dra. G. Alenka Guzmán Chávez

Ciudad de México, septiembre de 2018

RESUMEN

El objetivo de esta investigación doctoral es caracterizar la especialización tecnológica de países emergentes de América Latina y Asia durante 1996-2015, en el contexto de los enfoques: evolucionista, de los sistemas nacionales y sectoriales de innovación, y de capacidades tecnológicas. Se busca contribuir al estudio de las diferencias o similitudes de los patrones de innovación tecnológica de Brasil y México China e India, medir su especialización tecnológica y encontrar evidencia de los factores que explican tal especialización relativa y su efecto en el desempeño industrial. Asimismo, proponer algunas políticas dirigidas a fortalecer tal desempeño. Encontramos que en China e India su especialización tecnológica es más concentrada, mientras en Brasil y México es más dispersa. Además, las VTR de los países latinoamericanos se ubican especialmente en tecnologías maduras y relacionadas con recursos naturales; a su vez, las VTR de los países asiáticos se aglomeran en tecnologías en las áreas de TIC y electrónica. Igualmente, los hallazgos del estudio empírico sugieren que el grado de especialización tecnológica de los países estudiados se asocia a: i) investigadores en I+D; ii) disponibilidad de científicos e ingenieros; iii) absorción tecnológica a nivel de empresa; iv) calidad de las instituciones de investigación científica, y v) relación entre IED y transferencia de tecnología. También identificamos que i) la capacidad de absorción del conocimiento de frontera; ii) la capacidad inventiva; iii) la cooperación tecnológica; iv) las novedades, y v) la participación de las empresas, influyen en las ventajas tecnológicas en ciertas clases tecnológicas.

Palabras clave: Especialización tecnológica; países emergentes; factores de ventajas tecnológicas relativas; SNI, y políticas industriales.

ABSTRACT

The aim of this PhD research is to characterize the technological specialization of Latin American and Asian emerging countries during 1996-2015, in the context of the approaches: evolutionist, national and sectoral systems of innovation, and technological capabilities. We look for contributing to the study the differences or similarities in the technological innovation patterns of Brazil and Mexico, China and India , to measure their technological specialization, to find evidence of the factors behind such relative specialization and their effect on the industrial performance. Therefore, we will propose some policies to strengthen their industrial performance. We find out that the technological specialization of China and India is more concentrated, while in that one of Brazil and Mexico it is more dispersed. In addition, the RTA of Latin American countries are located especially in mature technologies and related to natural resources; in turn, the RTA of Asian countries are agglomerated in technologies in the areas of ICT and electronics. Likewise, the findings of the empirical study suggest that the degree of technological specialization of the countries studied is associated with: i) researchers in R&D; ii) availability of scientists and engineers; iii) technology absorption at company level; iv) quality of scientific research institutions, and v) relationship between FDI and technology transfer. We also identify that : i) ability to absorb frontier knowledge; ii) inventive capacity; iii) technological cooperation; iv) news, and v) participation of companies have influence on the technological advantages in some technological classes.

Key words: Technological specialization; emerging countries; factors of relative technological advantages; NSI and industrial policies.

*A mi esposo, **Sariel**,
por su amor, apoyo y comprensión.*

*A mi hijo, **Marcelo**,
por llenar de ternura y alegría
cada día de nuestra vida.*

*A mi madre, **Carmen**, y a toda mi familia,
por su apoyo incondicional y tanto cariño
a pesar de la distancia.*

*A mi maestra, **Alenka**,
por su ejemplo, apoyo y motivación
en todo momento.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento por todo el apoyo que recibí durante cuatro años en el contexto del Programa de Doctorado en Estudios Sociales en la línea de Economía Social. La realización de esta tesis doctoral no hubiera sido posible sin el apoyo de varias personas, quienes participaron leyendo, opinando, corrigiendo, teniéndome paciencia y dándome ánimo. Quiero agradecerles a todos ellos por cuanto han hecho por mí y para que este trabajo saliera adelante.

Quedo especialmente agradecida con mi tutora, la Dra. G. Alenka Guzmán Chávez, por la confianza, por la paciencia y por su dirección. Asimismo, por sus correcciones y observaciones realizadas minuciosamente y haberme dado la posibilidad de mejorar este trabajo en cada trimestre.

Igualmente, expreso mi agradecimiento al Dr. José Gabriel Porcile Meirelles por su apoyo durante todo el doctorado y durante mi estancia en Santiago de Chile en la Escuela de Verano Sobre Economías Latinoamericanas 2015 de la CEPAL. Sus observaciones y recomendaciones nutrieron en gran medida este trabajo.

También, agradezco al Dr. Manuel Lara Caballero por su tiempo destinado a la lectura de mis avances y sus pertinentes comentarios y recomendaciones, los cuales fueron de gran importancia para la conclusión de la tesis.

Asimismo, mi gratitud para la Dra. Flor Brown Grossman por su colaboración y recomendaciones sobre el desarrollo de la metodología empírica de esta investigación. Valoro y agradezco mucho su ayuda.

Finalmente, agradezco el apoyo constante de la Coordinación del Doctorado en Estudios Sociales y la Coordinación de la línea de Economía Social, y el apoyo financiero del CONACYT mediante la beca que me fue otorgada.

ÍNDICE GENERAL

Introducción	15
Capítulo 1: La Especialización Tecnológica. Una Revisión de la Literatura	23
1.1. Enfoques teóricos de la especialización	25
1.2. La especialización tecnológica.....	28
1.3. Enfoques teóricos de la especialización tecnológica	31
1.3.1. Enfoque económico evolucionista	31
1.3.1.1. ¿Por qué innovan las empresas?	37
1.3.1.2. ¿Cómo se entiende a la especialización tecnológica bajo el enfoque evolucionista?	43
1.3.2. Enfoque de capacidades:.....	44
1.3.2.1. Capacidades tecnológicas a nivel de empresa.....	44
1.3.2.2. Capacidades tecnológicas a nivel nacional	47
1.3.2.3. Capacidades tecnológicas de los países en desarrollo.....	49
1.4. Especialización tecnológica en el marco de los sistemas de innovación	52
1.4.1. Sistema Nacional de innovación	52
1.4.2. Sistemas sectoriales de innovación.....	55
1.4.3. La dinámica de los sistemas de innovación y la construcción de capacidades tecnológicas	58
1.4.4. Determinantes de la especialización en el contexto de los sistemas de innovación.....	61
1.4.5. Especialización tecnológica en el marco de los sistemas de innovación en países en desarrollo	71
1.4.5.1. Sistema nacional de innovación en países en desarrollo	72
1.4.5.2. Caracterización de los sistemas nacionales de innovación en países en desarrollo	75
1.4.5.3. Imitar antes de innovar	79
1.4.5.4. La política industrial y la especialización tecnológica.....	81
1.4.5.4.1. La política industrial	83
1.4.5.4.2. ¿la política industrial puede afectar a la especialización tecnológica?	85
1.4.5.4.3. Experiencias de política industrial	86
1.4.5.5. Las empresas transnacionales y la especialización tecnológica	88
1.4.5.5.1 Las empresas transnacionales.....	90
1.4.5.5.2. La Inversión extranjera directa.....	92
1.4.5.5.3. Estrategias de Internacionalización.....	94
1.4.5.5.4. Posturas políticas	97
1.4.5.5.5. Beneficios para los países anfitriones de las actividades tecnológicas de las empresas transnacionales.....	98
1.4.5.5.6. La influencia de las empresas transnacionales en la especialización tecnológica.....	100

1.5. Medición de la especialización tecnológica	105
1.5.1. Pertinencia del uso de patentes	114
1.5.2. Clasificación de patentes.....	117
1.6. Evidencia empírica	120
1.7. Consideraciones finales.....	131
Capítulo 2: ¿Construyen capacidades tecnológicas y de innovación los países emergentes?	
.....	136
2.1. Las economías de Brasil y México, China e India en el contexto mundial	136
2.2.1. Contexto histórico en Latinoamérica	138
2.2.1.1. Reformas económicas de Brasil.....	140
2.2.1.2. Reformas económicas de México.....	143
2.2.2. Reformas económicas de China	146
2.2.3. Reformas económicas de India	150
2.2. Capacidades industriales	151
2.2.1. Parque industrial.....	152
2.2.1.1. Naturaleza de las empresas.....	152
2.2.1.2. Empresas transnacionales e inversión extranjera directa	156
2.2.2. Producción y crecimiento sectorial.....	163
2.2.3. Balanza comercial sectorial	166
2.3. Capacidades institucionales, científicas y tecnológicas.....	172
2.3.1. Esfuerzos institucionales	172
2.3.1.1. Sistema de propiedad intelectual	176
2.3.2. Políticas científicas y tecnológicas.....	179
2.3.2.1. Políticas científicas, tecnológicas y de innovación en Brasil.....	179
2.3.2.2. Políticas científicas y tecnológicas y de innovación en México	181
2.3.2.3. Políticas científicas y tecnológicas y de innovación en China	184
2.3.2.4. Políticas científicas y tecnológicas y de innovación en India	188
2.3.3. Capacidades educativas y de capital humano.....	190
2.3.3.1. Educación y formación	190
2.3.4. Esfuerzos de investigación y desarrollo.....	192
2.4. Producción científica y tecnológica.....	195
2.4.1. Artículos científicos: producción y difusión	195
2.4.2. Patentes: dependencia tecnológica y difusión de conocimiento tecnológico	196
2.5. Taxonomía de los sistemas nacionales y sectoriales de innovación.....	198
Capítulo 3: Perfiles de especialización tecnológica de Brasil, México, China e India.....	202
3.1. Metodología	202

3.1.1. Datos y fuente de información:	203
3.2. Patentes registradas en la USPTO	203
3.3. Las patentes de Brasil, México, China e India	206
3.4. Medición de la especialización tecnológica sectorial	209
3.5. Medición del grado de especialización tecnológica.....	216
3.6. Conclusiones.....	220
Capítulo 4: Factores de la especialización tecnológica de Brasil, México, China e India	224
4.1. Metodología	226
4.2. Factores que influyen en el grado de la especialización tecnológica de Brasil, México, China e India.	226
4.2.1. Datos y fuentes de información	229
4.2.2. Modelo panel.....	233
4.2.2.1. Especificación general de un modelo con datos de panel.....	233
4.2.3. Propuesta de modelo panel para estimar el grado de especialización tecnológica	235
4.2.3.1. Estimación del modelo panel para el grado de especialización tecnológica	242
4.3. Factores que determinan las ventajas tecnológicas de Brasil, México, China e India.	246
4.3.1. Datos y fuentes de información	246
4.3.1.1. Obtención de la muestra.....	247
4.3.2. Naturaleza de la actividad inventiva en Brasil, México, China e India	249
4.3.3. Especificación general de un modelo de mínimos cuadrados ordinarios	255
4.3.4. Especificación del modelo econométrico para estimar las ventajas tecnológicas reveladas.....	256
4.3.5. Estimación del modelo econométrico de las ventajas tecnológicas reveladas.....	259
4.4. Conclusiones.....	264
Capítulo 5: Conclusiones generales y recomendaciones de política	266
Referencias bibliográficas:	276
Anexo 1: Documento de patente publicado en la página web de la USPTO	300
Anexo 2: Patentes registradas en la USPTO por clase tecnológicas.....	301
Anexo 3: Índices de Ventaja Tecnológica Revelada por países.....	306
Anexo 4: Clases con ventajas tecnológicas reveladas, por periodo y país.	318
Anexo 5: Códigos para cada clase tecnológica según la Clasificación Internacional de Patentes de la WIPO.....	321

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Capacidades tecnológicas a nivel de empresa</i>	47
Tabla 2. <i>Estrategias de países en desarrollo. Evidencia empírica</i>	51
Tabla 3. <i>Comparación de los Sistemas de Innovación en países desarrollados y países en desarrollo</i>	78
Tabla 4. <i>Enfoques de la Política Industrial</i>	82
Tabla 5. <i>Experiencias de política industrial, Estados Unidos, Japón e Italia</i>	87
Tabla 6. <i>Estudios que usaron datos de patentes</i>	115
Tabla 7. <i>Clasificación de patentes en categorías y subcategorías tecnológicas</i>	119
Tabla 8. <i>Medición de la especialización tecnológica en diferentes estudios</i>	124
Tabla 9. <i>Estudios sobre especialización tecnológica en relación a otros conceptos</i>	129
Tabla 10. <i>Brasil, México, China e India: Características de las empresas</i>	153
Tabla 11. <i>Brasil, México, China e India: Características de las empresas, según tamaño de las empresas</i>	154
Tabla 12. <i>Brasil, México, China e India: Principales obstáculos a los que se enfrentan las empresas</i>	155
Tabla 13. <i>Brasil y México: Producción por sectores, 2013</i>	163
Tabla 14. <i>China e India: Producción por sectores, 2013, 2014</i>	164
Tabla 15: <i>Brasil, México, China e India: Tasa de crecimiento promedio anual por industria, 2005-2013</i>	165
Tabla 16. <i>Brasil, México, China e India: Indicadores de instituciones, 2006-2007 y 2015-2016</i>	173
Tabla 17. <i>Brasil: Principales políticas científicas y tecnológicas</i>	180
Tabla 18. <i>México: Principales políticas científicas y tecnológicas</i>	183
Tabla 19. <i>China: Principales políticas relacionadas con la innovación</i>	186
Tabla 20. <i>India: Principales políticas de ciencia y tecnología</i>	189
Tabla 21. <i>Brasil, México, China e India: Indicadores de educación y formación, 2006-2007 y 2015-2016</i>	191
Tabla 22. <i>Brasil, México, China e India: Indicadores de adopción tecnológica e innovación, 2006-2007 y 2015-2016</i>	194

Tabla 23. <i>Brasil, México, China e India: Artículos científicos, según área científica, 1996-2015</i>	195
Tabla 24. <i>Brasil, México, China e India: Citas de artículos científicos, 1996-2015</i>	196
Tabla 25. <i>Brasil, México, China e India: Taxonomía de los sistemas nacionales y sectoriales de innovación</i>	199
Tabla 26. <i>USPTO: Patentes, según nacionalidad del propietario, 1996-2015</i>	204
Tabla 27. <i>USPTO: Clases tecnológicas según tasa de crecimiento promedio anual</i>	205
Tabla 28. <i>Brasil, México, China e India: Distribución de patentes, según clase tecnológica, 1996-2015</i>	208
Tabla 29. <i>Brasil, México, China e India: principales clases tecnológicas, 1996 y 2015</i>	209
Tabla 30. <i>Correlación de índices de VTR, según universo, periodo y país</i>	211
Tabla 31. <i>Brasil: Clases tecnológicas con ventajas tecnológicas reveladas, 1996-2015</i>	213
Tabla 32. <i>México: Clases tecnológicas con ventajas tecnológicas reveladas, 1996-2015</i>	214
Tabla 33. <i>China: Clases tecnológicas con ventajas tecnológicas reveladas, 1996-2015</i>	215
Tabla 34. <i>India: Clases tecnológicas con ventajas tecnológicas reveladas, 1996-2015</i>	215
Tabla 35. <i>Brasil, México, China e India: Valores Chi cuadrado, 1996-2015</i>	216
Tabla 36. <i>Brasil, México, China e India: Índice de Krugman, 1996-2015</i>	217
Tabla 37. <i>Brasil, México, China e India: Coeficientes de variación de los índices de VTR, 1996-2015</i>	218
Tabla 38. <i>Brasil, México, China e India: Coeficiente de Gini, 1996-2015</i>	218
Tabla 39. <i>Brasil, México, China e India: Correlaciones de los indicadores del grado de especialización tecnológica, 1996-2015</i>	220
Tabla 40. <i>Brasil, México, China e India: Indicadores del grado de especialización tecnológica, 1996-2015</i>	230
Tabla 41. <i>VARIABLES INDEPENDIENTES, DESCRIPCIÓN, UNIDADES DE MEDIDA Y FUENTES DE INFORMACIÓN</i>	231
Tabla 42. <i>Estadística descriptiva de las variables del modelo de la especialización tecnológica nacional</i>	241
Tabla 43. <i>Brasil, México, China e India: Estimación del modelo panel para el grado de especialización tecnológica, 1996-2015</i>	242
Tabla 45. <i>Tamaño de la muestra de microdatos de Patentes, según país y clase tecnológica</i>	248

Tabla 46. <i>Brasil, México, China e India: Microdatos de patentes</i>	251
Tabla 47. <i>Brasil, México, China e India: Distribución de patentes, según tipo de titular, 2011-2015</i>	253
Tabla 48. <i>Estadística descriptiva de las variables del modelo sectorial</i>	259
Tabla 49. <i>Brasil, México, China e India: Estimación del modelo econométrico de las ventajas tecnológicas reveladas, 2011-2015</i>	260

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1.</i> Capacidades tecnológicas a nivel de empresa.	48
<i>Ilustración 2.</i> Esquema de Sistema Nacional de Innovación.	54
<i>Ilustración 3.</i> Esquema de Sistema Sectorial de Innovación.	56
<i>Ilustración 4.</i> Factores que influyen en la especialización tecnológica.	62
<i>Ilustración 5.</i> Dinámica de los Sistemas Nacionales de Innovación, según tipo de países.	74
<i>Ilustración 6.</i> Relación entre patentes, la invenciones e innovaciones.	116
<i>Ilustración 7.</i> Clasificación Internacional de Patentes	118
<i>Ilustración 8.</i> Diagrama para encontrar la especificación correcta utilizando datos de panel	235

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1.</i> Crecimiento del PIB, según países, 2000-2015	137
<i>Gráfico 2.</i> Ingreso per cápita, según países, 2000-2015.....	138
<i>Gráfico 3.</i> Brasil y México: Crecimiento económico y hechos importantes	143
<i>Gráfico 4.</i> China e India: Crecimiento y hechos importantes	150
<i>Gráfico 5.</i> Brasil, China, India y México: IED en millones de dólares, 1990-2014.....	158
<i>Gráfico 6.</i> Brasil, China, India y México: Principales países inversores de la IED, por países. .	160
<i>Gráfico 7.</i> Brasil, China, India y México: Principales sectores de destino de la IED, por países.	162
<i>Gráfico 8.</i> Brasil, México, China e India: Exportaciones por sector, 2000 y 2015.	167
<i>Gráfico 9.</i> Brasil, México, China e India: Balanza comercial (%PIB), 2000-2016.....	168
<i>Gráfico 10.</i> Brasil: Balanza comercial sectorial, 2015.....	169
<i>Gráfico 11.</i> México: Balanza comercial sectorial, 2015.....	170
<i>Gráfico 12.</i> China: Balanza comercial sectorial, 2015.....	171
<i>Gráfico 13.</i> India: Balanza comercial sectorial, 2015.....	172
<i>Gráfico 14.</i> Brasil, México, China e India: Gasto en educación como porcentaje de PIB, 2000- 2012.....	190
<i>Gráfico 15.</i> Brasil, México, China e India: Graduados de educación superior por millón de habitantes, 2000 y 2012.....	191
<i>Gráfico 16.</i> Brasil, México, China e India: Gasto en I+D como porcentaje del PIB, 2000-2013	192
<i>Gráfico 17.</i> Brasil, México, China e India: Porcentaje del gasto en I+D realizado por las empresas	193
<i>Gráfico 18.</i> Brasil, México, China e India: Investigadores en I+D por millón de habitantes, 2000- 2013.....	194
<i>Gráfico 19.</i> Brasil, México, China e India: Patentes registradas en oficinas nacionales y en el extranjero, 2000-2014	197
<i>Gráfico 20.</i> Brasil, China, India y México: Patentes concedidas en USPTO, 1996-2015.....	207
<i>Gráfico 21.</i> Universos de referencia para el cálculo de los índices de VTR.....	210
<i>Gráfico 22.</i> Brasil, México, China e India: Grado de especialización tecnológica, 1996-2015..	219

<i>Gráfico 23.</i> Brasil, México, China e India: Grado de especialización tecnológica observado y estimado	244
<i>Gráfico 24.</i> Brasil, México, China e India: Distribución de patentes compartidas, según tipo de titular	254
<i>Gráfico 25.</i> Brasil, México, China e India: Índices de ventajas tecnológicas reveladas observadas y estimadas, 2011-2015.....	262

INTRODUCCIÓN

El objetivo general de esta investigación es estudiar la especialización tecnológica de países emergentes de América Latina y Asia. En particular nos proponemos: i) caracterizar las capacidades científicas y tecnológicas y el desempeño industrial de Brasil, México, China e India.; ii) estimar la especialización tecnológica y analizar las actividades de innovación de los cuatro países por clase tecnológica de patentes; iii) identificar los factores que explican tal especialización tecnológica, y v) proponer políticas que fortalezcan la especialización tecnológica y, en consecuencia, el desempeño industrial. El análisis se desarrolla en el contexto de los sistemas nacionales y sectoriales de innovación.

El estudio de la especialización tecnológica puede tomar diferentes caminos de análisis, tales como: a nivel sectorial permite identificar los sectores en los que cada país goza con ventajas tecnológicas relativas o desventajas tecnológicas respecto a los demás países. Mientras que a nivel nacional se pueden observar las correlaciones existentes entre la especialización tecnológica de un país y las tendencias mundiales. Además, permite advertir las actividades de internacionalización de los innovadores del país.

En ese sentido la utilidad de estudiar la especialización tecnológica yace en la comprensión del fortalecimiento y el debilitamiento de los países en el ámbito tecnológico a nivel mundial. Esto en la medida que se puede discernir entre las tendencias tecnológicas mundiales y las de cada país, a nivel nacional y sectorial. A su vez, la comprensión y el diagnóstico de la especialización tecnológica puede aportar información valiosa para el diseño de políticas que impulsen el desarrollo económico, industrial y tecnológico de los países.

Analizar la especialización tecnológica también nos permite explicar otros fenómenos que tienen alto impacto en las economías de los países. Según sugieren varios autores los diferenciales de especialización tecnológica entre países permiten explicar sus diferenciales de productividad y de crecimiento económico (Smith, 1776; Porter, 1991; Pianta & Meliciani, 1996).

Igualmente otros estudios han coincidido en que las brechas de crecimiento se asocian a los niveles de conocimiento y desarrollo tecnológico que son heterogéneos entre países (Fagerberg, 2000; Peneder, 2003; Archibugi & Coco, 2005; Holland y Porcile, 2005). En este caso, la heterogeneidad tecnológica significa que los países no son competitivos en todas las

industrias, sino tienen ventajas en unas industrias y desventajas en otras (Porter, 2007). De tal manera la especialización tecnológica se vincula a la competitividad¹.

Los hechos estilizados muestran que aquellos países con mayor especialización, tienden a mayores niveles de productividad y, en consecuencia, de crecimiento y competitividad internacional. Pero, la especialización tecnológica no ocurre automáticamente. En un ámbito de competencia entre firmas o incluso en presencia de mercados monopólicos u oligopólicos, las estrategias que adoptan las firmas pueden ser decisivas en el tipo de especialización tecnológica y productiva que desarrollen.

En el entorno meso, las políticas industriales y sectoriales favorecerán el desarrollo de ventajas relativas de las empresas (Rodrik, 2004). Así, los gobiernos interactúan en el marco de los sistemas nacionales y sectoriales de innovación con las firmas y demás agentes. Con base en la identificación de las fortalezas y las debilidades de los diferentes sectores productivos y la evaluación de sus respectivas capacidades tecnológicas, la puesta en marcha de diferentes instrumentos de política son cruciales para desarrollar la especialización tecnológica (Archibugi & Pianta, 1991).

En este contexto, la especialización tecnológica ha sido estudiada por diversos economistas desde diferentes perspectivas de análisis y variables explicativas. En una gran parte de los estudios prevalece el uso del índice de Ventaja Tecnológica Revelada (VTR) para la medición de la especialización tecnológica a nivel sectorial, esto debido a la cantidad de información que rescatar tal índice.

En contraste, para el análisis de la especialización tecnológica a nivel nacional los estudios se han valido de una variedad de indicadores. Aunque es su mayoría usaron como fuente de datos los índices de VTR. Los indicadores más empleados fueron: valores Chi cuadrado (Archibugi & Pianta, 1991, 1992), coeficiente de Gini (Mancusi, 2001), Índice de Hirschmann (Ruiz, 2013a), índice de especialización de Krugman (Picci & Savorelli, 2012, 2013) e índice de Herfindah (Wong & Singh, 2005).

Entre los principales hallazgos que encontraron Archibugi y Pianta (1992), se verifica una relación inversa entre el tamaño tecnológico de los países y el grado de especialización. Además, se muestran considerables diferencias entre los perfiles de especialización tecnológica en el

¹ Cabe señalar que la competitividad de una nación dependerá de la capacidad de su industria para innovar asociada a su especialización tecnológica, ésta a su vez se asocia a las habilidades que se desarrollan en la división del trabajo que se fortalecen con el tamaño del mercado (Smith, 1776).

interior de los países y sus perfiles en los mercados externos. Posteriormente, este último resultado es contradicho por Picci y Savorelli (2012, 2013), donde se afirma que los perfiles de especialización tienden a reflejarse en las actividades inventivas internacionales. Esta discordancia podría deberse a que los estudios se realizaron en diferentes grupos de países. Por lo que los resultados contrarios se podrían explicar a partir de ciertas características nacionales que no han sido contempladas en los estudios mencionados.

En el análisis de las características tecnológicas nacionales y su relación con la especialización tecnológica, Malerba, Mancusi y Montobbio (2001) encontraron que la especialización tecnológica de un país en una clase tecnológica específica se asocia con la calidad y la dirección de los flujos de conocimiento a través de las tecnologías dentro del país. También, señalan que la especialización en I+D influye significativamente en la especialización tecnológica. Este trabajo representa un avance muy importante en el uso de microdatos de patentes para analizar y comprender la especialización tecnológica, sin embargo, no ha explotado todo el conjunto de datos que puede ofrecer una base de patentes y, por ende, los posibles estudios que se pueden realizar a partir de esta importante fuente de información.

Los estudios de países emergentes se han orientado básicamente a la estimación de los niveles de especialización tecnológica, de tal forma que prestan menos atención a los factores determinantes de dicha especialización tecnológica, tal es el caso de Morales y Sifontes (2012), los autores encontraron que los países latinoamericanos presentan al menos una ventaja tecnológica, sin embargo, éstas no son estables en el tiempo. Es decir, algunas ventajas disminuyeron, incluso hasta llegar a convertirse en desventajas, mientras, en otros casos se ven mejoras que posiblemente pasen a ser ventajas en el futuro.

Sin embargo, también tenemos otros estudios como el de Ruiz (2013a), la autora señala que no existe un único patrón de convergencia entre países latinoamericanos y asiáticos, los países latinoamericanos responden a un patrón de especialización en tecnologías vinculadas a recursos naturales, mientras los países asiáticos explotan el paradigma electrónico.

Bajo esta perspectiva el estudio de la especialización tecnológica no sólo nos permite medir las ventajas o las desventajas tecnológicas relativas que tienen los países en sus diferentes sectores industriales frente a otros, sino que además nos permite identificar los factores asociados a ésta que pueden ser cruciales en su determinación y orientación.

De tal manera que este diagnóstico puede ser una importante fuente de información para el diseño de políticas industriales. Especialmente en un contexto de economías abiertas, que se caracterizan por enormes flujos de conocimiento tecnológico, donde las políticas industriales deben fomentar el desarrollo de las capacidades tecnológicas, incluyendo las capacidades de absorción y de innovación.

Por lo tanto la especialización tecnológica adquiere mayor importancia económica, especialmente cuando el nuevo conocimiento se traduce en la creación de valor que conduce a la creación de nuevas estructuras productivas y ventajas competitivas. Lo que al mismo tiempo se asocia al fortalecimiento de las capacidades tecnológicas, con efectos positivos sobre el desempeño económico.

Por lo expuesto, esta investigación tiene el propósito de analizar la especialización tecnológica de Brasil y México en comparación a dos países emergentes de Asia, China e India. Elegimos Brasil y México porque son las dos economías más industrializadas de América Latina, que además se han caracterizado por una política industrial activa, tanto durante la etapa de industrialización sustitutiva de importaciones (ISI) como desde mediados de los años ochenta durante la liberalización comercial y la promoción de exportaciones manufactureras.

Así, nos interesa analizar la especialización tecnológica en innovaciones de manera comparativa de estos dos países de América Latina en relación a dos países asiáticos que auguran un potencial enorme en capacidades tecnológicas y representan un reto en la competencia en los mercados internacionales. Por lo cual el contexto del análisis se sitúa en un mercado extranjero, específicamente en el mercado estadounidense, donde tanto países avanzados como países emergentes buscan ingresar y competir en el mismo espacio.

Conforme a dicho objetivo central nos planteamos los siguientes objetivos específicos: i) caracterizar las capacidades científicas y tecnológicas y el desempeño industrial de Brasil, México, China e India en el periodo 1996-2015; ii) estimar la especialización tecnológica relativa de Brasil, México, China e India por clases tecnológicas en el periodo 1996-2015; iii) identificar los factores que explican las diferencias en los perfiles de especialización tecnológica de Brasil, México, China e India, y iv) analizar los factores que determinan que un sector tecnológico cuente con una ventaja tecnológica.

En tal sentido, las preguntas centrales que dirigen el trabajo empírico de esta investigación son las siguientes: i) ¿cuáles son los sectores en los que tienen ventajas tecnológicas reveladas Brasil y México en relación a China e India?; ii) ¿cuáles son los factores que explican las diferencias en los perfiles de especialización tecnológica de Brasil y México en relación a China e India?, y iii) ¿cuáles son los factores que determinan que un sector tecnológico cuente con una ventaja tecnológica en Brasil, México, China e India?

Con la finalidad de responder las mencionadas preguntas de investigación suscribimos las siguientes hipótesis, en las cuales se espera que:

H.1. Brasil y México tengan ventajas tecnológicas reveladas, en relación a países emergentes de Asia, en tecnologías maduras y relacionadas con los recursos naturales, y desventajas en tecnologías vinculadas a las TIC² y al paradigma electrónico;

H.2. el grado de especialización tecnológica relativa de Brasil, México, China e India esté asociada a los siguientes factores: i) disponibilidad de capital humano; ii) capacidades de las empresas; iii) fortaleza de las instituciones; iv) presencia de empresas multinacionales, e v) indicadores económicos, y

H.3. las variables que determinan que un sector tecnológico cuente con una ventaja tecnológica sean: la acumulación de conocimiento tecnológico, la capacidad de absorción de conocimiento tecnológico de frontera, el vínculo con el sector académico, amplitud tecnológica, capacidad inventiva, la cooperación tecnológica, el valor tecnológico, novedades y la participación de las firmas en las patentes.

De manera puntual, esta investigación reivindica las siguientes contribuciones metodológicas:

- i. Medición de la especialización tecnológica sectorial y nacional de Brasil, México, China e India durante dos décadas, dividido en periodos de 5 años, en 35 clases tecnológicas de patentes.
- ii. Estimación y comparación de diferentes indicadores para evitar posibles rezagos de cada indicador.

² Tecnologías de la información y la comunicación.

- iii. La construcción de una base de datos a partir de la patentes registradas en la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO por su siglas en inglés) y otras fuentes de datos.
- iv. Identificación de los factores que determinan la especialización tecnológica de estos países mediante dos modelos econométricos empleando diferentes variables, incluyendo los microdatos de patentes.

En tal sentido, la tesis está compuesta por el apartado introductorio, cuatro capítulos y un capítulo final de conclusiones y recomendaciones de política. Cada capítulo será descrito a continuación.

El capítulo 1 corresponde a la exposición del marco teórico, conceptual y empírico que sirve de sustento para el desarrollo de la tesis doctoral, y se organiza en siete secciones. Primeramente se revisan los antecedentes teóricos mediante los cuales se ha abordado el análisis de la especialización. Enseguida se conceptualiza la especialización tecnológica y su importancia con base en diferentes autores y propuestas propias de la investigación.

Posteriormente, tras una revisión del estado del arte, se expone el marco teórico, en particular los enfoques teóricos: i) evolucionista; ii) capacidades y, iii) enfoque sistémico. Además, se identifican los factores que están asociados a la especialización tecnológica y a los patrones de especialización en el marco de las capacidades tecnológicas, nacionales y a nivel de empresa, y los sistemas de innovación, tanto nacionales como sectoriales.

Igualmente, se señalan las características propias de los países en desarrollo, dada la naturaleza de los países involucrados en esta tesis. Por tal razón se enfatiza en tres elementos cruciales: la política industrial, las empresas transnacionales y la inversión extranjera directa.

El apartado concerniente a la política industrial incluye una revisión de su concepto, su justificación teórica y las perspectivas de los estudiosos. También presentamos algunas experiencias de política industrial y su relación con la especialización tecnológica.

En lo relativo a las empresas transnacionales y la inversión extranjera directa, se revisan los conceptos y se presentan las estrategias emprendidas por este tipo de empresas y las posturas políticas tomadas por los agentes de los países de origen y de los países receptores. Además, se revelan algunos beneficios para los países anfitriones provenientes de las actividades tecnológicas de las empresas transnacionales.

Adicionalmente, se revisan las propuestas metodológicas para la medición de la especialización tecnológica, tanto a nivel sectorial como nacional cuestionando la pertinencia del uso de patentes y los diferentes criterios de clasificación a nivel de clases tecnológicas. Finalmente, se revisan los antecedentes empíricos que ofrecen evidencia del análisis de la especialización tecnológica para determinados grupos de países y algunos estudios específicos que incluyen a Brasil, México, China o India. Concluimos el capítulo con algunas reflexiones desprendidas del contenido del mismo.

En el capítulo 2 se realiza un análisis comparativo del marco en el cual Brasil, México, China e India cimientan su especialización tecnológica. En particular, se comparan las capacidades y los resultados que lograron a la luz de las medidas de política pública que emplearon estos cuatro países.

El capítulo se compone por 4 secciones. En primer lugar se contextualizan las cuatro economías en el panorama mundial, además, se identifican las principales características de sus procesos de reforma económica en las últimas décadas.

Seguidamente, se examinan las capacidades nacionales en el ámbito industrial, institucional, científico y tecnológico de manera comparativa. Asimismo, se identifican las políticas de ciencia y tecnología. Más adelante se muestra evidencia de los resultados del desempeño científico y tecnológico. Finalmente, se presenta una taxonomía como base en la revisión de capacidades y resultados.

El capítulo 3 corresponde a la primera parte del trabajo empírico de la tesis, este capítulo incluye 6 secciones. En el principio se describe la metodología con la que se elabora el capítulo. Luego, con base en la información de las patentes de la USPTO se identifican las clases tecnológicas con mayor dinamismo y las que se estancaron durante 1996-2015, así como la nacionalidad de los titulares de las patentes.

Igualmente, se muestran las patentes registradas por titulares brasileños, mexicano, chinos e indios, y su evolución. Más adelante se define el universo de patentes para la estimación de la especialización tecnológica sectorial y los perfiles de especialización tecnológica.

La estimación de la especialización tecnológica sectorial se realiza a partir de los índices de ventaja tecnológica revelada para las 35 clases tecnológicas en los periodos: 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010 y 2011-2015. Después los índices de VTR se distribuyen de acuerdo a la

distribución de las clases tecnológicas con mayor y menor dinamismo registradas en el total de patentes de la USPTO.

Además, se identifican los perfiles de especialización tecnológica con base en los índices de ventaja tecnológica revelada calculados en el apartado anterior y la distribución de patentes, mediante cuatro indicadores. Por último, subrayamos algunas reflexiones del trabajo empírico realizado en el capítulo.

En el capítulo 4 se estiman dos modelos econométricos, el primer modelo corresponde a los perfiles de especialización tecnológica y el segundo modelo corresponde a la especialización tecnológica sectorial. Este capítulo está conformado de 4 secciones. Primeramente, se establece la metodología a seguir para la estimación e interpretación de ambos modelos.

Luego, nos ocupamos del primer modelo, el cual intenta identificar los factores asociados a los perfiles de especialización tecnológica relativa de Brasil, México, China e India mediante un modelo de panel de datos. Los factores considerados son: disponibilidad de capital humano, capacidades de las empresas, fortaleza de las instituciones, presencia de empresas multinacionales, e indicadores económicos.

Más adelante, con el segundo modelo se intenta comprobar que los factores que determinan que un sector tecnológico cuente con una ventaja tecnológica revelada son: acumulación de conocimiento tecnológico, capacidad de absorción de conocimiento tecnológico de frontera, vínculos con el sector académico, amplitud tecnológica, capacidad inventiva, cooperación tecnológica, valor tecnológico, novedades y participación de las firmas en las patentes. La base empleada en este modelo se obtiene a partir de una muestra de microdatos de patentes para los cuatro países y para las clases tecnológicas con ventajas. Cerramos el capítulo destacando los resultados obtenidos del trabajo empírico.

Finalmente, el capítulo 5 corresponde a las conclusiones generales de la investigación, a las recomendaciones de política y a propuestas de investigaciones futuras.

CAPÍTULO 1

LA ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA. UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

El propósito de este capítulo es exponer el marco teórico, conceptual y empírico en el que se desarrolla esta tesis doctoral. Específicamente buscamos ilustrar cómo los países cimientan capacidades tecnológicas relativas en el contexto de los sistemas de innovación, tanto nacionales como sectoriales. En particular este estudio aborda los casos de cuatro países emergentes, Brasil, México, China e India.

Con esa finalidad nos interesa saber ¿por qué es importante el estudio de la especialización tecnológica? ¿qué nos permite entender? Asimismo, nos concierne conocer las propuestas metodológicas de estudios empíricos para su análisis y medición. Además, se busca contribuir en el análisis de los determinantes de la especialización tecnológica y su evolución.

En tal sentido, este capítulo se organiza en siete secciones. En la primera sección se revisan de manera breve los antecedentes teóricos mediante los cuales se ha abordado el análisis de la especialización. Originalmente el estudio de la especialización se orientó a la esfera productiva y comercial. Las contribuciones precedentes consideradas son Smith (1776), Ricardo (1817), Heckscher y Ohlin (1991), Balassa (1965), Pavitt (1984) y Porter (2007).

Posteriormente, en la segunda y la tercera sección exponemos el marco conceptual, el marco teórico y el marco metodológico de la especialización tecnológica. Se revisa el concepto de la especialización tecnológica y su importancia con base en diferentes autores (entre ellos: Archibugi & Pianta, 1991, 1992; Giannitsis & Kager, 2009; Malerba et al., 2001; Mancusi, 2001; Pianta & Meliciani, 1996; Picci & Savorelli, 2012, 2013; Ruiz, 2013a) y propuestas propias de la investigación.

En cuanto al marco teórico consideramos que están presentes los siguientes enfoques: 1) enfoque evolucionista, el cual se focaliza en las propiedades dinámicas de los sistemas económicos y la endogeneidad de la innovación; 2) enfoque de capacidades, se concentra en las habilidades para adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías, y 3) enfoque sistémico, en el que se destaca la variedad de agentes vinculados con la generación de innovaciones y la importancia de las interacciones entre los mismos.

En la cuarta sección, con el apoyo de estos enfoques complementarios se identifican los factores que están asociados a la especialización tecnológica y a los patrones de especialización en el marco de las capacidades tecnológicas, nacionales y a nivel de empresa, y los sistemas de innovación, tanto nacionales como sectoriales.

Más adelante, se señalan algunas características de los países en desarrollo, dada la naturaleza de los países involucrados en esta tesis. Se enfatiza en tres elementos cruciales en la cimentación de capacidades tecnológicas, los cuales podrían tener mayor importancia en este tipo de países. Estos factores son: la política industrial, las empresas transnacionales y la inversión extranjera directa.

El apartado concerniente a la política industrial incluye una revisión del concepto de la misma y la justificación de su presencia. En él también se señalan las perspectivas de los estudiosos respecto a la política industrial y sus funciones. Además, se presentan algunas experiencias de política industrial en determinados países destacando su importancia en la cimentación de sus capacidades tecnológicas y la orientación de su especialización tecnológica.

En el apartado que se ocupa de las empresas transnacionales y la inversión extranjera directa, después de la revisión de estos dos conceptos se presentan algunas estrategias emprendidas por este tipo de empresas y las posturas políticas tomadas por los agentes de los países de origen y de los países receptores. También, se revelan algunos beneficios para los países anfitriones provenientes de las actividades tecnológicas de las empresas transnacionales, de esa manera se busca comprender cómo estas actividades puede influir en la especialización tecnológica local.

Después, en la quinta sección presentamos una revisión de las propuestas metodológicas para medir la especialización tecnológica, entre los que sobresale el indicador de ventajas tecnológicas reveladas. Este índice permite captar el nivel de especialización de un determinado país en cada clase tecnológica en relación a un determinado grupo de países, además, suele ser la base para delinear los perfiles de especialización a partir del análisis de la evolución y la concentración de la especialización tecnológica sectorial.

Seguidamente, se revisa la pertinencia del uso de patentes y se señalan las razones por las que éstas ofrecen información valiosa para el análisis de las capacidades tecnológicas de los países y la especialización tecnológica. También se revisan los diferentes criterios de clasificación de patentes a nivel de clases tecnológicas.

Una vez revisadas las diferentes aportaciones teóricas y metodológicas procedemos a hacer una revisión de las contribuciones empíricas. En la sexta sección se revisan los antecedentes empíricos que ofrecen evidencia del análisis de la especialización tecnológica para determinados grupos de países y algunos estudios específicos que incluyen a Brasil, México, China o India. Esta revisión nos permite identificar algunas limitaciones y carencias de trabajos anteriores sobre las cuales podremos ubicar nuestras contribuciones.

Por último subrayamos algunas reflexiones desprendidas del contenido del capítulo. Esta revisión nos deja ver cómo los países orientan su especialización en actividades de innovación, en la medida que se concentran en ciertos sectores y gozan de cierta importancia relativa frente a otros países. Además se destaca el papel del gobierno y el marco institucional como promotores de los derrames de conocimiento y la transferencia tecnológica, lo que también incluye a las actividades tecnológicas realizadas por las empresas transnacionales.

1.1. Enfoques teóricos de la especialización

El propósito de este apartado es ilustrar la forma en cómo se abordó la especialización tecnológica bajo diferentes enfoques. La revisión se realiza a partir de las contribuciones de Smith (1776), Ricardo (1817), Heckscher y Ohlin (1919), Balassa (1965), Pavitt (1984) y Porter (2007).

Adam Smith es considerado uno de los principales exponentes de la Economía Clásica, reconocido por sus grandes aportes a la teoría económica. En su obra fundamental, *Investigaciones Sobre la Naturaleza y Causas de la Riqueza de las Naciones* (Smith, 1776), presenta que la clave del bienestar social está en el crecimiento económico, que se potencia a través de la división del trabajo y la libre competencia.

La expresión división del trabajo se refiere a la división de un proceso o tarea en diferentes partes, cada una realizada por diferentes individuos. Smith identifica esta idea con la especialización por tareas en la empresa. Aunque, también se puede aplicar a la especialización de empresas en determinadas partes del proceso de producción dentro de una industria específica. Además, se puede aplicar a la especialización de industrias, es decir, cuando un país o una región se orienta hacia determinadas actividades económicas.

Esta división del trabajo es inherente a casi toda actividad humana y se intensificó con la revolución neolítica. También se le reconoce su contribución al estudio del cambio tecnológico.

Así, Smith afirma que la división del trabajo desempeña un papel central en la acumulación de capital y en el progreso tecnológico (Citado por Lavezzi, 2003). Identifica tres efectos positivos: 1) aumenta las habilidades; 2) Ahorra el tiempo necesario para cambiar entre las diferentes actividades, y 3) posibilita la invención de máquinas para facilitar su trabajo (La Riqueza de las Naciones, Libro Primero, Capítulo I). En palabras de Lavezzi (2003), Smith hablaba de los conceptos i) *learning by doing* 2) costos de instalación, y 3) progreso tecnológico endógeno.

El progreso más importante en las facultades productivas del trabajo, y gran parte de la aptitud, la destreza y la sensatez con que éste se aplica o se dirige, por doquier, parecen ser consecuencia de la división del trabajo (Smith, 1776, La Riqueza de las Naciones, Libro Primero, Capítulo I).

De esa manera, la división del trabajo es la especialización a partir de la cooperación de los individuos en diferentes tareas y roles, con el objetivo de mejorar la productividad. Y no sólo está relacionada con la reproducción de actividades productivas existentes, sino de alguna manera está ligada a los cambios cualitativos. Estos cambios cualitativos toman forma dentro de los cambios organizativos y tecnológicos a partir de las nuevas maneras de dividir el trabajo en las empresas, o entre las empresas, cuando se crean nuevas ramas de negocio o aparecen nuevos productos.

Igualmente, esta especialización está vinculada al tamaño del mercado, en el sentido que cuando se amplían los mercados se requiere de una mayor división del trabajo lo que conlleva a una mayor especialización. Los agentes económicos consideran el comercio como una forma de ampliar el tamaño del mercado.

En ese sentido, David Ricardo destaca por sus aportaciones a la teoría del comercio internacional. Ricardo (1817) desarrolló uno de los conceptos básicos de esta teoría, la ventaja comparativa. Este concepto es una evolución de la ventaja absoluta de Smith y muestra que los países tienden a especializarse en la producción y exportación de ciertos bienes, porque los pueden fabricar con un costo relativamente más bajo respecto que el resto del mundo.

Esto implica que los países exportan los productos en los que son comparativamente más eficientes que los demás e importan los bienes en los que son más ineficaces. Aunque la teoría se refiere específicamente a la especialización en la producción, implícitamente se relaciona a la especialización tecnológica porque se requiere de un conjunto de conocimientos tecnológicos y habilidades adquiridas y desarrolladas para la producción de bienes. Por lo tanto, un determinado

país podría gozar de ventajas comparativas en aquellos sectores en los que se especialice tecnológicamente.

En el mismo sentido, se desarrolló el modelo que trata de explicar cómo funcionan los flujos del comercio internacional. Dicho modelo fue formulado por el economista sueco Bertil Ohlin en 1933 a partir del trabajo de su maestro Eli Heckscher .

Empleando los conceptos de ventaja absoluta de Smith y de ventaja comparativa de Ricardo, el pensamiento central del modelo es que la especialización (comercial) de los países se origina a partir de las diferencias en las dotaciones de factores. Es decir, existen países con abundancia relativa de capital y otros con abundancia relativa de trabajo, así los países más ricos en capital exportarán bienes intensivos en capital y los países ricos en factor trabajo exportarán bienes intensivos en trabajo (Bajo, 1991).

Más adelante, Bela Balassa (1965) en el estudio de las ventajas comparativas señala que éstas no sólo son determinadas por la dotación de factores, sino, también que el cambio tecnológico y la interacción estratégica de los oligopolios pueden determinar los patrones que siguen las ventajas comparativas en el plano comercial.

Igualmente este autor incorpora el concepto de etapas de la evolución de las ventajas comparativas de un país. Esta noción se refiere al proceso por el cual “se modifica la estructura de las exportaciones” (Balassa & Noland, 1988, p.238). Además considera que estos cambios ocurren más o menos continuamente a lo largo del tiempo.

Por su parte, Keith Pavitt (1984) construyó una taxonomía con el fin de clasificar las capacidades tecnológicas de las empresas, en relación con sus funciones técnicas más importantes. De esa manera se pueden ubicar a las empresas en cuatro grandes grupos:

- 1) empresas dominadas por proveedores (conocimientos técnicos);
- 2) proveedores especializados (en equipos y bienes de capital);
- 3) empresas que producen a gran escala, y
- 4) empresas basadas en la ciencia (innovan en laboratorios).

Estas funciones variarán o adquirirán mayor relevancia dependiendo del sector en el que se encuentre la empresa. Pavitt reconoce la importancia de la variable sectorial en el modo en que se producen y difunden las innovaciones.

Por otro lado, Michael Porter (2007) afirma que la competitividad de una nación depende de la capacidad que tenga su industria para innovar y perfeccionarse. En ese sentido, considera

que a medida que la base de la competencia se desplaza hacia la creación y la asimilación de conocimiento se pueden crear y sostener ventajas competitivas.

De esta manera, existen diferentes patrones de competitividad en cada país, por lo que ninguna nación puede ser competitiva en todas o incluso en la mayoría de las industrias (Porter, 2007). Por el contrario, las naciones tienen éxito en ciertas industrias donde su entorno es el más visionario, dinámico y desafiante.

1.2. La especialización tecnológica

Si partimos de un concepto amplio de especialización³, podemos entenderla como el proceso por el que una persona, un colectivo o una entidad se concentra en una actividad concreta o en un ámbito específico, en lugar de abarcar la totalidad de las actividades posibles. De modo que aquel que se ha especializado se denomina especialista. La actividad o ámbito en que se ha logrado la especialización se denominan especialidades. Bajo esta perspectiva la especialización carece del componente relativo dado que sólo habla de una concentración de esfuerzo en determinadas actividades o ámbitos.

La especialización aplicada a la actividad económica da lugar a la división del trabajo. En estos términos se puede decir que un individuo se especializa si está capacitado para desenvolverse en un área específica o posee conocimientos técnicos y capacitados sobre un tema concreto en mayor grado que otros individuos. Bajo esta perspectiva la especialización se entiende a partir de una comparación de un individuo y el colectivo, por lo que el componente relativo está presente en la definición de especialización.

Aplicada al ámbito tecnológico, una primera aproximación de la especialización puede entenderse en términos absolutos. Esto si se entiende a dicha especialización a partir de la concentración de sus actividades tecnológicas o la generación de patentes en determinadas clases tecnológicas. Este enfoque fue empleado en algunos estudios, tales como Miozzo (2002) y Ruiz (2013a).

Sin embargo, este análisis es limitado igual que alejado del contexto de las economías abiertas donde los países compiten en un espacio internacional. Por ello, cabe destacar el importante componente relativo que contiene el concepto de especialización en el ámbito tecnológico.

³ Según la Real Academia Española, especialización: acción y efecto de especializar o especializarse.

Antes de continuar con el concepto de la especialización en términos tecnológicos es necesario hacer algunas precisiones. No obstante, la especialización tecnológica está estrechamente relacionada tanto con la especialización productiva como con la especialización comercial, a su vez estas especializaciones están vinculadas a la competitividad de los países que además afectan el crecimiento económico de los mismo. En este trabajo nos concentramos en la especialización a través del desarrollo de nuevas tecnologías que se producen dentro de un sistema nacional de innovación, es decir, en la especialización tecnológica configurada a partir de la generación de innovaciones⁴.

Ahora, volviendo al tema que nos ocupa. Con base en varios autores (entre ellos: Archibugi & Pianta, 1991, 1992; Giannitsis & Kager, 2009; Malerba et al., 2001; Mancusi, 2001; Pianta & Meliciani, 1996; Picci & Savorelli, 2012, 2013; Ruiz, 2013a), la especialización tecnológica entendida como una medida relativa se puede especificar a través de dos comparaciones diferentes de acuerdo a las dimensiones que considera, en primer lugar está la especialización tecnológica a nivel sectorial y, en segundo lugar, la especialización tecnológica a nivel nacional.

La especialización tecnológica a nivel sectorial surge de la comparación entre el peso relativo de una variable de referencia (tales como conocimiento científico, gasto en I+D o patentes) en una determinada clase tecnológica dentro de un mismo país, respecto al peso relativo de la variable de referencia en dicha clase tecnológica en el universo compuesto por un grupo definido de países.

En esta tesitura, Archibugi y Pianta (1991) entienden la especialización tecnológica sectorial como “la distribución a través de los sectores de sus invenciones patentadas en comparación con la distribución de otros países” (p. 80).

Mientras Ruiz (2013a) la representa como “la regularidad de la actividad tecnológica de un país entre los diversos campos técnicos o de conocimiento, esto es, las áreas técnicas en las

⁴ La innovación puede consistir en la introducción de nuevos bienes de consumo en el mercado; en el surgimiento de un nuevo método de producción y transporte; en la apertura de un nuevo mercado, en la generación de una nueva fuente de oferta de materias primas y en un cambio en la estructura de cualquier organización en su proceso de gestión (Schumpeter, 1911). La innovación tecnológica es un proceso acumulativo, muchas veces no es posible distinguir la innovación como un evento de su difusión y uso. Es decir, la innovación supone tanto un proceso como un resultado (Drucker, 1984). En ese sentido, la innovación es un proceso que abarca, en primer lugar, la discontinuidad en las características técnicas o en el uso de un nuevo producto o proceso y, en segundo lugar, la introducción, difusión y adaptación del nuevo producto o proceso (Lundvall, 2004).

que el país desarrolla competencias o realiza emprendimientos tecnológicos de entre todas las posibilidades tecnológicas” (p. 644).

Por su parte, Malerba y Montobbio (2003) analizan la especialización tecnológica a partir del desempeño tecnológico de un país en un área tecnológica específica relativa a su desempeño tecnológico en general.

De esa manera, relacionan el concepto de especialización tecnológica directamente con las ventajas relativas. Así, afirman que un país está especializado en determinado campo si su rendimiento tecnológico en éste a nivel internacional es más alto que su rendimiento tecnológico internacional en general.

Por otro lado, la especialización tecnológica a nivel nacional surge de la comparación de la estructura conformada a partir de la especialización sectorial en el país en su conjunto comparada con cifras análogas de otros países.

Esta estructura es definida por Archibugi y Pianta (1991, 1992) como las regularidades en los patrones de especialización sectorial entre los países. Este patrón de especialización tecnológica en un punto específico en el tiempo se expresará a partir de la producción de innovaciones en todos los sectores tecnológicos (Mancusi, 2001).

En otras palabras, la especialización tecnológica a nivel nacional se refiere a la distribución de invenciones patentadas a través de los sectores tecnológicos, lo que define su perfil tecnológico, en relación con los perfiles de otros países.

Adicionalmente, por definición, la especialización tecnológica da luz de dos aspectos contrastantes: el primero es el positivo, porque indica los sectores en los que un determinado país tiene fortalezas y capacidades concentradas sobre otros países; y el segundo negativo, porque indica los sectores de debilidad relativa (Giannitsis & Kager, 2009)

En consecuencia, la especialización tecnológica en su sentido positivo implica ventajas tecnológicas en ciertos sectores, y en su sentido negativo, implica capacidades débiles en otras áreas, en comparación con el punto de referencia que suele ser el internacional. De lo anterior se infiere que no es concebible que un país alcance posiciones de ventaja tecnológica en toda la gama de áreas tecnológicas. Es congruente con lo que señala Porter (2007) sobre competitividad de los países en los diferentes sectores.

Finalmente, dado que la especialización tecnológica se evalúa a partir de la generación de innovaciones, lo que, a su vez, da lugar a las capacidades tecnológicas. Es necesario situar su

análisis en un contexto donde se pueda abarcar a la diversidad de agentes que pueden propiciar dichas innovaciones, en ese sentido, estudiaremos la especialización tecnológica en el marco de los sistemas de innovación. De esta tarea nos ocuparemos en la sección 4.

En síntesis, en este estudio entendemos por especialización tecnológica de un determinado país como la distribución de sus innovaciones (patentes) en las diferentes tecnologías en relación a otros países. Lo que permite identificar los sectores en los que cuenta con ventajas tecnológicas y los sectores en los que tiene desventajas tecnológicas y, además, permite comparar los patrones y tendencias del conjunto de dichas ventajas en un contexto internacional.

1.3. Enfoques teóricos de la especialización tecnológica

En el estudio de la especialización tecnológica consideramos que están presentes los enfoques evolucionista, de capacidades y sistémico. Del enfoque evolucionista tomamos los fundamentos de la endogeneidad de la innovación y la naturaleza dinámica de los sistemas económicos. El enfoque de capacidades nos permite entender la base del desarrollo tecnológico de las empresas y los países con base en las habilidades necesarias para el uso, adopción y generación de conocimiento tecnológico. Y el enfoque sistémico que contempla toda la variedad de agentes relacionados con la generación de innovaciones.

1.3.1. Enfoque económico evolucionista

La teoría económica evolucionista es una corriente de pensamiento económico considerado heterodoxo que se inspira en la biología y el desarrollo evolutivo. No obstante, considera las complejas interdependencias de la competencia, el crecimiento, el cambio estructural y las limitaciones de los recursos, igual que la economía convencional (u ortodoxa), se diferencia en el enfoque que utiliza para analizar estos fenómenos al considerarlos como parte de un sistema mayor o macrosistema donde la interacción con el entorno constituye parte de sus resultados y el proceso de sus situaciones pasadas como parte de su continua evolución.

De esa manera se aleja de las corrientes teóricas convencionales, ya que reemplaza los principios del racionalismo y del *homo economicus*, por una línea de pensamiento más sistémico y global que toma en cuenta los equilibrios biológicos antes que los equilibrios de mercado.

Es así que el enfoque de la economía evolucionista no se centra en el equilibrio de los procesos ni en la maximización de resultados cuantitativos, sino se concentra en los procesos que transforman la economía desde su interior, donde diversos agentes con racionalidad limitada aprenden de la experiencia de estas interacciones.

En efecto, la economía evolucionista tiene sus fundamentos en la teoría evolucionista de Charles Darwin (1859). Algunos conceptos centrales tales como selección natural, evolución, diversidad, comportamiento y aprendizaje, tienen sus fuentes en otras disciplinas como la física, la filosofía y, principalmente, en la biología.

En relación a lo anterior, Coriat y Weinstein (1995) puntúan los fundamentos generales del enfoque evolucionista tomados de la biología. En primer lugar se refieren a los elementos de permanencia o herencia aplicados por los agentes económicos, tales como rutinas y patrones.

En segundo lugar, el principio de variación o mutación comprendido en los comportamientos de búsqueda, que constituyen la base de las innovaciones. Y en tercer lugar, el mecanismo de selección que actúa sobre genes y mutaciones que representa el ambiente donde se desenvuelven los agentes, en el cual pueden existir restricciones más o menos estrictas. De tal manera que los agentes con rutinas superiores se desempeñarán mejor que otros en el mismo ambiente selectivo.

Se han dado diferentes oleadas en el estudio de la economía bajo el enfoque evolucionista, es el caso de la contribución de Thorstein Veblen (1898) que centró su análisis en el papel de la heterogeneidad de agentes e instituciones y Armen Alchian (1950) donde se destaca el papel de la incertidumbre, entre otros.

De los autores suscritos en esta teoría, Joseph Schumpeter (1928, 1947) sobresale como el principal referente. Este economista le otorga un enfoque radical a la perspectiva evolucionista. Para Schumpeter, los cambios tecnológicos (o la introducción de innovaciones) conforman el motor de la evolución de la economía. De manera que no existe un punto de equilibrio (como se sostiene en la teoría neoclásica), cualquier momento dado se ve constantemente quebrantado por las innovaciones que surgen y se introducen en la actividad económica⁵.

⁵ También este autor distinguió claramente los significados de *invención* e *innovación*. Por un lado, las invenciones hacen referencia al descubrimiento de ideas creativas en el contexto de la ciencia o la tecnología. Por otro lado, las innovaciones se refieren a nuevas combinaciones productivas de materiales y procesos productivos y pueden ser sobre nuevos productos, nuevos métodos productivos, nuevas formas de organización, nuevas fuentes de materias primas y nuevos mercados.

Dentro de este contexto, Schumpeter desarrolla el concepto de la *destrucción creativa*, para hacer referencia al proceso de transformación que acompaña la introducción de innovaciones que acontecen en momentos específicos y que tienen como consecuencia una aceleración de los procesos de obsolescencia de conocimientos, rutinas e instituciones que no logren adaptarse a las nuevas condiciones. De esa manera, la destrucción creativa modifica la organización empresarial existente abriendo paso a las empresas mejor adaptadas y con una mayor capacidad competitiva.

Después de un largo receso se vuelven a retomar las ideas de una economía evolutiva, en 1982 Richard Nelson y Sidney Winter argumentan que las modificaciones que ocurren en la tecnología son recurrentes y reflejan cierto proceso evolutivo. Estos autores, empleando comparaciones biológicas, enfatizaron en el papel de las innovaciones dentro de la dinámica industrial basada en la adopción selectiva y la imitación de las innovaciones.

Cabe señalar que la teoría de la economía evolucionista retoma las ideas de Schumpeter, al tiempo que construye un enfoque de estudio, denominándose como corriente neoschumpeteriana. Así esta teoría sitúa en un lugar central al cambio económico y, a la vez, procura satisfacer ciertas deficiencias presentes en la teoría económica ortodoxa, las cuales se observan en cuestiones importantes tales como el comportamiento de las firmas, la naturaleza del cambio tecnológico y el papel de las instituciones, entendidas en un sentido amplio.

En efecto, esta vertiente teórica se concentra en explicar los cambios económicos y, dentro de éstos, el rol de la innovación tecnológica. También se plantea la búsqueda de una explicación endógena de la innovación, lo que implica una economía del cambio tecnológico.

De acuerdo con Dosi y Nelson (1994), los modelos evolucionistas se focalizan en las propiedades dinámicas de los sistemas económicos guiados por procesos de aprendizaje, mientras que, en cierta medida, ignoran la asignación óptima de recursos.

Adicionalmente, este enfoque consta de tres elementos centrales. El primero corresponde a un conjunto de microfundamentos basados en agentes con racionalidad limitada. El segundo es el supuesto general de que las interacciones entre agentes ocurren fuera del equilibrio. Por último, se tiene la noción de que los mercados y otras instituciones actúan como mecanismos de selección entre agentes y tecnologías heterogéneos (Dosi, 1988; Dosi & Nelson, 1994).

En esa misma línea, Nelson (1995) señala que la teoría evolucionista se centra en variables dentro de un sistema que cambian con el tiempo, y que mediante esta teoría se pretende

entender el proceso dinámico que está detrás del cambio observado. Igualmente, resalta que tales variables sufren variaciones parcialmente azarosas y que existen mecanismos de selección sistemática, es decir, que las variaciones son en parte determinadas y en otra parte aleatorias.

Además, para el evolucionismo la noción de cambio no es necesariamente gradualista, dado que admite cambios abruptos, inestabilidades, revoluciones, etc. Esto también de manera análoga a como sucede en biología, donde existen las discontinuidades (Dosi, 1991).

Con la finalidad de analizar estos fenómenos Nelson y Winter (1982) proponen un modelo para el análisis de la dinámica industrial y del cambio tecnológico, y de esa manera poder predecir los patrones macroeconómicos de crecimiento.

En este sentido, analizan la empresa, su comportamiento y su adaptación al medio a partir del cambio tecnológico y el proceso competitivo. De tal manera, las empresas participan en diferentes actividades para la búsqueda de desarrollo tecnológico. Mediante tales actividades descubren posibles cambios que implican una ampliación o mejora de sus operaciones a través de la innovación.

Igual que en la biología, el proceso de selección en un entorno competitivo da lugar a que sobrevivan y se expandan aquellas empresas que logran cambios tecnológicos mediante la introducción de innovaciones. Por su parte, las firmas con rezagos desaparecerán en la medida en que la competencia favorece a las más eficientes.

Básicamente, el modelo considera un número de empresas que producen un mismo producto homogéneo mediante el empleo de capital y trabajo físico. La regla de decisión de las firmas es utilizar toda su capacidad para producir dada su tecnología actual.

Además, se presentan dos componentes principales. Por una parte, está el *comportamiento del mercado*, conformado por la demanda, la oferta, el precio y los beneficios. Dentro de este marco se determinan los rendimientos constantes a escala y el capital como única entrada en las firmas. Por otro lado, el *progreso técnico* considerado como un fenómeno estocástico. Donde las innovaciones pueden ser de tres formas: con base en la ciencia, acumuladas e incrementales. A continuación se presenta la definición matemática de ambos componentes.

1. Comportamiento del mercado:

- La oferta:

$$Q_{it} = A_{it} \cdot K_{it}$$

Donde Q_{it} es la oferta individual de las i firmas en un periodo t , A_{it} es la productividad del capital de las i firmas en un periodo t y K_{it} es el stock de capital de las i firmas en un periodo t .

- La oferta total de las firmas:

Es la sumatoria de las ofertas individuales.

$$Q_t = \sum Q_{it} = \sum A_{it} \cdot K_{it}$$

n : Total de firmas en el mercado

i : Firmas

- La demanda y el precio de equilibrio a corto plazo:

El precio de equilibrio se encuentra en función de la demanda y la oferta del mercado.

$$P_t = D(Q_t) = D/Q_t^n$$

- El margen de beneficio:

$$\pi_{it} = p_t A_{it} - c - r_{im} - r_{in}$$

Donde r_{im} es la probabilidad de imitación y r_{in} es la probabilidad de innovación y c es el costo del capital.

- El beneficio:

$$\Pi_{it} = \pi_{it} \cdot K_{it}$$

2. Progreso técnico:

La productividad esta modificada en cada periodo como consecuencia del progreso técnico.

- Innovación

Es un fenómeno estocástico que tiene dos etapas.

En la primera se determina si la inversión en I+D de las firmas ha tenido éxito y ha resultado en una innovación.

$$P [d_{int} = 1] = a_n \underbrace{\tau_{in} K_{it}}_{\text{Innovative R\&D}},$$

En la segunda, se da el resultado definitivo de innovación.

$$\bar{A}_{it} \rightsquigarrow F(A; t, A_{it}),$$

- Imitación

Fenómeno que determina si la inversión de las firmas en I+D ha tenido éxito.

$$P [d_{imt} = 1] = a_m \underbrace{\tau_{im} K_{it}}_{\text{Imitative R\&D}}$$

En este caso la firma obtiene las mejores prácticas en la industria (A^*_t)

$$\hat{A}_{it} = A_{it-1} + d_{imt} \cdot (A^*_t - A_{it-1}).$$

Finalmente la productividad efectiva de la empresa para el próximo periodo esta dada por los tres resultados anteriores.

$$A_{i,t+1} = \max \{ A_{it}, \bar{A}_{it}, \hat{A}_{it} \}$$

- Inversión

La inversión en capital físico es otra fuente de la dinámica del modelo. En el caso general, el nuevo capital social de la firma estará dado por:

$$K_{it+1} = I \left(\frac{p_t A_{i(t+1)}}{c}, \frac{Q_{it}}{Q_t}, \pi_{it}, \delta \right) \cdot K_{it} - (1 - \delta) K_{it}$$

En este modelo se supone que la introducción de innovaciones es automática y aleatoria. En otras palabras, las empresas buscan nuevas y mejores tecnologías en todo momento y no son adversas al riesgo.

Los procesos de aprendizaje son automáticos y permiten la acumulación de conocimiento tácito. De manera que mientras el stock de conocimiento tácito sigue en aumento las empresas siguen buscando innovaciones. Es decir, la innovación no está determinada por la acción intencional, ni por las propiedades del sistema.

Además, los autores asumen que las empresas que son rentables no buscan innovar, sino procuran preservar sus rutinas existentes, y sólo bajo la presión de los resultados adversos se ven obligados a considerar otras alternativas.

Los supuestos simples de que las empresas realizan actividades de I+D como respuesta a bajos niveles de rentabilidad y que las innovaciones se introducen sólo en esas condiciones son insuficientes para explicar los incentivos que afectan el cambio tecnológico a nivel empresarial.

Adicionalmente, esta visión de que la innovación es automática y aleatoria y que se da sólo en condiciones desfavorables está en desacuerdo con la literatura schumpeteriana.

En ese sentido, Antonelli (2017) señala que la debilidad de los fundamentos microeconómicos del enfoque evolucionista estándar, yace en las metáforas elaboradas a partir de la biología para comprender la evolución de los sistemas económicos, de manera que prestan muy poca atención a los determinantes endógenos de la innovación considerándola como un evento aleatorio.

1.3.1.1. ¿Por qué innovan las empresas?

En este apartado nos proponemos entender el concepto de innovación tecnológica en el marco de la teoría evolucionista, sin embargo, en primer lugar revisaremos otros enfoques sobre la innovación tecnológica en la teoría económica.

Como señala Vence (1995), dentro de los antecedentes de la discusión sobre el cambio tecnológico se ubican dos enfoques opuestos. Por un lado, el *Modelo Lineal de Innovación o Science/technology Push* (Nelson & Winter, 1982), el cual pone énfasis en el lado de la oferta. Es decir, se asocia el progreso de la ciencia y la tecnología como factor explicativo de la innovación. Por el otro lado, el enfoque que corresponde al modelo *Demand pull* (Schmookler, 1962; Malerba & Orsenigo, 1997), el cual propone que la demanda del mercado es la determinante de la dinámica de la innovación.

El modelo lineal de la innovación ha sido ampliamente aceptado en los sectores relacionados a la ciencia. En esencia este modelo supone que la investigación básica conduce a la

invención y luego a la innovación (Viana y Cervilla, 1992), mostrando una visión más amplia de la relación entre la ciencia y la tecnología. La característica principal de este enfoque es la linealidad en el proceso de innovación, que va del conocimiento científico (ciencia) a la tecnología de manera secuencial y ordenada (Fernández, 1996).

Además, este proceso comprende diferentes etapas, comienza con la investigación básica, pasa por la investigación aplicada, luego por el desarrollo tecnológico y finaliza con el lanzamiento al mercado de la novedad (Escorsa y Valls, 2003).

La investigación básica se conforma por todos los trabajos realizados con la finalidad de obtener conocimiento científico. La investigación aplicada se refiere a los trabajos que se realizan para obtener conocimiento nuevo orientado a un objetivo determinado, los resultados pueden ser productos o métodos nuevos y son susceptibles a ser patentados. El desarrollo tecnológico incluye el uso de todo conocimiento científico para la producción de productos, sistemas o métodos nuevos o mejoras sustanciales. El objetivo principal es el lanzamiento al mercado de una novedad o de una mejora concreta. Todas estas etapas conformarían el proceso de la innovación tecnológica.

Por su parte, el modelo *Demand pull* asume que las actividades inventivas están sujetas a las inversiones y, por consiguiente, a las fuerzas del mercado. En otras palabras, este modelo supone que la tasa y la dirección del cambio tecnológico son subproducto de las actividades económicas.

El autor pionero del desarrollo sistémico de este pensamiento es Schmookler (1962). Este autor realizó la investigación seminal basada en una serie histórica de las patentes concedidas en Estados Unidos en el área de ferrocarriles y tecnologías cercanas durante un período amplio, y muestra cómo la demanda del mercado impulsa el desarrollo de innovaciones. Las conclusiones de Schmookler (1966) fueron, esencialmente, que tanto la invención y la innovación son actividades económicas y responden a los movimientos de la demanda del mercado.

Después del trabajo de Schmookler, otros autores también apoyaron la idea de que las innovaciones son estimuladas más por el empuje de la demanda que por el empuje de la ciencia. Uno de los trabajos más conocidos ha sido el de Myers y Marquis (1969), realizado en cinco industrias, en el que concluyeron que más del 75% de las innovaciones fueron resultados de la influencia de la demanda.

En contraste, Mowery y Rosenberg (1979), señalan que la actividad innovadora no sólo depende de la demanda, sino, además, de la ciencia y la tecnología que determinan la facilidad y los costos con los que se puede satisfacer a la demanda.

Igualmente, Dosi (1984) critica la capacidad para explicar el proceso de la generación de la innovaciones que poseen los modelos Technology-Push y Demand-Pull. Por un lado, el autor señala que el enfoque Technology-Push incorpora de forma inadecuada la importancia que tienen las fuerzas económicas en el proceso de innovación. Además, considera que el esquema lineal y unidireccional que propone entre la ciencia, tecnología y producción pareciera automático.

Para el caso del modelo Demand-Pull, el autor señala que este modelo es incapaz de definir el cuándo y el porqué tiene lugar ciertos desarrollos tecnológicos en lugar de otros. Además, se ignoran los cambios que se registran en la capacidad inventiva con el paso del tiempo.

En este contexto surge el análisis de la innovación tecnológica bajo otro enfoque, el de la teoría evolucionista con raíces en la teoría desarrollada por Schumpeter. Bajo este enfoque sistémico y dinámico la actividad innovadora se concibe como resultado de la interacción entre factores por el lado de la oferta y por el lado de la demanda de innovaciones (Dosi, 1984).

Los autores de este enfoque han puesto atención en vincular en sus modelos los fenómenos de la innovación a los cambios históricos con la idea de comprender mejor el cambio estructural (Malerba, Nelson, Orsenigo & Winter, 1999; Malerba y Orsenigo, 2000).

Según esta teoría, y en concordancia con la tradición schumpeteriana, las empresas son vistas como buscadoras de ganancias (en lugar de maximizadoras de ganancias). Así, el cambio económico se da a partir de la competencia constante de las empresas (Viana y Cervilla, 1992). En ese sentido, el cambio tecnológico es resultado del comportamiento de las empresas.

Por su parte, Nelson y Winter (1982) definen a la innovación como el instrumento que permite asimilar “la competencia dinámica a un proceso de selección de firmas” y cuyo proceso se caracteriza por la incertidumbre. Como se señaló anteriormente, la noción de innovación presentada por estos autores es todavía aleatoria y automática.

Con relación lo anterior, Antonelli (2017) señala que para un análisis más explícito de los determinantes de la innovación a través del enfoque evolucionista es necesario volver a la dinámica schumpeteriana. En esta teoría la innovación no es el resultado de un proceso aleatorio,

sino el resultado de las respuestas de las empresas y su búsqueda intencional de nuevas tecnologías.

De acuerdo con el marco de la teoría schumpeteriana (Schumpeter, 1928), las empresas pueden reaccionar ante los inesperados desajustes entre sus planes y las condiciones reales de los mercados. Estas reacciones pueden ser de dos tipos, adaptativas o creativas. Una reacción adaptativa es aquella que concibe simples cambios técnicos sin modificar su mapa existente de isocuantas. Mientras que la respuesta creativa consiste en la introducción de innovaciones.

Asimismo, esta distinción de las reacciones frente a resultados adversos no sólo se puede hacer a nivel de la empresa, es decir a nivel microeconómico, sino que también se conciben a nivel de un sector o una industria y de una economía en su conjunto. En palabras de Schumpeter (1947):

Cada vez que una economía o un sector de una economía se adapta a un cambio en sus datos de la forma en que lo describe la teoría tradicional, cuando la economía reacciona ante un aumento de la población simplemente agregando los nuevos cerebros y manos a la fuerza laboral en los empleos existentes, o una industria reacciona a un deber de protección mediante la expansión dentro de su práctica actual, podemos hablar del desarrollo como respuesta adaptativa. Y cada vez que la economía o una industria o algunas empresas de una industria hacen otra cosa, algo que está fuera del alcance de la práctica existente, podemos hablar de respuesta creativa (Schumpeter, 1947, p.150).

Conforme al mismo autor, existen al menos tres características esenciales para distinguir a una reacción creativa de una adaptativa. En primer lugar, una respuesta creativa se puede entender como tal después de ocurrida, incluso si se observaran todos los hechos en torno a la respuesta. Y, prácticamente, nunca se pueden predecir con base en hechos anteriores.

En segundo lugar, una respuesta creativa determina el curso de los eventos posteriores y sus resultados en el largo plazo. Es decir, una respuesta creativa es capaz de crear situaciones, las cuales no podrían haber surgido en su ausencia, por lo que es un elemento esencial en el proceso histórico.

No obstante, Schumpeter afirma que una respuesta creativa no se puede predecir a partir de los hechos preexistentes, señala que la ocurrencia, éxito o fracaso este tipo de respuestas de cierta manera se relaciona con los siguientes tres elementos:

- a) la calidad del personal disponible en una sociedad;

- b) la calidad relativa del personal, se refiere a la relación de la calidad del personal disponible para un campo particular y la calidad del personal disponible para otros campos, y
- c) las decisiones individuales, acciones y patrones de comportamiento.

Según Antonelli (2017), Schumpeter se refiere a estos tres elementos cuando analiza las características del sistema, a el cual da soporte a las respuestas creativas. Sin embargo, otros autores como Lundvall (1992), Nelson y Rosenberg (1993) y Freeman (1997) estudiaron las innovaciones (o respuestas creativas) en un marco más amplio.

De tal manera, esta visión logra abarcar una mayor variedad de elementos y agentes que pueden relacionarse, directa o indirectamente, con la generación de innovaciones. Además de considerar como factor clave al capital humano, entienden la importancia del entramado institucional, el sistema financiero, la industria, entre otros. Así, desarrollan los conceptos de sistema nacional de innovación y sistema sectorial de innovación, estos conceptos se revisaran con detenimiento en el apartado 1.4.

Ahora, volviendo a la discusión de las condiciones en las que se dan las respuestas creativas, las empresas (industrias o economías) serán capaces de implementar una respuesta creativa si el sistema es capaz de apoyar sus esfuerzos innovadores. Si el sistema no puede apoyar a la empresa, su reacción será adaptativa (Antonelli, 2017). En otras palabras, las características del sistema determinarán si la respuesta será adaptativa o creativa.

En este contexto, otro concepto al que se debe prestar atención es el concepto de las externalidades, debido al papel que ocupa en la adopción selectiva de nuevas tecnologías y, principalmente, en su introducción.

Las externalidades pueden entenderse como los efectos de las interacciones entre las empresas sobre su eficiencia y rendimientos. Esta noción es uno de los principales aportes de Alfred Marshall a la teoría económica. Además, Marshall (1919) distingue dos tipos de externalidades, las cuales son: externalidades de aglomeración y externalidades de imitación⁶.

⁶ Las externalidades de aglomeración provienen del aumento de la densidad de las empresas co-localizadas. Las externalidades de imitación consisten en la oportunidad para que los imitadores reproduzcan la innovación introducida por el "inventor".

Esta distinción permite, a su vez, diferenciar a las externalidades de conocimiento, en la dinámica schumpeteriana. Donde son concebidas como un determinante importante del crecimiento y la evolución persistentes en la economía, en la medida que logran afectar las respuestas de las empresas (Schumpeter, 1947). Asimismo, frente a resultados desfavorables la reacción de las empresas será creativa si las externalidades de conocimiento son suficientes para apoyar sus esfuerzos de innovación.

De esa manera, las externalidades de conocimiento se generan dentro del sistema y se mantienen en determinados niveles, fluctuando a través del tiempo y el espacio. Dado que son al mismo tiempo la causa y la consecuencia de las reacciones creativas.

Inclusive, según la teoría schumpeteriana, todas las empresas pueden beneficiarse de los efectos de las externalidades de conocimiento, incluidas las firmas más avanzadas, dado que éstas pueden utilizar el conocimiento que se derrama en la atmósfera como insumo para generar nuevos conocimientos.

Otro componente importante del análisis de las respuestas creativas es el tiempo. Conforme a Schumpeter, una respuesta creativa solo se puede observar una vez ocurrida, además ésta es capaz de modificar las condiciones preexistentes en el largo plazo, por lo cual el análisis de su dinámica se debe realizar en el plano histórico.

Por último, los aportes de Schumpeter proporcionan una plataforma bajo un enfoque de complejidad evolutiva que permite entender los determinantes sistémicos de la innovación como un proceso endógeno que se basa en la toma de decisiones reactivas sensibles a las características institucionales del sistema. Específicamente, la contribución de Schumpeter (1947) reconoce el papel crucial de los procesos colectivos y sistémicos, los que hacen posible la generación de innovaciones (Antonelli, 2017). En ese sentido, la noción de innovación endógena yace en cinco elementos:

- i. la innovación es el resultado de una respuesta no planificada a las ocurrencias inesperadas;
- ii. los cambios en los mercados de factores, junto con los cambios en los mercados de productos y en los niveles de demanda agregada, causan desajustes que empujan a las empresas a intentar innovar;

- iii. las posibilidades de que se produzca la respuesta creativa a los desajustes dependen estrictamente de las características del sistema y de la disponibilidad de externalidades de conocimiento;
- iv. la introducción de nuevas tecnologías altera las características fundamentales del sistema con respecto a los niveles de conectividad del conocimiento y, por tanto, la cantidad de externalidades de conocimiento disponibles en cada momento;
- v. tanto la generación de cambios tecnológicos como la generación de cambios estructurales son endógenas, ya que son emergentes y dependen de las propiedades del sistema (Antonelli, 2017).

1.3.1.2. ¿Cómo se entiende a la especialización tecnológica bajo el enfoque evolucionista?

Como señala Dosi, el enfoque evolucionista consiste en la “interpretación de los fenómenos económicos basada en la interacción de múltiples agentes heterogéneos entre ellos, empresas e individuos, quienes mediante la repetición de un sistema de prueba y error intentan continuamente explorar nuevas tecnologías, nuevas estrategias comportamentales, nuevas formas organizativas” (Dosi, 2009, p. 33)

Teniendo en cuenta que la especialización tecnológica se concibe a partir de la distribución de las innovaciones que se generan en un país en las diferentes clases tecnológicas en relación a otros países. Dentro del contexto de una economía evolucionista los patrones de especialización tecnológica dependen de la introducción de innovaciones por parte de las empresas que conforman dicha economía.

Además, las competencias para la generación de innovaciones de las firmas no dependen, exclusivamente, de recursos estáticos (información o equipos técnicos), sino también dependen de otros recursos dinámicos, tales como las capacidades para crear y sostener diferencias tecnológicas a lo largo del tiempo.

Adicionalmente, se considera que las innovaciones dependen tanto de factores por el lado de la oferta, tales como los avances científicos y la investigación aplicada; y por el lado de la demanda, es decir, a las fuerzas del mercado.

Asimismo, bajo este enfoque la innovación es considerado como un proceso endógeno que tiene lugar a partir de las respuestas creativas de las empresas, las cuales están condicionadas a las propiedades del sistema.

En cuanto a la introducción de innovaciones, la especialización tecnológica de un país estará determinada por la capacidad de dar una respuesta creativa por parte de sus empresas, tanto a nivel sectorial como nacional. Por tanto el análisis de la especialización tecnológica requiere un contexto amplio el cual incluya todos los agentes y sus interacciones, que intervienen en el proceso de innovación.

1.3.2. Enfoque de capacidades:

A partir de los años ochenta se ha mostrado una creciente preocupación por entender los mecanismos por los cuales se determinan las capacidades tecnológicas y su relación con el desempeño industrial e innovador de las empresas (Katz, 1984; Dahlman, Ross-Larson & Westphal, 1987). Sin embargo, la teorización del concepto de capacidades tecnológicas se desarrolló posteriormente (Lall, 1992; Bell & Pavitt, 1992, 1995).

Gran parte de la teoría se ha concentrado en el estudio de las capacidades tecnológicas desarrolladas por las empresas, dado que éstas son ampliamente consideradas como las impulsoras del cambio tecnológico, sin embargo, un análisis completo no podría dejar de lado aquellas particularidades o elementos en común presentes en las actividades o respuestas de las empresas que se pueden captar a nivel nacional.

Igualmente, se puede distinguir entre las condiciones de los países avanzados y los países en desarrollo, en especial, debido a que estos tipos de países difieren en la forma en que crean, asimilan, usan y difunden el conocimiento tecnológico.

1.3.2.1. Capacidades tecnológicas a nivel de empresa

Conforme a este enfoque, los cimientos de las capacidades tecnológicas se ubican en las habilidades de un individuo o de un grupo de individuos para obtener, usar o crear conocimiento tecnológico.

Es así que buena parte de la literatura ha considerado a las empresas como uno de los principales actores en el proceso de creación y acumulación de capacidades tecnológicas. Debido a que las capacidades tecnológicas, integradas por las habilidades y el conocimiento tecnológico acumulados, son necesarios para diseñar, producir y vender productos (Bell & Pavitt, 1992; Lall, 1992; Kim, 2001).

En ese sentido, es importante destacar el componente acumulativo de las capacidades tecnológicas, el cual no se da como un hecho automático o inherente a las leyes de mercado, sino, se conforma por una serie de procesos relacionados.

Los autores Bell y Pavitt (1992) distinguen tres etapas de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas. Las dos primeras etapas conforman la adopción tecnológica y la tercera etapa consiste en el cambio tecnológico *per se*.

En la primera, se adopta la tecnología y se logra incorporarla mejorando la tecnología original. En la segunda etapa con la adaptación se logra incrementar la eficiencia inicial y se modifica la tecnología. En estas dos etapas hay un continuo cambio en la acumulación de conocimientos y habilidades. En la tercera etapa, a partir de las capacidades ya adquiridas durante las dos etapas anteriores la empresas logran introducir un cambio tecnológico más importante.

Igualmente, estos autores dividen en dos grupos a las actividades y las funciones técnicas dentro de las empresas que podrían dar paso a la acumulación de capacidades tecnológicas: i) actividades primarias, y ii) actividades de apoyo (Bell & Pavitt, 1995).

A su vez, las actividades primarias se subdividen en funciones técnicas de producción y de inversión. Las funciones de producción corresponden a la generación y la administración del cambio técnico en los procesos, en los productos y en la organización. Las funciones de inversión se refieren a aquellas relacionadas con los proyectos de inversión que ayudan a la generación de cambios técnicos. Por otro lado, las actividades de apoyo se refieren a las funciones de vinculación, tanto interna como externa, y a la producción de bienes de capital que pueden contribuir en la acumulación de las capacidades tecnológicas.

Con relación a lo anterior cabe subrayar que en el punto inicial del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas las empresas pueden ser consideradas inmaduras, en términos tecnológicos, aunque al mismo tiempo poseedoras de una base de conocimientos que les permite aprender, acumular y adaptar conocimientos tecnológicos. Como resultado lograrán adquirir capacidades tecnológicas y progresivamente llegarán al punto de estar preparadas para llevar a cabo actividades de innovación (Dutrénit, Vera-Cruz y Navarro, 2003).

Por consiguiente, se puede entender que el cambio tecnológico a nivel de empresa se consigue mediante un proceso continuo de absorber y crear conocimiento tecnológico, proceso que está determinado en gran parte por la acumulación de habilidades y conocimientos en el

pasado. En ese sentido, la innovación en las firmas se puede definir de manera amplia, incluyendo así a todos los tipos de búsqueda y esfuerzos de mejora (Lall, 1992).

Las capacidades tecnológicas a nivel de empresa pueden ser categorizadas de varias formas. Con base en Katz (1987) y Dahlman et al. (1987), Lall (1992) presenta una matriz ilustrativa de las principales capacidades tecnológicas involucradas en el plano empresarial.

Así se pueden observar las capacidades tecnológicas ubicadas en las columnas de acuerdo con la función que cumplen. Mientras en las filas se organizan por el grado de complejidad o dificultad, según lo medido por el tipo de actividad de la cual surge la capacidad tecnológica.

En la tipología propuesta por Lall (1992) se dividen las capacidades tecnológicas a nivel de empresa en tres categorías: i) capacidades de inversión; ii) capacidades de producción, y iii) capacidades de vinculación.

Las capacidades de inversión contienen todas las habilidades necesarias para identificar necesidades, preparar y obtener la tecnología necesaria. De esa manera, posteriormente, se podrá diseñar, construir, equipar y conseguir el personal para las instalaciones. Todas estas habilidades determinan los costos de capital, la conveniencia de la escala, la diversidad de productos, la tecnología, el equipo y el entendimiento alcanzado de las tecnologías implicadas, lo que por consiguiente afecta la eficiencia con la que operará la firma.

Las capacidades de producción abarcan desde actividades más básicas, tales como operaciones, mantenimiento y control de calidad. También incluyen las actividades un poco más avanzadas, por ejemplo la adaptación del equipo, y llegan hasta las actividades más exigentes, como la investigación, el diseño y la innovación. Además, cubren tanto las tecnologías de proceso como de productos, así como las funciones de vigilancia y control, incluidas en la ingeniería industrial. Todas estas habilidades determinan cómo se operan las tecnologías dadas y, además, cómo se dan los esfuerzos internos para absorber tecnologías externas.

Las capacidades de vinculación se asocian a la transmisión y recepción de información, habilidades y conocimiento tecnológico de contratistas, asesores, empresas de servicios e instituciones tecnológicas, así como habilidades y tecnología de proveedores de componentes o materias primas. Estos vínculos afectan la eficiencia productiva de la empresa lo que le puede permitir una mayor especialización. Además, afectan la difusión de la tecnología en la economía y la profundización de la estructura industrial, ambas esenciales para el desarrollo industrial.

Tabla 1. *Capacidades tecnológicas a nivel de empresa*

		PRE INVERSIÓN	EJECUCIÓN DEL PROYECTO	INGENIERÍA DE PROCESOS	INGENIERÍA DE PRODUCTO	INGENIERÍA INDUSTRIAL	VÍNCULOS DENTRO DE LA ECONOMÍA
GRADO DE COMPLEJIDAD INTERMEDIO	BÁSICO SIMPLE, RUTINA (basado en la experiencia)	Estudios de viabilidad y prefactibilidad, selección de sitios, programación de inversiones.	Construcción civil, servicios auxiliares, montaje de equipos, puesta en marcha.	Depuración, balanceo, mantenimiento preventivo de control de calidad, asimilación de tecnología de proceso.	Asimilación del diseño del producto, adaptación menor a las necesidades del mercado.	Flujo de trabajo, programación, estudios de tiempo y movimiento. Control de inventario.	Contratación local de bienes y servicios, intercambio de información con proveedores.
	ADAPTATIVO DUPLICATIVO (basado en búsquedas)	Búsqueda de fuentes de tecnología, negociación de contratos y términos adecuados.	Adquisición de equipos, ingeniería de detalle, capacitación y reclutamiento de personal calificado.	Equipo de estiramiento, adaptación de procesos y ahorro de costos, licencia de nueva tecnología.	Mejora de la calidad del producto, concesión de licencias, asimilación de nueva tecnología de productos importados.	Monitoreo de productividad, mejor coordinación.	Transferencia de tecnologías, diseño coordinado, enlaces ciencia y tecnología.
	AVANZADO RIESGO INNOVADOR (Basado en investigación)		Diseño de proceso básico, suministro de equipos.	Innovación de procesos internos, investigación básica.	Innovación interna de productos, investigación básica.		Capacidad llave en mano, I+D cooperativo, licencia de tecnología propia para otros.

Fuente: Tomado de Lall (1992)

En pocas palabras podemos decir que el desarrollo de las capacidades tecnológicas a nivel de empresa son el resultado de las inversiones realizadas por la empresa y de la interacción con otros agentes económicos, que pueden ser públicos, privados o extranjeros.

Por lo tanto, existen factores que son específicos de cada empresa, los cuales conducen a las diferencias a nivel micro en el desarrollo, y otros factores que pueden ser comunes a los países, tales como los regímenes políticos y estructuras institucionales (Lall, 1992).

1.3.2.2. Capacidades tecnológicas a nivel nacional

Las capacidades tecnológicas de un país no son la suma simple de las capacidades individuales, en efecto, siempre hay un elemento común en las respuestas de las empresas dentro de un país ya

sea a la política o al marco institucional. En ese sentido, se conciben diferencias nacionales en las capacidades tecnológicas.

De acuerdo con Lall (1992), se pueden distinguir tres categorías de capacidades tecnológicas a nivel de un país: i) inversión física; ii) capital humano, y iii) esfuerzos tecnológicos.

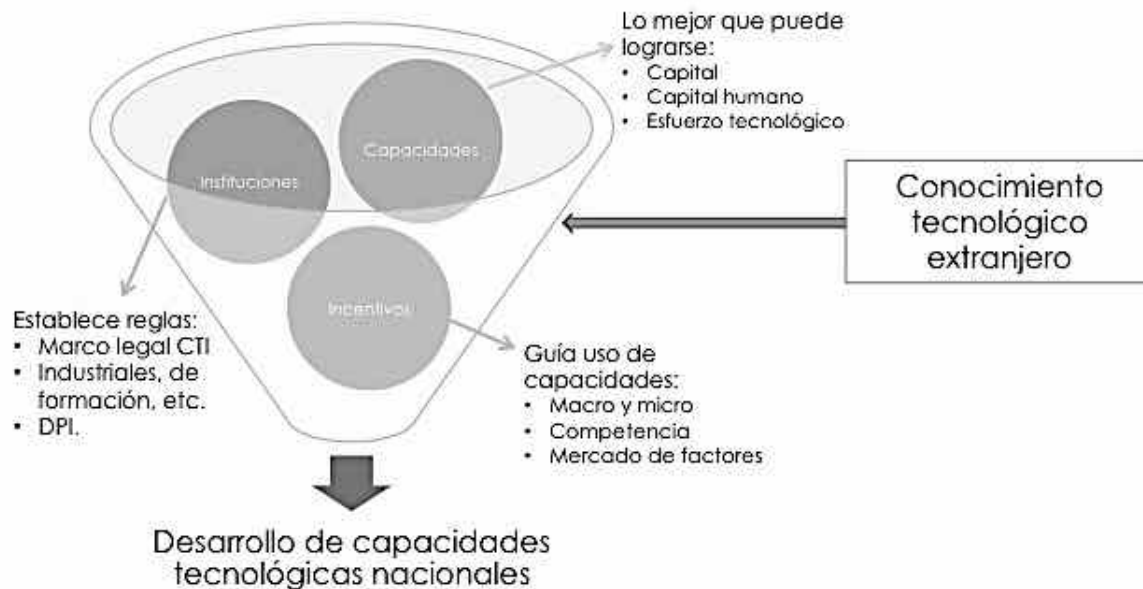


Ilustración 1. Capacidades tecnológicas a nivel de empresa.
Fuente: Elaboración propia con base en Lall (1992).

En primer lugar, la inversión física es considerada como una capacidad básica, la cual aunque es necesaria para la existencia de una industria no es más importante que la eficiencia con la cual se utiliza dicha inversión. Por tal razón el autor señala que si el capital físico se acumula sin las habilidades, o sin la tecnología necesaria para operarlo de modo eficiente, no se logrará el desarrollo de las capacidades tecnológicas nacionales.

En segundo lugar, el capital humano incluye las habilidades generadas por la educación y la capacitación formales, y las habilidades que se pueden desarrollar con la práctica y la experiencia de las capacidades previas. Por tanto, la calidad de la educación formal y la capacitación técnica son, claramente, de gran importancia.

Las capacidades en esfuerzos tecnológicos se relacionan con la mano de obra capacitada disponible para tareas tecnológicas, gastos en investigación y desarrollo, actividades relacionadas

con las innovaciones y las patentes, y otros indicadores de éxito tecnológico. En tal sentido, el capital físico y el capital humano se combinan con los esfuerzos de las empresas para asimilar y mejorar la tecnología relevante llegando de esa manera a resultados favorables.

En un análisis nacional de las capacidades tecnológicas es necesario contemplar dos factores que tienen importantes efectos sobre su desarrollo, estos son los incentivos y el marco institucional. Según la OCDE (1987), en el largo plazo, el crecimiento económico surge de la interacción de incentivos y capacidades tecnológicas.

Por su parte las capacidades definen lo mejor que puede lograrse, mientras que los incentivos guían el uso de las capacidades y, por consiguiente, pueden estimular su expansión, renovación o desaparición. Puesto que tanto incentivos como capacidades operan dentro de un marco institucional, donde las instituciones son capaces de establecer las reglas del juego, además sus actividades pueden alterar las capacidades y cambiar los incentivos (Citado por Lall, 1992).

1.3.2.3. Capacidades tecnológicas de los países en desarrollo

El escenario de las capacidades tecnológicas de los países en desarrollo es muy diferente. Se asume que un país de esta naturaleza no tiene la capacidad de generar innovaciones, sino concentra sus esfuerzos tecnológicos en adquirir, asimilar y, en el mejor de los casos, hacer mejoras en la tecnología existente (Lall & Narula, 2004).

Sin embargo, esta situación también es considerada el punto de partida para el desarrollo y la creación de capacidades, dado que mientras el país logre adelantarse en ese camino podrá alcanzar un mayor grado de avance tecnológico. De esa manera se situará a la altura de los países desarrollados y sus actividades no se limitarán a la imitación, sino también podrán realizar contribuciones en la frontera del conocimiento tecnológico.

En otras palabras, además del esfuerzo tecnológico doméstico, para las capacidades nacionales también es relevante la tecnología proveniente del extranjero. Por esa razón, aunque en diferentes grados, todos los países necesitan importar tecnología, está, a su vez, tendrá diferentes impactos en el desarrollo tecnológico local.

Es el caso de la inversión extranjera directa, la cual es ampliamente considerada un medio eficiente para transferir los resultados de innovación más que para el proceso innovador en sí mismo.

En este contexto, los países en desarrollo buscan alcanzar el nivel de los países más adelantados en términos tecnológicos. Por tal razón, los primeros diseñan, o deberían diseñar, sus estrategias para alcanzar el tan anhelado objetivo. En ese sentido, ¿cuáles son las herramientas con las que cuentan?

En la mayoría de los países en desarrollo, el papel de las políticas adquiere gran importancia. Dado que las políticas son capaces de afectar los tres componentes del desarrollo tecnológico: capacidades tecnológicas, incentivos e instituciones (Lall, 1992).

En cuanto a los incentivos se pueden distinguir tres tipos: i) incentivos macroeconómicos, se refiere a aquellos relacionados con el crecimiento y la estabilidad económica y el comercio; ii) incentivos de competencia, con la finalidad de fomentar la competencia o de proteger ciertas industrias nacionales, e iii) incentivos en el mercado de factores.

No obstante, los incentivos para el desarrollo de las capacidades tecnológicas por si solos no son suficientes. Dado que ambos, incentivos y capacidades tecnológicas, necesitan un marco institucional capaz de fomentar el desarrollo tecnológico. Las instituciones que conforman dicho marco pueden abarcar diferentes espacios y funciones, entre ellas tenemos: las instituciones industriales, instituciones de formación e instituciones tecnológicas.

Otro componente importante en el caso de los países en desarrollo se refiere a las importaciones de tecnología de países avanzados. En ese sentido, el grado de dependencia tecnológica y la forma en la que se importa tecnología afecta las capacidades tecnológicas nacionales. Por ejemplo, la importación de tecnología pasiva puede llevar al estancamiento de las capacidades nacionales, mientras que las entradas selectivas de tecnología extranjera pueden conducir al desarrollo dinámico de las mismas.

Consecuentemente, las importaciones de tecnología deben dirigirse a fortalecer los esfuerzos locales y no lo contrario, tal es el caso de las empresas transnacionales con amplia presencia en los países anfitriones que mantienen la mayor parte de sus actividades tecnológicas y esfuerzos en I+D en sus países de origen.

Los estudios empíricos muestran que no existe una ruta óptima única para el desarrollo industrial para todos los países en desarrollo, sino cada país determina su estrategia de acuerdo con sus prioridades y posturas políticas.

Urata y Lall (2003) distinguieron cuatro posturas amplias en estrategias establecidas con políticas industriales y en relación con la inversión extranjera directa (IED). La aplicación de cada estrategia da lugar a diferentes efectos en las capacidades tecnológicas nacionales.

Ahora, ¿qué determina la elección de una estrategia? Conforme a estos autores una serie de factores son los que pueden llevar a un país a elegir una postura específica en términos de política industrial. Estos factores generalmente son definidos por cada país, tales como el capital humano nacional, las capacidades tecnológicas existentes, los objetivos de desarrollo, el marco institucional y el entorno normativo prevaleciente, que a su vez, reflejan la historia, la cultura y la economía política.

Tabla 2. *Estrategias de países en desarrollo. Evidencia empírica*

Nombre	Características	Casos
Autónoma	Se basa en el desarrollo de capacidades en empresas nacionales (desde actividades simples y profundizándose con el tiempo). Uso intensivo de políticas industriales (financieras, de comercio, de educación y capacitación, tecnológicas e industriales específicas) Restringe selectivamente la IED y fomenta las importaciones de tecnología en otras formas. Se orienta fuertemente a las exportaciones.	Corea y Taiwán
Dependiente de la IED estratégica	Se impulsa por la IED y las exportaciones dentro de redes de producción integradas. Esfuerzos para mejorar las actividades de las multinacionales de acuerdo con las prioridades estratégicas (dirige las inversiones hacia actividades de mayor valor agregado y tecnológico). Extensas intervenciones en los mercados de factores (creación de habilidades, desarrollo institucional, desarrollo de infraestructura y soporte de proveedores).	Singapur.
Pasivo dependiente de la IED.	Impulsado por la IED, pero depende de las fuerzas del mercado para mejorar la estructura. Crea un régimen favorable para la IED. Incentiva fuertemente las exportaciones (buena infraestructura y mano de obra barata y apta para el adiestramiento). Descuido de las capacidades y actividades tecnológicas nacionales. Sector industrial nacional tiende a desarrollarse aisladamente del sector exportador.	Malasia, Tailandia y Filipinas. Zonas Económicas Especiales de China y maquilas de México

E
S
T
R
A
T
E
G
I
A

Re- estructuración de la ISI.	<p>Exportaciones crecieron en industrias fortalecidas durante la ISI.</p> <p>Principales herramientas políticas: liberalización comercial y fuertes incentivos a las exportaciones.</p> <p>Considerable mejora, reestructuración y expansión ciertas áreas (En algunos casos, los principales agentes eran empresas nacionales y en otros eran empresas multinacionales).</p> <p>Falta de una política industrial clara y coordinada para desarrollar la competitividad de las exportaciones.</p> <p>Apoyo débil para las capacidades, la tecnología, las instituciones y la infraestructura.</p>	China e India en Asia, Brasil y México en Latinoamérica
-------------------------------------	---	--

Fuente: Elaboración propia con base en Urata y Lall (2003)

No obstante, esta tipología de estrategias es útil para el análisis de las capacidades tecnológicas en países en desarrollo, se debe tener en cuenta que no son exclusivas ni mucho menos excluyentes, es decir, los países a menudo las combinan y varían las combinaciones a lo largo del tiempo. Dicho esto, cabe subrayar que los principales determinantes para la construcción de capacidades tecnológicas son: las habilidades, la actividad tecnológica y la atracción de IED.

1.4. Especialización tecnológica en el marco de los sistemas de innovación

En este apartado nos ocuparemos de revisar el enfoque de los sistemas de innovación, con el propósito de establecer un contexto en el cual los países construyen sus capacidades tecnológica y definen su especialización tecnológica. Conforme a la revisión podemos distinguir a los sistemas nacionales de innovación y a los sistemas sectoriales de innovación.

1.4.1. Sistema Nacional de innovación

La principal razón por la que los estudios se han orientado al análisis de la innovación en términos de sistemáticos, fue porque se reconoce que la innovación es un proceso interactivo que incluye a diversos elementos (Johnson & Lundvall, 2000, Lundvall, 2007).

En otras palabras, se entiende a la innovación tecnológica como un proceso, cuya generación y desarrollo requieren la existencia de entornos adecuados o de un conjunto de elementos interrelacionados, así, surge la idea del sistema de innovación. Este concepto fue acuñado con la intención de ser una herramienta útil para entender las diferencias en las tasas de

progreso tecnológico que experimentan los países y regiones que, a su vez, explican las diferencias en sus resultados económicos (Kuramoto, 2007).

El primer autor en desarrollar el concepto sistema nacional de innovación (SIN) fue Lundvall (1992). Aunque Freeman (1997) precisa que el concepto pionero corresponde a Friedrich List acuñado en su obra *The National System of Political Economy* (1841), la cual bien podría haberse llamado *The National System of Innovation*.

Según Lundvall (1992), los SIN se define como “elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo, y económicamente útil” (Lundvall, 1992, p. 2). En palabras de Nelson y Rosenberg (1993) como “un conjunto de instituciones cuyas interacciones determinan el desempeño innovador [...] de las empresas (a nivel nacional)” (Nelson & Rosenberg 1993, p. 3). Para Freeman (1997) es una red de instituciones de los sectores público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías. Así, el SIN se constituye por la interacción de los agentes en el entorno de las instituciones (Intxaurburu y Ozerin, 1996).

Los agentes son firmas, capital humano, instituciones u organizaciones publicas y privadas tales como laboratorios, entidades de formación profesional y técnica, asociaciones empresariales, entidades que brindan apoyo financiero, entre otros.

Las relaciones entre los agentes incluyen todo tipo de interacciones como relaciones verticales u horizontales, relaciones universidad-empresa, relaciones de apoyo empresarial o institucional, etc.



Ilustración 2. Esquema de Sistema Nacional de Innovación.

Fuente: Elaboración propia con base en Lundvall (1992), Nelson y Rosenberg (1993), Intxaurburu y Ozerin (1996) y Freeman (1997).

Los entornos se refieren: al entorno científico, en el cual se realiza la producción de conocimiento científico; entorno tecnológico, donde se desarrollan las nuevas tecnologías; el entorno productivo, en el que se producen bienes y servicios aportando un valor agregado, y el entorno financiero, donde se ofrecen recursos financieros a los elementos de los demás entornos, entre otros.

En general, los autores coinciden en que todo sistema de innovación implica la creación, difusión y uso del conocimiento y está formado por agentes, las relaciones entre éstos y sus características o atributos. En otras palabras, se puede definir un sistema de innovación como un conjunto de agentes que interactúan para desarrollar, difundir, transferir y aplicar conocimientos y tecnologías (Lundvall, 1992; Nelson & Rosenberg, 1993; Freeman, 1997).

En consecuencia, un sistema de innovación se puede definir, conforme a sus delimitaciones, en una variedad de formas que pueden ser de carácter nacional, regional o sectorial (Carlsson, Jacobsson, Holmén & Rickne, 2002).

Tenemos el enfoque geográfico del concepto de sistema de innovación, que hace énfasis en la importancia de la cercanía para desarrollar actividades innovadoras. Básicamente porque la concentración genera sinergias y aprendizajes colectivos, indispensables para garantizar la transferencia de tecnologías. La principal característica de este enfoque son la cultura y la identidad debido a la proximidad espacial. Este rasgo fue enunciado también desde otras perspectivas, como en los conceptos de distrito industrial planteado por Marshall (1919), los polos de crecimiento de Perroux (1955) y la teoría de los clúster de Porter (1991).

Así, se han producido otros conceptos que enfatizan las características sistémicas de la innovación considerando el factor de proximidad geográfica, pero se enfocaron en otros niveles de la economía que en la nación.

Por ejemplo, Carlsson y Stankiewicz (1991) desarrollaron el concepto de *Sistema tecnológico*, considerando que las fronteras de los sistemas tecnológicos, pueden o no coincidir con las fronteras nacionales.

Otros autores como Cooke (1997) y Maskell y Malmberg (1997) desarrollaron la literatura sobre los *Sistemas Regionales de Innovación* junto a otros trabajos más recientes como el de Doloreux y Parto (2005) y Lau y Lo (2015). Por ejemplo, Cooke, Uranga y Etxebarria (1997) sostienen que los criterios que determinan los límites de los sistemas de innovación regionales pueden, por ejemplo ser culturales (la región vasca) o administrativa (Estados federados de Austria). En consecuencia, los sistemas regionales de innovación pueden cruzar las fronteras nacionales (Meuer, Rupietta & Backes-Gellner, 2015).

Igualmente, existe otro tipo de sistema de innovación, el cual no se delimita en términos geográficos, sino de acuerdo a la industria o sector al que pertenece. Nos referimos a los *Sistemas Sectoriales de Innovación* (Breschi & Malerba, 1997).

1.4.2. Sistemas sectoriales de innovación

A diferencia de los sistema de innovación descritos antes, no emplea la ubicación geográfica para definir sus límites. La idea de que determinados sectores tienen diferentes trayectorias tecnológicas se escribe por primera vez por Pavitt (1984). Este autor desarrolló una taxonomía de

acuerdo con las fuentes de tecnología y las necesidades de los usuarios que dependían del sector en el que se ubique el análisis.

También Breschi y Malerba (1997) contribuyeron al estudio de los sistemas sectoriales de innovación. Más adelante, Malerba (2002) presenta un concepto de este tipo de sistema de innovación a partir de tres bloques de construcción que afectan a la generación y adopción de nuevas tecnologías y son:

- a) El conocimiento (y los límites relacionados)
- b) Los actores y redes
- c) Las instituciones



Ilustración 3. Esquema de Sistema Sectorial de Innovación.
Fuente: Elaboración propia con base Malerba (2002).

A diferencia de los otros sistemas de innovación los límites son dinámicos y pueden ser definidos por los vínculos y la complementariedad entre los objetos (un producto o una tecnología) y las actividades desarrolladas. Los sectores cambian con el tiempo y, por lo tanto, se debe prestar especial atención a su dinámica, aparición y transformación.

Los actores y redes dentro de un sector son heterogéneos. Pueden incluir, por ejemplo, los individuos, las empresas y las organizaciones privadas, semipúblicas o públicas. También los procesos de aprendizaje, comportamiento, objetivos y competencias de los actores están vinculados con las relaciones de mercado y no de mercado. En consecuencia, de acuerdo con la base de conocimientos sectoriales, los procesos de aprendizaje y los vínculos entre actores, las relaciones y las redes son específicos de cada sector.

Las actividades de las instituciones, que pueden incluir normas, rutinas, prácticas establecidas, reglas, leyes, etc., son capaces de moldear las relaciones entre los agentes o actores. Las instituciones desempeñan un papel importante en relación a la organización de la actividad innovadora y los sistemas sectoriales en todos los sectores. Asimismo, existen instituciones de carácter nacional, pero con diferentes efectos en la innovación y el rendimiento según el sector.

A modo de síntesis, un sistema sectorial de innovación tiene una base de conocimiento tecnológico existente y emergente, y está compuesto por organizaciones e individuos, que interactúan a través de procesos de comunicación, intercambio, cooperación, competencia y mando, moldeados por las instituciones. Así, en este sistema no se tiene en cuenta los límites sectoriales como dados y estáticos (Malerba, 2002).

En un análisis más integrado, Castellacci (2008) presenta una taxonomía sectorial que combina las industrias manufactureras y de servicios dentro del mismo marco general. La taxonomía fue construida a partir de dos características principales de los sectores industriales:

- la función como proveedores y/o receptores de productos avanzados, servicios y conocimientos,
- y modo innovador que caracteriza sus actividades tecnológicas.

Del uso de estas dos dimensiones conceptuales, la nueva taxonomía identifica cuatro grandes grupos sectoriales:

- (i) Los proveedores de conocimientos avanzados, tienen capacidades tecnológicas sustantivas y las habilidades para manejar complejas trayectorias tecnológicas;

- (ii) productores de bienes de producción en masa, con la capacidad de producir productos finales e intermedios;
- (iii) proveedores de servicios de infraestructura, apoyan a los procesos de producción de los productores de bienes de consumo, a través de innovaciones incrementales que aumentan la eficiencia y calidad de los servicios, y
- (iv) productores de bienes y servicios con capacidades inferiores innovadoras, principalmente preocupados por el aumento de la eficiencia y la calidad de sus propios bienes y servicios finales.

Este modelo taxonómico sugiere que es la interacción entre las industrias manufactureras y de servicios tecnológicamente avanzados que sustenta la dinámica de los sistemas nacionales a largo plazo. Esta idea apunta que aunque se puedan diferenciar los niveles en los que se definen los sistemas de innovación (nacionales, sectoriales o regionales), estos coexisten y están relacionados.

Sin embargo, Castellacci (2008), enfatiza aún más fuertemente en las diferencias existentes en la base de conocimientos, la heterogeneidad de los agentes, y la variedad de organizaciones que participan en los sistemas sectoriales de innovación.

1.4.3. La dinámica de los sistemas de innovación y la construcción de capacidades tecnológicas

Tanto profesionales como académicos reconocen cada vez más que las ventajas competitivas no sólo se originan a partir del conocimiento interno, sino también desde la absorción de conocimiento externo (Gebauer, Worch & Truffer, 2012).

Teniendo en cuenta, por un lado, a los modelos de crecimiento endógeno basados en la importancia del rol de la capacidad nacional de innovación para el crecimiento económico (Romer, 1990) y, por otro lado, a los modelos de brechas tecnológicas que resaltan el papel de la capacidad de absorción con la finalidad de ponerse al día con la frontera tecnológica por medio del aprendizaje y la imitación actividades (Verspagen, 1991).

Castellacci y Natera (2013) plantean que el desarrollo de los sistemas nacionales de innovación es impulsado por la co-evolución de dos dimensiones principales: la capacidad de innovación y capacidad de absorción.

La capacidad innovadora es la capacidad de un país para producir y comercializar un flujo de tecnología innovadora en el largo plazo. La capacidad nacional innovadora depende de la infraestructura común que apoya la innovación en la economía en su conjunto. Al igual que de las condiciones específicas de los clústers que apoyan la innovación en ciertas industrias y la fuerza de los vínculos entre éstos (Audretsch & Feldman, 1996; Porter & Stern, 1999).

La capacidad de absorción se refiere a la capacidad de las unidades económicas de un país de adquirir y asimilar conocimientos desarrollados en otros lugares para que puedan igualarse con la frontera tecnológica (Narula, 2004), es decir, se refiere a estar preparado para entender y aprovechar las oportunidades tecnológicas que dependen en cierta medida de la acumulación de conocimientos pertinentes (Cohen & Levinthal, 1989, 1990).

Además, cuando hablamos de sistema de innovación hay que tener en cuenta que la innovación y el aprovechamiento de nuevas tecnologías no sólo dependen de factores individuales sino, además, de la interacción y sinergia de los agentes que lo componen (Lundvall, 1992). En ese sentido, las capacidades del sistema dependerán, igualmente, de la generación de externalidades a través de la interacción entre los distintos agentes (empresas, instituciones públicas o privadas, capital humano, etc.).

Un sistema de innovación puede dividirse en cuatro componentes inter-relacionados de acuerdo con los agentes que lo conforman y las actividades que realizan (Heijs, 2001, p. 8). Estos componentes son:

1. Las empresas, relaciones inter-empresariales y la estructura del mercado:

Las empresas son consideradas parte fundamental del sistema de innovación, ya que son éstas las que convierten las innovaciones en productos comercializables en el mercado. Dado que las empresas crean innovaciones como respuesta a la presión a la que se enfrentan por la existencia de empresas competidoras (Porter, 1991), sin embargo, también se consideran relaciones de cooperación entre empresas. En consecuencia, los aspectos principales de este componente radican en la presencia de empresas innovadoras dentro del sistema productivo, su participación en los esfuerzos destinados en I+D y en la determinación de la especialización sectorial.

2. Las instituciones públicas y su relación con las actividades tecnológicas:

El Gobierno juega un papel importante en el desarrollo del sistema de innovación, se puede manifestar de forma directa o indirecta. Esto se puede observar en el contexto donde el sector público es agente financiero importante y promotor del sistema científico y, en consecuencia, ejerce influencia sobre la amplitud y la orientación de las actividades de innovación.

Adicionalmente, posee dos canales por los que puede influir en el sistema de innovación. Primero, como usuarios de las tecnologías, mediante la demanda pública, puede dar ciertas directrices a las actividades innovadoras. Segundo, mediante las regulaciones y las adaptaciones del marco jurídico que afecten claramente a las actividades de innovación y al sistema. Como es el caso de la regulación de competencia, la regulación de protección del medio ambiente, las normas de seguridad, regulación de derechos de propiedad intelectual.

Por otro lado, es posible que la influencia más directa de la administración pública radique en las políticas tecnológicas⁷. Aunque hay un solape entre la política industrial y la política tecnológica, es importante tener en cuenta que las políticas tecnológicas muchas veces forman parte de las políticas industriales.

3. La infraestructura que apoya la innovación:

Esta infraestructura comprende un conjunto de entidades diversas concebidas para facilitar la actividad innovadora (Porter y Stern, 1999). Se puede distinguir a la infraestructura de soporte privada y pública. La parte privada incluye todo tipo de servicios tecnológicos como servicios de consulta, centros de investigación e innovación y parques tecnológicos. La parte pública incluye instituciones como los organismos públicos de investigación, la I+D en las universidades, centros de transferencia tecnológica.

4. El entorno:

⁷ La política tecnológica comprende toda intervención gubernamental con el propósito de influir en el proceso de la innovación tecnológica (Stoneman, 1987).

La noción de entorno abarca diferentes aspectos que de forma indirecta influyen en la capacidad tecnológica del sistema. Entre otros, incluye el sistema educativo, el sistema financiero, el sistema científico y el capital humano.

1.4.4. Determinantes de la especialización en el contexto de los sistemas de innovación

El enfoque de los sistemas de innovación permite ampliar el contexto en el que se crean nuevos conocimientos, y a partir de este progreso tecnológico se pueden crear ventajas competitivas. Además, se puede entender la interrelación entre la especialización en tecnología y la creación de ventajas competitivas.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que los nuevos conocimientos y la tecnología no están relacionados con la especialización de una manera lineal, sino que las posibles combinaciones de conocimientos y tecnologías y sus usos futuros y las consecuencias son impredecibles y pueden conducir a ventajas tecnológicas de diferente naturaleza.

A lo anterior se le puede añadir las características y las diferencias de las distintas clases tecnológicas, tales como las bases de conocimiento y los procesos de aprendizaje, que pueden orientar sus avances a capacidades diferentes (Malerba & Montobbio, 2003, p. 5). Por ejemplo, la industria farmacéutica podría estar más relacionada con la ciencia y la I+D que la industria mecánica, esta última por su parte estaría más relacionada con el aprendizaje tecnológico y los vínculos verticales.

No obstante, la complejidad que implica la creación de capacidades tecnológicas y las diferentes distribuciones que pueda tener la especialización tecnológica, los factores que determinan su orientación pueden agruparse en dos conjuntos de acuerdo a la influencia y mecanismos de afectación que poseen sobre la especialización tecnológica de los países. Estos conjuntos son: 1) factores exógenos o de carácter autónomo y 2) factores endógenos o de carácter inducido.

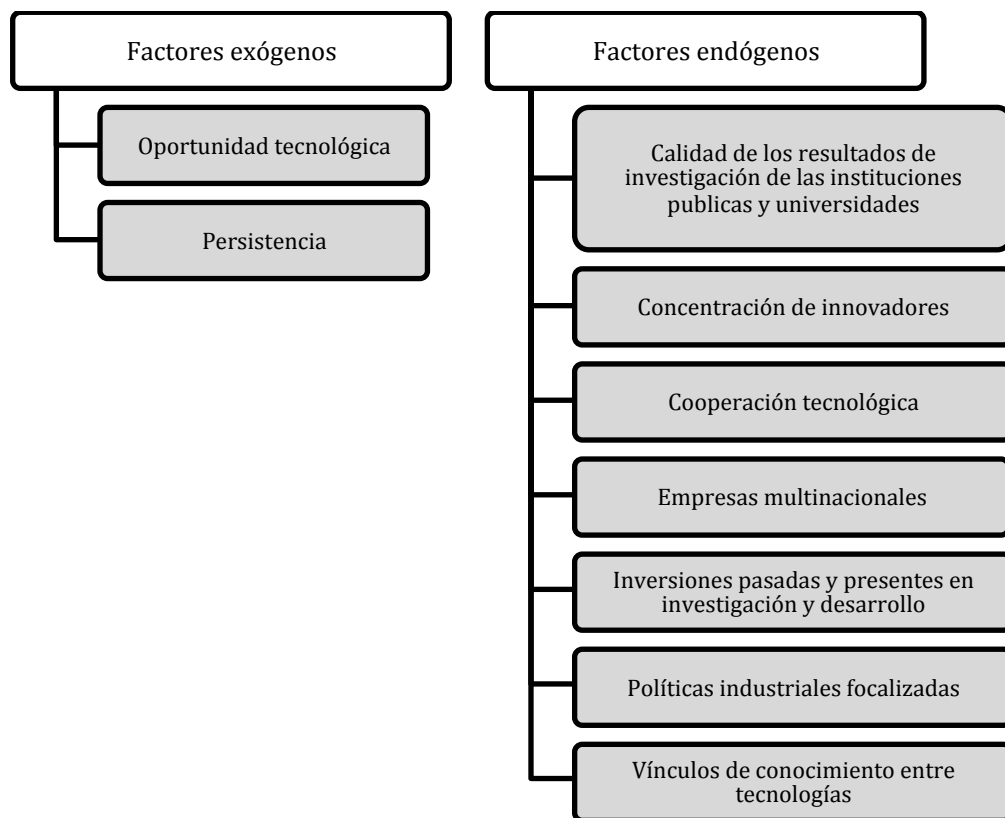


Ilustración 4. Factores que influyen en la especialización tecnológica.
Fuente: Elaboración propia con base en Ruiz (2013a)

1) Factores exógenos o de carácter autónomo:

Los factores que hemos identificado son: i) oportunidad tecnológica y ii) persistencia. Son aquellos factores que se originan por la propia dinámica del cambio tecnológico. Particularmente, se refiere a los componentes de los patrones tecnológicos que permiten identificar ritmos y trayectorias tecnológicas de acuerdo con las especificidades de cada sector tecnológico, en términos de oportunidad tecnológica y su dependencia con su posición en periodos anteriores. A continuación se expone la definición de cada uno junto a su justificación teórica.

i) Oportunidad tecnológica

Existe literatura que demuestra que se realizan actividades relacionadas con la innovación en respuesta a incentivos económicos, principalmente, buscando la apropiación de los beneficios

futuros que resulten de esta actividad (Jaffe 1986; Grossman & Helpman, 1991; Gay, Le Bas, Patel & Touach, 2005).

En particular, las empresas privadas invierten recursos en I+D con la finalidad de desarrollar nuevo conocimiento económicamente útil. Sin embargo, la productividad de las inversiones de las empresas varían debido a diversos factores, por una parte eventuales y en otra sistemáticos (Jaffe, 1986). En ese sentido, cuando la oportunidad tecnológica es importante, entonces la productividad de las inversiones en I+D se relacionarán de manera sistemática con su posición en el espacio tecnológico (Jaffe, 1989).

Con todo, la posibilidad de conseguir los avances tecnológicos también puede diferenciarse entre las industrias. Esta situación se debe principalmente a que el conocimiento científico y tecnológico necesario para el avance tecnológico tienen diferentes ritmos y grados de dificultad para cada industria (Klevorick, Levin, Nelson & Winter, 1995).

El concepto utilizado en la literatura para reflejar las posibilidades del progreso tecnológico en diferentes industrias es la oportunidad tecnológica. El grado de oportunidad tecnológica dependerá de la naturaleza de los campos tecnológicos (Nelson & Winter, 1982). De esa manera, la oportunidad tecnológica puede ejercer influencia sobre los resultados tecnológicos alcanzados por las empresas, es decir, respecto al nivel de gasto en I+D y la proporción de ventas en materia de productos nuevos o mejorados (Malerba et al., 2001).

Con relación a lo anterior, una oportunidad tecnológica representa la posibilidad de explotar las oportunidades que surgen con la aparición de micro-paradigmas tecnológicos, que incluso podrían alcanzar el escenario internacional (Mancusi, 2001). En consecuencia, la especialización tecnológica se puede ver impulsada por las oportunidades de beneficio y la expansión del mercado.

En este sentido, el análisis se puede orientar hacia la relación entre las tasas de innovación y las actividades de exportación. Así, mayores niveles de exportación y especialización comercial en las clases tecnológicas específicas pueden señalar las oportunidades de beneficio económico y, a su vez, afectar a la especialización tecnológica (Malerba et al., 2001).

ii) Persistencia

La persistencia expresa que el perfil de especialización tecnológica de un país se determina en parte por sus fortalezas y debilidades pasadas (Mancusi, 2001). Es decir, existe una facilidad en

aumentar la especialización en los campos tecnológicos relacionados a los campos en los que el país se especializó en el pasado y dificultad en crear especializaciones en campos donde no se realizaron esfuerzos previos.

La persistencia en la especialización tecnológica se debe al desarrollo de determinadas ventajas competitivas y tecnológicas que se han construido con el tiempo, es decir, a la inercia de los patrones de especialización en tecnología (Malerba & Montobbio, 2003). Además, la existencia de altos niveles de persistencia en la especialización tecnológica reflejaría procesos innovación de "acumulación creativa" (o modelo de Schumpeter Mark II). Por el contrario, la ausencia de persistencia podría asociarse a la "destrucción creativa" (o modelo de Schumpeter Mark I) (Breschi, Malerba & Orsenigo, 2000; Cefis & Orsenigo, 2001).

Existe literatura que ha mostrado que la especialización tecnológica muestra una considerable dependencia con el pasado (Archibugi & Pianta, 1992; Cefis, 1996, 1999; Malerba et al., 2001; Mancusi, 2001, 2003). Asimismo, estos trabajos resaltan la importancia de hacer comparaciones a nivel sectores, porque en algunos sectores la persistencia puede ser muy baja y en otros bastante alta.

2) Factores endógenos o de carácter inducido:

Los factores que hemos identificado son: i) calidad de los resultados de la investigación de las instituciones públicas y universidades; ii) concentración de innovadores; iii) cooperación tecnológica; iv) empresas transnacionales; v) inversiones pasadas y presentes en I+D; vi) políticas industriales, y vii) vínculos de conocimiento entre tecnologías.

Este conjunto de factores se refiere a aquellos representados por los componentes de los sistemas nacionales y sectoriales de innovación⁸ y las políticas industriales. El análisis de los sistemas de innovación de los países puede dar cuenta de ciertos aspectos específicos de cada país, esto en relación a los procesos de innovación y de aprendizaje científico y tecnológico, y, conjuntamente explican las diferencias en la especialización tecnológica entre países.

El enfoque de los sistemas de innovación también incluye las acciones realizadas por los gobiernos como agentes activos capaces de influir en la formación de competencias científicas y

⁸ Debido a que la especialización tecnológica está ligada a la innovación tecnológica, cuya generación y desarrollo requieren la existencia de entornos adecuados o de un conjunto de elementos interrelacionados, este conjunto de elementos conforman el sistema nacional de innovación (Lundvall, 1992).

tecnológicas nacionales. A continuación se expone la definición de cada uno de los factores junto a su justificación teórica.

i) Calidad de los resultados de investigación de las instituciones públicas y universidades

Una de las fuentes de generación de conocimiento proviene de la investigación realizada por instituciones públicas y universidades. Este tipo de conocimiento es un factor importante en la orientación y el fortalecimiento de la especialización tecnológica y es hasta cierto punto es no rival y no excluyente dentro de un país (Malerba et al., 2001).

Sin embargo, puede ser más notorio y tangible en áreas tecnológicas específicas que estén más ligadas a la ciencia (Nelson, 1993). Debido, básicamente, a que el conocimiento generado por la ciencia, a través de la investigación científica, es un insumo importante e indispensable para la generación de nuevas tecnologías (Nomaler & Verspagen, 2007).

ii) Concentración de innovadores

Este factor está relacionado con el debate sobre la relación entre la estructura del mercado y las actividades de innovación. Algunos autores han propuesto que una mayor concentración en el mercado aumenta los niveles de las actividades relacionadas con la innovación, esto se cumple hasta un cierto nivel de concentración mayor (Dasgupta & Stiglitz, 1980; Nelson & Winter, 1982), la explicación es la siguiente, los incentivos para innovar aumentan cuando aumenta la concentración debido a que las empresas con poder de mercado cuentan con mayores recursos financieros necesarios para invertir.

Así, mayores actividades de innovación debido a la concentración puede consolidar la concentración existente y conducir a una más alta tasa de innovación, dado que el aprendizaje y el avance técnico tienen un carácter acumulativo (Malerba & Montobbio, 2003).

En ese sentido, existe una clara relación entre la estructura del mercado (en términos de la concentración de agentes innovadores) y la intensidad de I+D, consecuentemente, relacionada con la tasa de innovación .

De la discusión anterior, se afirma que la especialización tecnológica podría estar asociada a una estructura específica de innovadores (Malerba & Orsenigo, 1996, 1997). Como la

describen Malerba y Montobbio (2003), “una estructura bastante concentrada, con un núcleo de grandes innovadores que innovan continuamente y una franja de nuevos innovadores que aportan dinamismo y variedad a la tecnología” (p. 417).

Además, la estructura del mercado puede diferir de un sector a otro como se muestra en la Taxonomía de Pavitt (Pavitt, 1984), por ejemplo, aquellos intensivos en escala se caracterizan por grandes empresas con una alta concentración de la actividad innovadora, en este caso serían las grandes empresas los principales impulsores del cambio tecnológico. En contraste, otros sectores como el de los proveedores especializados se definen por empresas medianas y una estructura menos concentrada y en este caso son este tipo de empresas los principales innovadores.

De igual manera, la entrada de nuevos innovadores se diferencia entre sectores, ya que el equilibrio entre el núcleo y la periferia de los innovadores pueden diferir entre los distintos sectores. En consecuencia, se pueden distinguir dos variables significativas para el análisis de la actividad innovadora y la especialización tecnológica. Una se refiere a la concentración de innovadores y la segunda se da en relación a la entrada de nuevos innovadores, que aportan nuevas ideas, nuevos enfoques y nuevas tecnologías (Malerba & Montobbio, 2003).

Específicamente, Malerba y Montobbio (2003) afirman, en primer lugar, que la especialización tecnológica se asocia positivamente con la concentración de actividades innovadoras, o sea, con un núcleo oligopólico de innovadores que han acumulado conocimientos y competencias con el paso del tiempo. En segundo lugar, que la especialización tecnológica se asocia positivamente con la entrada tecnológica, es decir, se relaciona con aquellos participantes que innovan por primera vez, que aportan nuevas ideas y dinamismo a la estructura de innovadores. En síntesis, la especialización tecnológica se beneficia de la presencia tanto de un núcleo de innovadores persistentes como del grupo de participantes nuevos.

iii) Cooperación tecnológica

La literatura de los sistemas de innovación ha destacado la diversidad de capacidades de los agentes de innovación y, a su vez, resalta la importancia sobre el desarrollo de nuevas tecnologías que tiene la gama de interacciones entre estos agentes (Lundvall, 1992; Edquist, 1997; Dosi, 1997).

Particularmente se ha abordado las relaciones que se dan entre las empresas e instituciones, tales como universidades y centro de investigación (Nelson, 1993; Geisler, 1995).

Al respecto se hace hincapié en la importancia de estas relaciones, en la medida que pueden favorecer la generación de innovaciones y el cambio tecnológico en los diferentes sectores tecnológicos e industriales (Mowery & Nelson, 1999; Santoro, 2000).

Recientemente, algunos estudios han destacado la importancia de la creación de redes de individuos, dentro y fuera de las empresas y las organizaciones, en la generación, acumulación y difusión del conocimiento tecnológico (Gay et al., 2005; Latham, Le Bas & Volodin, 2012).

Lo que afirman, específicamente, es que estas redes podrían dar lugar a comunidades de individuos donde se intercambian conocimientos, de tal manera que la producción colectiva de conocimiento resultaría de las transacciones realizadas dentro de estas redes y de las externalidades de conocimiento tecnológico (Gay et al., 2005).

Asimismo, se debe tener en cuenta la naturaleza de las actividades de innovación, en palabras de Nelson y Winter (1982), la innovación es el instrumento que permite asimilar “la competencia dinámica a un proceso de selección de firmas” y cuyo proceso se caracteriza por la incertidumbre. Es así que, en entornos inciertos y, además, cambiantes, las colaboraciones tecnológicas surgen por las diferencias entre agentes más que por sus similitudes.

De este modo, estas relaciones de colaboración logran integrar capacidades complementarias que favorecen las innovaciones, al mismo tiempo, éstas pueden reducir el riesgo implícito en las actividades de innovación. También, las características de tales relaciones se pueden diferenciar de acuerdo al sector tecnológico (Malerba & Montobbio, 2003).

En consecuencia, la especialización tecnológica se asocia con las colaboraciones tecnológicas entre los agentes de innovación, sean firmas, universidades, instituciones o individuos, debido a favorecen la difusión del conocimiento y permiten la complementariedad de las capacidades de los agentes y, al mismo tiempo, reducen la incertidumbre que implican las actividades de innovación.

iv) Empresas transnacionales

En un contexto en el que existen países líderes tecnológicos y países seguidores, la especialización tecnológica de los países no sólo depende de cuestiones de carácter interno (Pianta & Meliciani, 1996).

En otras palabras, tenemos, por un lado, a los países líderes tecnológicos, caracterizados por elevados esfuerzos orientados a I+D, especialmente privado, un sistema de innovación

enfocado al liderazgo tecnológico y que cuentan con una mayor diversificación de sus competencias y, por otro lado, están los países seguidores, caracterizados por un escaso esfuerzo en I+D, especialmente público, sistemas de innovación centrados en la difusión de conocimiento más que en su generación y que cuentan con una especialización tecnológica más concentrada en un escaso número de áreas específicas.

En este contexto, sale a relucir el papel que desempeñan las empresas transnacionales en países de nivel tecnológico medio-bajo a lo largo del proceso de captura tecnológica. Debido, principalmente, a que son un importante medio de difusión de conocimiento tecnológico, lo que, además, podría favorecer la formación de competencias tecnológicas nacionales y contribuir en el perfilamiento de la especialización tecnológica nacional.

Fundamentalmente, se espera que las actividades de las empresas transnacionales puedan beneficiar la especialización de un país, siempre que se produzcan externalidades positivas (Patel & Pavitt, 1995; Cantwell, 1995).

Por su parte, Globerman (1997) logró comprobar empíricamente que las empresas transnacionales ejercen algún tipo de efecto en los patrones de especialización tecnológica internacional. Específicamente, el autor se refiere a la competencia inducida por éstas que llevaría a un efecto en la especialización tecnológica nacional, sin embargo, no siempre se orientará hacia las áreas técnicas que representan ventajas tecnológicas reveladas para los países.

En tal sentido, el efecto de la presencia de estas empresas sobre la especialización tecnológica podría darse en dos direcciones opuestas. Por un lado, estas empresas podrían ampliar sus actividades en los sectores en los que su país de origen es especializado, lo cual favorecería la desespecialización tecnológica en el país anfitrión. Por otro lado, las empresas transnacionales podrían orientarse hacia sectores en los que el país de destino tiene ventajas tecnológicas y, de esa manera, favorecer su especialización tecnológica (Cantwell & Molero, 2003; Picci & Savorelli, 2012).

Además, probablemente las diferentes estrategias de las empresas transnacionales sean específicas a cada sector (Archibugi & Michie, 1995), lo cual permite el análisis sobre el efecto en la especialización tecnológica del país receptor de las empresas extranjeras.

v) Inversiones pasadas y presentes en investigación y desarrollo

El financiamiento de las actividades relacionadas con la innovación desempeña un papel fundamental en el cambio tecnológico y la innovación, debido a que el objetivo principal de esta inversión es impulsar el sistema científico y tecnológico para mejorar la competitividad de los agentes relacionados.

Este financiamiento se refiere a la inversión en I+D realizada por empresas, organizaciones e instituciones públicas, ya que este gasto puede desagregarse de acuerdo a su origen, es decir, público y privado. Por un lado están las inversiones realizadas por los Estados mediante políticas públicas y, por otro, las empresas que invierte en investigación tecnológica con el objetivo de conseguir ventajas competitivas o crecimiento empresarial.

Adicionalmente, la literatura reconoce que las inversiones en I+D se realizan no sólo para generar innovaciones, sino además para aprender y asimilar tecnología, proveniente de los competidores y de fuentes de conocimiento externas a la industria (Cohen & Levinthal, 1989). Por ejemplo, cuando una empresa dedica esfuerzo para la asimilación de conocimiento técnico proveniente de las universidades, centros de investigación o laboratorios privados.

En este sentido, Malerba et al. (2001) consideran que la continuidad del flujo de inversiones en I+D favorece la creación y la acumulación de conocimiento en áreas tecnológicas específicas, además, beneficia la formación de habilidades y la adopción de tecnologías externas por parte de las firmas, lo que, además, afecta la especialización tecnológica.

El efecto en la especialización tecnológica se construye a través de un flujo continuo y persistente de gasto en I+D, sin embargo, este flujo está sujeto a una tasa de depreciación. Es decir, el conocimiento como nuevos productos y procesos desarrollados son considerados capital susceptible a depreciarse (Malerba et al., 2001).

vi) Políticas industriales focalizadas

La práctica de la promoción selectiva de industrias consideradas críticas para acelerar el crecimiento económico ha sido popular entre los gobiernos en muchas economías emergentes durante la segunda mitad del siglo XX y años recientes. Estas políticas industriales focalizadas pueden justificarse por la existencia de algún fallo del mercado que hace que la no intervención del gobierno sea una situación subóptima (Brander & Spencer, 1992; Pack & Saggi, 2006).

Las políticas estatales enfocadas en determinados campos tecnológicos, generalmente, concentran los recursos nacionales y pueden dar lugar a la especialización relativa de un país en

dichos campos (Archibugi & Pianta, 1991). En ese sentido, se hace hincapié en el carácter selectivo de las políticas industriales, ya que éstas discriminan y seleccionan a ciertas industrias, sectores y agentes para los que se diseñan planes de acción de manera específica (Landesmann, 1992). Por ejemplo, cuando el gobierno apoya y financia la investigación en industrias tales la medicina, el armamento militar, entre otros.

En efecto, existe literatura amplia respecto a la importancia del rol que juegan los gobiernos en el desempeño tecnológico de los países (Pinder, 1982; Chang, 1997; Pack & Saggi, 2006). Asimismo, existe evidencia empírica sobre los resultados de las políticas industriales focalizadas en la especialización tecnológica de los países (Kim & Ma, 1997; Lall, 2003; Klimenko, 2004). Los efectos se dan en la medida en que las políticas puedan influir en la formación de capacidades y ventajas tecnológicas.

vii) Vínculos de conocimiento entre tecnologías

La literatura considera que los vínculos de conocimiento tienen un efecto positivo en la especialización tecnológicas (Malerba et al., 2001, Malerba & Montobbio, 2003). Este factor se refiere a las derramas y flujos de conocimiento entre diferentes áreas tecnológicas y se justifica porque el conocimiento incorporado a un campo tecnológico puede ser usado por agentes en diferentes áreas tecnológicas.

Lo anterior, debido a que los derrames y los vínculos de conocimiento dentro de los países pueden difundir la especialización de una tecnología específica a los demás sectores (Malerba & Montobbio, 2003). De esa manera, un país podría beneficiarse de su especialización en ciertas tecnologías a través de estos vínculos de conocimiento.

Un análisis más extendido de este factor exige dar seguimiento a la dirección de los desbordamiento de conocimiento y, además, evaluar la forma en que las actividades de innovación en ámbitos tecnológicos específicos utilizan el conocimiento producido en otros campos de la tecnología.

Por tanto, un concepto relacionado es la “proximidad tecnológica”, dado que la posibilidad de transmitir conocimientos entre distintos sectores tecnológicos se ve también condicionada por la proximidad tecnológica existente entre los sectores (Jaffe, 1986, Verspagen, 1997, Morina, Paci & Usai, 2006). Este concepto especifica que la actividad innovadora de un agente, en este caso un sector, se ve afectada por las actividades innovadoras que realizan los

agentes que se encuentren en un mismo espacio tecnológico, que puede ser nacional (Verspagen, 1997).

En diversos estudios se han empleado las citas de patentes para medir los flujos de conocimiento (Jaffe & Trajtenberg, 1999, 2002; Maurseth & Verspagen, 2002; Thompson & Fox-Kean, 2005) y la proximidad tecnológica (Nomaler & Verspagen, 2007; Malerba & Montobbio, 2003). En este trabajo se reconoce que las citas de patentes no sólo son capaces de identificar la proximidad entre las clases tecnológicas, sino además, son un vehículo directo de desbordamiento del conocimiento.

Una segunda cuestión se refiere a la extensión geográfica de la propagación del conocimiento. Se afirma que existen fuertes vínculos entre los agentes innovadores en una misma región geográfica y, de manera particular, en las industrias de alta tecnología la difusión de conocimientos a partir de las actividades científicas y tecnológicas contribuyen a mayores tasas de innovación en zonas cercanas (Jaffe, Trajtenberg & Henderson, 1992).

Además, existe evidencia econométrica reciente que indica la importancia de la dimensión geográfica para las actividades de innovación (Morina et al., 2006). En particular, el análisis de la difusión de conocimiento que utilizan citas de patentes enfatizan que éstas son más propensas a ser de carácter interno, es decir, dentro de las fronteras de los países (Jaffe et al., 1992; Maruseth & Verspagen, 1999; Verspagen & Schoenmakers, 2000).

1.4.5. Especialización tecnológica en el marco de los sistemas de innovación en países en desarrollo

Desde que surgió el concepto de sistema nacional de innovación ha ganado popularidad para el análisis de los cambios tecnológicos en los países. Sin embargo, la mayor parte de la literatura se ha concentrado en el análisis de los países desarrollados (Niosi, 2010).

Los estudios que se centraron en los países en desarrollo se orientaron principalmente a países recientemente industrializados tales como Corea, Taiwán y Singapur⁹. Estos países se caracterizan por políticas más agresivas y ser intensivos en aprendizaje tecnológico, por ello, en cierta medida, tienen éxito en el camino hacia la convergencia con los países desarrollados (Intarakumnerd, Chairatana & Tangchitpiboon, 2002). Dentro de los factores detrás del éxito de

⁹ Ver por ejemplo: Gee, 1993 y Kim, 2000.

estos países, posiblemente el más importante se debe a la autonomía de sus gobiernos. Además, tienen vínculos suficientes y positivos con otros actores dentro del sistema nacional de innovación, especialmente con el sector privado (Chang, 1997). Aunque en menor número, existen otros estudios orientados a países menos exitosos, tales como Arocena y Sutz (2000), Gu (1999), Albuquerque (2003), entre otros.

Sin embargo, algunos autores afirman que el estudio del concepto de sistema nacional de innovación aún se encuentra en su etapa inicial, mientras que el mismo estudio en países en desarrollo está en una etapa más primitiva (Intarakumnerd et al., 2002).

Además, se debe tener en cuenta que dicho concepto surgió de la observación científica de patrones similares en países desarrollados, es decir, es un concepto “ex post”, pero cuando se analizan las situaciones de los países en desarrollo es un concepto “ex ante” (Arocena & Sutz, 2000).

En otras palabras, el concepto de sistema nacional de innovación es adecuado para los países desarrollados cuyas instituciones trabajan de una manera similar a los sistemas. Esto no quiere decir que no existan los sistemas de innovación en los países en desarrollo, sino que en estos países las fuerzas innovadoras siguen estando aisladas y muchas de las instituciones pertinentes para la innovación no existen, lo que representa importantes dificultades para la articulación y agregación que podrían sintetizar un sistema nacional de innovación.

1.4.5.1. Sistema nacional de innovación en países en desarrollo

El estudio de los sistemas de innovación en los países en desarrollo debe considerar dos aspectos complementarios importantes, primero, se debe entender cómo comenzaron las actividades relacionadas con la innovación y cómo mejoraron con el tiempo (Gu, 1999), y, segundo, identificar los factores que contribuyen al estancamiento y a la permanencia de un sistema débil y fragmentado (Intarakumnerd et al., 2002).

Además, las condiciones de los países en desarrollo son diversas. Por tanto el análisis de los sistemas de innovación debe diferenciar entre los países más exitosos intensivos en aprendizaje, como Corea y Taiwán, y los países menos exitosos en la captura tecnológica, como los países de América Latina, de acuerdo con lo que sugiere Albuquerque (1999) en su tipología de sistemas nacionales de innovación.

Con la intención de seguir dicha línea de análisis nos preguntamos ¿por qué diferenciar los sistemas nacionales de innovación de los países avanzados y los países en desarrollo?

Retrocedamos un poco en la historia, fue el proceso de industrialización lo que da cuenta de la división entre los países desarrollados y subdesarrollados. En consecuencia, los países que no están entre los pioneros respecto al proceso de industrialización tienen la necesidad de cimentar las bases de su industrialización en la búsqueda del desarrollo.

En tal sentido, la innovación es reconocida como la base del cambio tecnológico y desarrollo industrial. Sin embargo, los procesos de cambio tecnológico liderados por las innovaciones suelen ser un privilegio de los países industrializados. Generalmente, el cambio tecnológico en los países en desarrollo se limita a la absorción y la mejora de las innovaciones producidas en los países industrializados.

Tal como se anuncia la teoría del “catching-up tecnológico”¹⁰, por un lado, se encuentran los países líderes, caracterizados por elevados esfuerzos en I+D, fuerte especialización productiva en sectores de alto contenido tecnológico, un sistema de innovación articulado y enfocados al liderazgo tecnológico y una mayor diversificación de sus capacidades y, por el otro, los países con niveles tecnológicos y de desarrollo inferiores que procuran capturar los avances tecnológicos conseguidos por los países líderes. Esta situación, en el largo plazo, llevaría a la convergencia tecnológica.

Este proceso, de puesta al día, contempla que aunque se refiere a adoptar prácticas que ciertamente no son nuevos en el mundo, pero si lo son para el país seguidor. En ese sentido, llevar a cabo dicho proceso implica un riesgo considerable, y requiere cierta cantidad de ensayo y error para un aprendizaje eficaz (Malerba & Nelson, 2011).

Al respecto, Lundvall (1992) fue de los primeros en destacar la importancia del aprendizaje en un sistema nacional de innovación. La idea que plantea es que los países que han llegado más tarde al desarrollo económico no tienen opciones claras de realizar innovaciones radicales, y por esta razón siguen el camino de las innovaciones a través de la imitación. Esta idea concuerda con la noción de aprendizaje de Freeman (1997), que concibe el aprendizaje como la absorción de conocimientos existentes, es decir, de innovaciones producidas en otras empresas, países o regiones, y no como la innovación en el sentido estrictamente schumpeteriano.

¹⁰ Ver por ejemplo: Verspagen, B. (1991), Soete (1988), y Godinho y Fagerberg (2005).

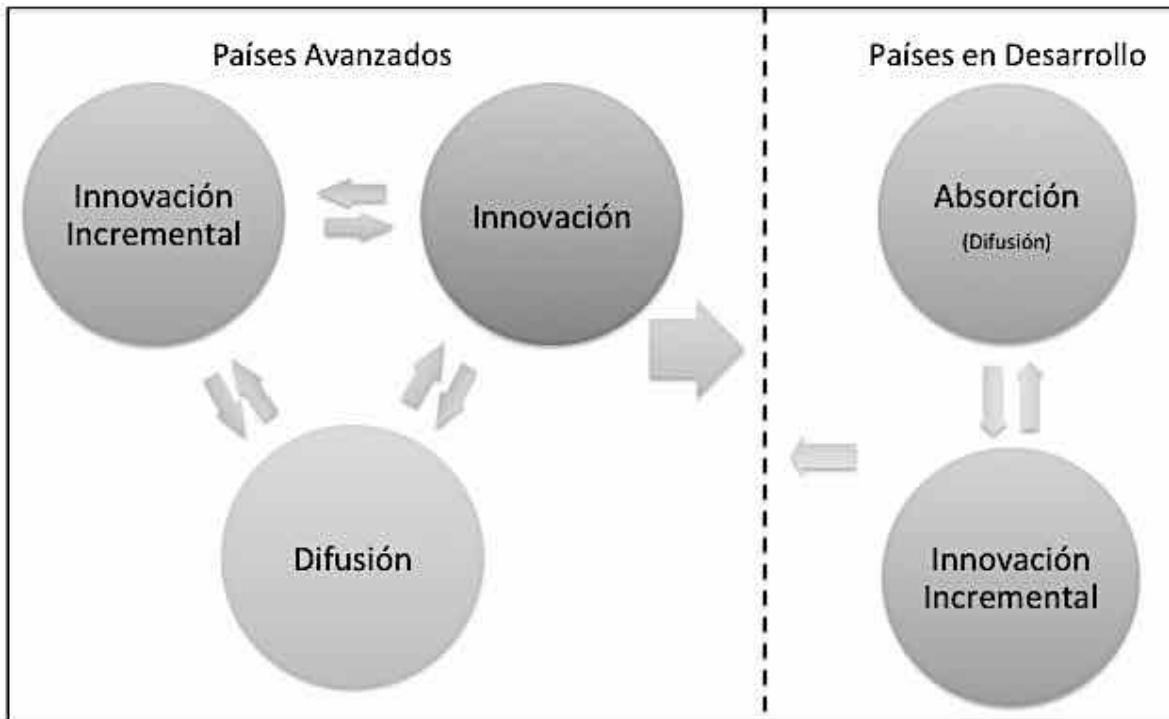


Ilustración 5. Dinámica de los Sistemas Nacionales de Innovación, según tipo de países.
Fuente: Viotti (2001, p.6)

De la misma manera, entendiendo la gran importancia que tiene el aprendizaje tecnológico frente a las innovaciones para los países en desarrollo, Viotti (2001) reconoce que estos países tienen la condición de aprendices tecnológicos. En ese sentido, presenta el siguiente esquema para diferenciar la dinámica existente en los sistemas nacionales de innovación en países industrializados (avanzados) y de la dinámica de los países tardíamente industrializados (en desarrollo).

La consecuencia más importante de esta diferenciación radica en el hecho de que el análisis de los sistemas nacionales de innovación de los países en desarrollo debe prestar especial atención a las actividades, instituciones y relaciones, asociadas con el aprendizaje, además, de las que se asocian a la innovación.

Después de entender las diferencias que resaltan en la comparación de los sistemas de innovación en países avanzados y en países desarrollo, se considera que algunos conceptos deben ser ajustados con la finalidad de que sean mas adecuados para el análisis de los contextos de los países en desarrollo (Quintero, 2010).

Estos ajustes podrían situarse en dos conceptos primordiales, la innovación y el sistema de innovación. El concepto de innovación debe entenderse también como un proceso de aprendizaje, así se podrá analizar, dentro del sistema de innovación de los países en desarrollo, la absorción de las innovaciones producidas en otras empresas, otros países o territorios.

En este contexto, las empresas tienen un lugar central en el aprendizaje de nuevas tecnologías porque deben adquirir diferentes tipos de capacidades, que envuelven a lo necesario para ordenar, adoptar, adaptar y modificar tecnologías desarrolladas en otros lugares. Posteriormente, éstas podrán introducir modificaciones e innovaciones incrementales y, eventualmente, lograrán generar nuevos productos y procesos (Viotti, 2001).

Estas empresas no operan solas, sino deben ser percibidas dentro del entorno de un sistema de innovación que incluye otros tipos de agentes que apoyan y orientan la dinámica de las actividades de innovación (Malerba & Nelson, 2011). La diversidad de agentes y sus contribuciones pueden incluir a:

- Sistema financiero, que permite el desplazamiento de recursos a empresas o industrias rezagadas que buscan ponerse al día tecnológicamente.
- Sistema educativo, principalmente, se refiere a la importancia que tiene la formación de conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para dominar nuevas tecnologías.
- Universidades y centros de investigación, la investigación desarrollada por estos agentes puede ser más importante en ciertos sectores, donde los países en desarrollo a menudo no pueden simplemente copiar una tecnología, sino desarrollar una tecnología acorde a sus condiciones.
- Política pública activa, entendida como el apoyo del gobierno que implica diversas formas, tales como la protección a ciertas industrias y los subsidios directos e indirectos.

1.4.5.2. Caracterización de los sistemas nacionales de innovación en países en desarrollo

Cuando nos preguntamos ¿cómo empezaron las actividades relacionadas con la innovación y cómo continuaron mejorando en los países en desarrollo? Encontramos que las instituciones e instancias necesarias para el desarrollo de las innovaciones no siempre se han desarrollado dentro de sus sistemas (Gu, 1999), incluso en algunos casos, tales instituciones aún no existen. Esta situación podría dar lugar a cierto desorden en la estructura de los sistemas nacionales de

innovación y, por ende, en el funcionamiento de los mismos, donde algunas actividades relacionadas con la innovación se contraponen o están ausentes.

Albuquerque (2003) señala que la desigualdad económica tiene implicaciones importantes en las dimensiones científicas y tecnológicas. Por ejemplo, los problemas de desigualdad se pueden apreciar en grandes diferencias a nivel regional. Por lo tanto, es importante conectar el nivel de desarrollo del sistema de innovación con el nivel de desarrollo institucional y económico, es decir, prestar mayor atención a la heterogeneidad en los ámbitos social, industrial, científico y tecnológico.

Al respecto existe posturas disímiles, por su parte Gu (1999) considera que los sistemas nacionales de innovación de países en desarrollo deben analizarse a partir de su estructura económica y social, considerando que estos países tienen sus raíces arraigadas a dicha estructura histórica, que está experimentando una transición hacia el desarrollo. También, Albuquerque (2003), señala que un marco general de desigualdad económica tiene implicaciones importantes sobre las dimensiones científicas y tecnológicas. Por otra parte, Intarakumnerd et al. (2002) muestra que esta situación no siempre se cumple¹¹, aunque reconoce la importancia de que exista correspondencia entre el desarrollo estructural y el desarrollo del sistema de innovación.

Otro punto a tratar se refiere a la investigación científica. Por tanto cabe señalar que la literatura reconoce la importancia del conocimiento generado por la ciencia, a través de la investigación científica, el cual es considerado como un insumo para la generación de nuevas tecnologías.

En tal sentido, Nomaler y Verspagen (2007) hablan de la omnipresencia de los flujos de conocimiento desde la ciencia a la tecnología. En esa misma línea, Albuquerque (2003) analizó las interacciones de la ciencia y la tecnología, dentro de los sistemas nacionales de innovación “inmaduros”¹², en tres formas: inter-sectorial, inter-regional e inter-temporal. De acuerdo con sus resultados existe un patrón de conexiones parciales entre la ciencia y la tecnología en todos los casos, lo que da luz de islas de eficiencia en este tipo de sistemas de innovación. Es decir, por

¹¹ Es el caso de Tailandia que ha experimentado un cambio estructural de una economía dominada por la agricultura a una economía orientada, predominantemente, a la industria y los servicios, tanto en términos de producción como de exportación. Mientras que su sistema nacional de innovación no se desarrolla de manera satisfactoria, es decir, sigue siendo débil y fragmentado.

¹² El autor identificó a los países según su ubicación de acuerdo al "índice de adelanto tecnológico". Así los países con sistemas de innovación “inmaduros” son los que se clasifican en niveles "intermedios", ya que no están ni entre los "líderes" ni entre los "marginados".

debajo del umbral que marcan los países desarrollados existen países donde ciertas partes de sus sistemas logran funcionar.

Conforme a Lall (2004), todos los países necesitan importar tecnología extranjera, tal situación es aún más marcada en el caso de los países en desarrollo. Dado que se asume que estos países concentran sus esfuerzos en adoptar y asimilar tecnología producida en países avanzados. En este contexto, las empresas transnacionales juegan un papel crucial en la transferencia de tecnología.

Igualmente, los gobiernos y sus intervenciones son determinantes para el desarrollo de los sistemas de innovación y la inducción del aprendizaje tecnológico. No obstante, los gobiernos cuentan con diversos instrumentos se enfrentan a grandes problemas, tales como su falta de autonomía y de competencia (Intarakumnerd et al., 2002). Adicionalmente, el fenómeno de la globalización deja a los gobiernos nacionales con menos grados de libertad para intervenir (Metcalfé & Ramlogan, 2008).

A modo de síntesis, los sistemas nacionales de innovación de los países en desarrollo tienen las siguientes características:

- i. En general, han sido desarrollados con menor orden.
- ii. Pueden estar relacionados con el nivel de desarrollo del país. No obstante, lo ideal es que exista concordancia entre el desarrollo estructural y el desarrollo del sistema de innovación.
- iii. Existen un patrón de conexiones parciales entre la ciencia y en la tecnología, que dan lugar a islas de eficiencia.
- iv. Las empresas juegan el papel de organizaciones de aprendizaje integrado.
- v. El aprendizaje tecnológico intensivo puede ser un factor crucial para su éxito tecnológico.
- vi. Los gobiernos actúan en contextos de falta de autonomía.
- vii. La presencia de empresas transnacionales influyen en la gestión y coordinación de las actividades relacionadas con la innovación.

La siguiente tabla se presenta con la finalidad de diferenciar a los sistemas de innovación de los países desarrollados y los países en desarrollo.

Tabla 3. *Comparación de los Sistemas de Innovación en países desarrollados y países en desarrollo*

Dimensión	Países desarrollados	Países en desarrollo
Instituciones	Las instituciones son capaces de moldear las acciones e interacciones de los agentes.	Se trabaja en la creación de instituciones que fomenten la innovación, pero es poco frecuente que éstas operen realmente como puentes entre actores.
Gobiernos	Presentan relativamente altos grados de intervención bajo diferentes instrumentos y arreglos institucionales, que afectan a todos los componentes del sistema de innovación.	Los gobiernos se encuentran limitados por problemas de falta autonomía y competencias.
Innovación en las empresas	Las empresas innovadoras se caracterizan por realizar actividades internas de I+D y presentar un alto nivel de complejidad.	Frecuentemente la innovación en las empresas nacionales se basa en vínculos con empresas extranjeras. Es altamente informal, las actividades de I+D no están clara ni formalmente articuladas con la estrategia empresarial. Los patrones culturales dominantes de estos países pueden subestimar el conocimiento científico y la innovación tecnológica.
Capital Humano	Capital humano con alta participación y formación especializada.	Factor más importante que determina la capacidad de un país para imitar y absorber tecnologías extranjeras avanzadas. Sin embargo, existen bajas tasas de participación y formación del capital humano tanto a nivel nacional como a nivel interno de las organizaciones.
Capacidad tecnológica	La capacidad tecnológica se acumula en gran parte gracias al proceso de “aprender investigando”, lo que amplía la frontera tecnológica.	La capacidad tecnológica se crea principalmente mediante el proceso de imitación que supone el “aprender haciendo”.
Articulación de los sistemas	Sistemas articulados, los agentes e instituciones trabajan de una manera similar a los sistemas.	Sistemas desarticulados, muchas instituciones pertinentes no existen y ciertas fuerzas innovadoras existentes se mantienen aisladas.
Base de la economía	La economía se basa fuertemente en la ciencia, la tecnología, la innovación y la educación avanzada.	Los países en desarrollo aún no logran hacer de la generación, transmisión y uso del conocimiento un vector fundamental de crecimiento económico y progreso social.
Dependencia tecnológica	Los procesos de aprendizaje han sido institucionalizados e incorporan circuitos de retroalimentación para la acumulación de conocimientos. Son capaces de influenciar en el resto de los países con el nuevo conocimiento creado.	Se caracterizan por una baja inversión en I+D, baja utilización de instituciones de conocimientos locales, alta dependencia de ciencia y tecnología incorporada proveniente del extranjero.
Vínculos entre las ciencia y tecnología	La investigación científica es considerada como un insumo para la generación de nuevas tecnologías.	Presentan conexiones parciales entre la ciencia y en la tecnología.

Especialización tecnológica y científica	Los países más desarrollados pueden tener capacidades científicas más amplias, así su producción científica y tecnológica puede ser distribuida de manera más uniforme en toda la gama de las disciplinas científicas.	Se orientan a ciertos campos tecnológicos de manera diferenciada.
--	--	---

Fuente: Elaboración propia con base en Alcorta y Peres (1998), Arocena y Sutz (2000), Kim (2001), Intarakumnerd et al. (2002), Albuquerque (2003), Fagerberg y Srholec (2008), y Cimoli, Dosi, Nelson y Stiglitz (2009).

1.4.5.3. Imitar antes de innovar

En apartados anteriores se ha señalado que el reto de los sistemas de innovación en países en desarrollo no sólo consiste en alcanzar el dinamismo creativo de innovaciones, sino, además, debe prestar especial atención a las actividades, instituciones y relaciones asociadas con el aprendizaje tecnológico. Es más, probablemente esta segunda tarea debería ser atendida prioritariamente.

Como sostienen Archibugi y Filippetti (2010), “sin imitar es imposible aprender e innovar” (p. 139). Por lo que, especialmente, en economías emergentes su desarrollo tecnológico está asociado con la imitación creativa y la absorción (Viotti, 2001).

Ese fue el camino que tomaron los países que lograron poner al día tecnológicamente. Tales son los casos de Corea del Sur, Singapur, Taiwán y Japón, que emprendieron un proceso continuo de adopción e imitación de tecnología desarrollada proveniente del exterior con lo que lograron superar el rezago tecnológico (Chang, 1997, Wong, 1999).

Bajo el enfoque de los sistemas nacionales de innovación en países desarrollo, Viotti (1997) clasifica dos tipos de procesos de aprendizaje que generan las innovaciones:

1. aprendizaje pasivo: se refiere a la absorción de las innovaciones que llegan a través de la inversión extranjera y,
2. aprendizaje activo: incluye a los procesos avanzados de aprendizaje en los que las empresas se comprometen con la mejora de las innovaciones recibidas a través de la compra de tecnología. En ese sentido, la empresa es percibida como una organización de aprendizaje integrado dentro de un marco institucional que puede ser más amplio que el nacional.

Sin embargo, el proceso de aprendizaje no es automático, dado que no es sólo una cuestión de transferencia de información. Por ello las empresas de los países en desarrollo requieren adquirir previamente una amplia gama de competencias, habilidades y conocimientos tácitos para poder aprender y absorber tecnologías foráneas.

En estas condiciones los gobiernos juegan un papel importante en el desarrollo de los sistemas de innovación y en la inducción del aprendizaje, aunque cuentan con diversos instrumentos se enfrentan a grandes problemas, tales como su falta de autonomía y de competencia.

No obstante, las condiciones en las que las instituciones y las políticas fomentan el aprendizaje tecnológico y su camino a la convergencia tecnológica aún siguen siendo un tema controvertido. Existen sustentos teóricos sólidos que apoyan la idea de que las instituciones y las políticas siempre son importantes en todos los procesos de aprendizaje tecnológico (Cimoli et al., 2009).

Es innegable que la globalización da forma y de alguna manera limita los parámetros dentro de los cuales los actores nacionales toman las decisiones relacionadas con la innovación. Sin embargo, esto no necesariamente significa que las facultades nacionales hayan desaparecido por completo (Metcalfé & Ramlogan, 2008).

Estas facultades nacionales determinarán el éxito en el proceso de aprendizaje tecnológico que emprenden los países en desarrollo. Cabe señalar que no existe un único canal que garantice el flujo de conocimiento de tecnología del extranjero hacia el interior del país, por el contrario la naturaleza del conocimiento hace que su transferencia requiera de una variedad de canales interconectados (Archibugi & Filippetti, 2010).

Adicionalmente, en un contexto donde los sistemas de producción de muchos países menos desarrollados se han convertido en parte de un sistema de producción internacionalizada, debido a que las empresas transnacionales son las que gestionan y coordinan a nivel mundial los sistemas de producción. Las empresas transnacionales juegan un papel importante en el aprendizaje tecnológico en países en desarrollo.

Incluso, es a este nivel donde son incorporados algunos de los factores que favorecen la innovación (Ruiz, 2005; Picci & Savorelli, 2012), ya que las sucursales de las corporaciones multinacionales en los países de acogida a menudo proporcionan la manera más directa de

asimilar los métodos de producción de otros países, por consiguiente, propician la transferencia de tecnología.

Los principales mecanismos a través de los cuales las empresas extranjeras ingresan a un determinado país son, en primer lugar, las inversiones extranjeras directas, que consisten en el ingreso de capitales a largo plazo con el propósito de internacionalizarse. Después, están los *joint ventures* y alianzas estratégicas, que permiten a las empresas de diferentes países combinar sus habilidades, recursos y experiencia.

Para finalizar, conforme a la variedad de agentes involucrados en el proceso de innovación y aprendizaje tecnológico dentro de un marco proporcionado por los sistemas de innovación. Reconocemos la importancia de dos componentes elementales. Por un lado, las políticas industriales, las cuales a través de diferentes mecanismos pueden propiciar un ambiente favorable para el aprendizaje e innovación y, por otro lado, las empresas transaccionales, las cuales representan un canal esencial de transferencia de conocimiento tecnológico. Por lo tanto en los siguientes apartados haremos una revisión con mayor profundidad de estos dos componentes y su relación con la orientación de la especialización tecnológica de los países.

1.4.5.4. La política industrial y la especialización tecnológica

En las últimas décadas, gran parte de la literatura económica se ha centrado en explicar qué impulsa la innovación, por qué algunos países son más innovadores que otros, y cómo los responsables políticos pueden facilitar la innovación (Lundvall, 1992; Nelson & Rosenberg, 1993).

Un enfoque muy extendido ha sido el análisis de los sistemas de innovación (Lundvall, 1992; Nelson & Rosenberg, 1993; Freeman, 1997). En ese sentido, es de interés de los investigadores comprender el papel de las políticas públicas y las disposiciones institucionales y organizativas en los procesos de cambio tecnológico (Carlsson et al., 2002 y Lundvall, 2007).

Dentro de los círculos académicos y la formulación de políticas, existen puntos de vistas heterogéneos respecto a la intervención del Estado, en general, y sobre la política industrial, en particular. Existen quienes están a favor de la activa intervención del Estado (postura keynesiana) y, en el otro extremo, se encuentran quienes están en contra de las intervenciones estatales (postura neoclásica). En general, existen tres posturas básicas respecto a la discusión de si las intervenciones del Estado son pertinentes o no.

Tabla 4. *Enfoques de la Política Industrial*

¿Es necesaria la política industrial?	Enfoque	Las razones para la intervención o no intervención del Estado en la economía
No	Liberal	El mercado selecciona automáticamente los sectores y empresas a fin de garantizar la asignación eficiente de los recursos.
SI	Corrección de las fallas del mercado.	Se necesita una acción pública para corregir las fallas del mercado (concentración, ausencia de competencia perfecta, externalidades) y garantizar la provisión de bienes públicos. Debe buscarse el equilibrio entre las fallas del mercado y las fallas del gobierno.
SI	Schumpeteriana, evolucionista, estructuralista.	La acción pública introduce asimetrías y permite explorar las oportunidades tecnológicas. Tiene en cuenta las diferencias sectoriales y tiene como objetivo promover la acumulación de capacidades y conocimientos

Fuente: Tomado de Wilson & Primi (2009, p. 20)

Sobre los argumentos que promueven la intervención del gobierno, muchos economistas se han concentrado en el “factor faltante”, sea capital, tecnología o emprendimiento (Shapiro, 2007). Se considera que el surgimiento de dicho factor es poco probable sólo a partir de las fuerzas del mercado. Por lo que se requieren diferentes métodos para obtener estos ingredientes faltantes.

El enfoque tradicionalmente promovido por CEPAL sintetiza las posturas schumpeteriana, evolucionista y estructuralista. Esta perspectiva considera un espacio para la intervención pública y privada en el desarrollo industrial, más específicamente, se refiere al cambio estructural, entendido como la transformación de las estructuras productivas y organizativas, donde el Estado puede ser un promotor del desarrollo y articulador de las medidas de políticas aplicadas para la vinculación entre los agentes económicos (Primi & Peres, 2009).

En este apartado nos proponemos hacer una breve revisión del concepto de política industrial. Luego estudiamos la relación entre las medidas de política tomadas y la especialización tecnológica de los países. Por último examinamos algunas experiencias que tuvieron los países respecto a las políticas industriales.

1.4.5.4.1. La política industrial

Para Evenett (2003), la política industrial significa diferentes cosas para diferentes personas (citado por Pack & Saggi, 2006, p. 267), por ello siempre es un tema que siempre llama al debate entre políticos y economistas.

El concepto de la política industrial abarca un conjunto de acciones gubernamentales destinadas a apoyar a las industrias que tienen mayor potencial de exportación y capacidad de creación de empleo (Pinder, 1982). En un sentido más estricto, Johnson (1984) define la política industrial como las actividades gubernamentales con el objetivo de apoyar el desarrollo de ciertas industrias en una economía nacional para mantener su competitividad internacional.

Landesmann (1992), por su parte, destaca el componente selectivo de la política industrial. Por lo tanto, para este autor, la política industrial es la que discrimina y selecciona entre las industrias, sectores y agentes, y se diseña específicamente para cada industria o sector elegido dentro de un territorio nacional dado.

En un sentido más amplio, Chang y Amsden (1994) describen a las políticas industriales como las acciones gubernamentales que apoyan la generación de producción y las capacidades tecnológicas en industrias consideradas estratégicas para el desarrollo nacional.

Mientras que Pack y Saggi (2006) señalan la determinante importancia de la política industrial la cual se valora en función de los resultados esperados. Así, su propia definición es como sigue:

La política industrial se define como cualquier tipo de intervención gubernamental selectiva o política que intenta alterar la estructura de la producción en favor de los sectores que se espera ofrezcan mejores perspectivas de crecimiento económico, de un modo que no ocurriría en ausencia de este tipo de intervención en el equilibrio del mercado. (Pack y Saggi, 2006, p. 268).

Estos mismos autores, consideran que la precursora de los argumentos modernos para la política industrial es la protección a las industrias nacientes. En ese sentido, el simple hecho de que las industrias en las que interviene el gobierno son nuevas para el país (o incluso inexistentes antes de la intervención) implica que siempre hay un alto grado de incertidumbre acerca de los resultados de las políticas industriales.

Con respecto a lo antes planteado, Rodrik (2004) señala que la forma correcta de pensar en la política industrial es como un “proceso de descubrimiento donde las empresas y el gobierno aprenden acerca de los costos y las oportunidades subyacentes y participan en estrategias

coordinadas” (Rodrik, 2004, p. 3). En otras palabras, describe a la política industrial como una colaboración estratégica entre los sectores público y privado con el objetivo principal de determinar las áreas en las que un país tiene una ventaja competitiva.

Respecto a los argumentos que justifican la presencia de la política industrial, Pack y Saggi (2006) afirman que son básicamente tres argumentos específicos: El primero se refiere a la difusión de conocimientos y la orientación Industrial. El segundo, la presencia de fallas de coordinación¹³. Y por último, las externalidades informativas¹⁴.

De acuerdo con el tema que concierne a la investigación, la especialización tecnológica, no concentraremos en el primero de los tres argumentos de la presencia de la política industrial, específicamente, al que se refiere a la orientación industrial. Nos interesa saber cómo la política industrial es capaz de orientar la especialización tecnológica hacia ciertos sectores. Para ello debemos entender el por qué de la intervención de los gobiernos con ese objetivo.

La práctica de la promoción selectiva de las industrias consideradas críticas para acelerar el crecimiento económico fue muy popular entre los gobiernos de muchos países con economías emergentes en la segunda mitad del siglo XX (Klimenko, 2004). Estas políticas de focalización industriales pueden justificarse por la existencia de algún fallo de mercado. Por ejemplo:

- La literatura sobre la política comercial estratégica demostró que las políticas dirigidas pueden mejorar el bienestar cuando las industrias se caracterizan por la competencia o las asimetrías de información imperfecta (Bagwell & Staiger, 1989; Brander & Spencer, 1992).
- La intervención del Estado en las industrias seleccionadas también puede justificarse por la existencia de múltiples equilibrios que conduce a problemas de coordinación en el desarrollo económico (Rodrik, 1996).
- Por una tasa menor de entrada de nuevas empresas en las industrias que la socialmente deseable. Debido principalmente a la no apropiación de los beneficios de la inversión y/o innovación. Es decir, la entrada de las empresas podría ser más lenta de la óptima si los primeros participantes (empresas) no captan los beneficios de lo que producen o crean. En

¹³ La idea detrás del argumento falla de coordinación de la política industrial es que muchos proyectos requieren inversiones simultáneas para ser viables, y si estas inversiones son realizadas por agentes de manera independiente, existiría poca garantía de que cada agente opte por invertir, si actúan por interés propio.

¹⁴ Se refiere, por ejemplo, a que los empresarios pueden carecer de información sobre dónde se encuentra la ventaja competitiva de un país. Lo que podría ser cuando, a nivel micro, los empresarios pueden simplemente no saber lo que es rentable y lo que no lo es.

ese caso, una subvención del gobierno puede ayudar a superar la insuficiencia de incentivos para la entrada de las empresas (Klimenko, 2004)¹⁵.

Resumiendo, una justificación estándar para la política de focalización industrial implica, además, tanto externalidades o fallas de coordinación que impiden la introducción de productos nuevos, o conducen a una tasa menor de entrada de empresas nuevas que la socialmente óptima.

Además, se debe considerar la incapacidad del gobierno para intervenir en todos los sectores, en los que su intervención puede ser deseable. Esta idea implica que los gobiernos se ven obligados a priorizar su limitada capacidad a través de políticas de focalización industrial (Klimenko, 2004).

1.4.5.4.2. ¿la política industrial puede afectar a la especialización tecnológica?

La política industrial puede ser un marco conceptual útil en dos aspectos importantes. Por un lado, ayuda a explicar por qué un país decide aplicar ciertas políticas particulares y , por otro lado, ayuda a comprender por qué determinadas industrias con ciertas intervenciones públicas funcionan bien (Ketels, 2007).

Con la finalidad de analizar la relación entre las políticas económicas y la especialización en ciertas industrias, Klimenko (2004) desarrolló un modelo de focalización industrial como una estrategia de experimentación óptima para un gobierno que carece de información sobre el conjunto de las industrias en las que la economía tiene una ventaja comparativa.

Examinó el conjunto de industrias en las que un país se especializará como resultado de dicha política. En su modelo, para cualquier conjunto de industrias objetivo, es posible saber con probabilidad positiva o nula si un país se especializará en tales industrias. El autor mostró que una política industrial puede llevar a un país a especializarse en sectores en los que no tiene ventaja comparativa. Además, dependiendo de los objetivos de los responsables de la política, un país puede llegar a abandonar las industrias en las que cuenta con ventajas comparativas.

La teoría nos muestra que, efectivamente, las políticas industriales son capaces de influir en los patrones de especialización de los países y este efecto dependerá principalmente de los objetivos que se hayan planteado las autoridades del gobierno.

¹⁵ Por ejemplo, Bardhan (1971) analizó el subsidio óptimo para una industria en el contexto de la protección de la industria naciente.

1.4.5.4.3. Experiencias de política industrial

Sin duda, el análisis anterior podrá complementarse con la revisión de las experiencia de los países respecto a las políticas industriales empleadas. A continuación, tenemos un resumen de la revisión de tres casos, Estados Unidos, Japón e Italia. En el capítulo 2 presentaremos los casos de los países incluidos en esta investigación: Brasil, México, China e India.

El primer caso se refiere a Estados Unidos, aunque se afirma que este país no tiene ninguna política industrial, muchas de las políticas aplicadas tienen un fuerte impacto en industrias específicas. Sin embargo, es difícil hacer una estrategia conjunta coherente. Pese a ello, la economía sigue siendo un gran éxito en muchas industrias, especialmente, en aquellas relacionadas con el conocimiento (Ketels, 2007).

La política industrial en Estados Unidos se evidencia en tres ámbitos:

- i. las políticas de ciencia y tecnológica, es una prioridad clara y afecta a las industrias que son impulsadas por el conocimiento;
- ii. las políticas de desarrollo económico, incluyen políticas dirigidas tanto a grandes empresa como a pequeñas y medianas, así pueden afectar a algunas industrias más que otras, y
- iii. las políticas comerciales, ofrecen una variedad más amplia de herramientas que a menudo se aplica de manera diferenciada de acuerdo con la industria elegida.

La característica clave que diferencia a Estados Unidos es su entorno microeconómico empresarial, este permite un alto grado de especialización regional, además, beneficia principalmente a las industrias basadas en el conocimiento y aumenta el impacto de las políticas de innovación y empresariales (Ketels, 2007).

El segundo caso se refiere a Japón, durante las cuatro décadas posteriores a la Segunda Guerra Mundial este país logró un crecimiento y desarrollo inusualmente rápido, pero desde aproximadamente el año 1990 ha experimentado un período de relativa decadencia. Esto refleja los errores de la política macroeconómica, que fue agravada por la dificultad de la transición de un modelo fuertemente influenciado por el Estado, para el desarrollo económico orientado a ponerse al día, hacia un enfoque descentralizado, orientado al mercado más apropiado a la posición de Japón en la frontera tecnológica (Ketels, 2007).

En Japón se llevó a cabo una variedad de intervenciones políticas durante su período de crecimiento rápido. Estas políticas comprenden un conjunto coherente con el objetivo de la modernización industrial donde el gobierno estableció prioridades, de manera que alentó la acumulación de capacidad técnica en sectores específicos.

En tal sentido, el gobierno japonés se orientó a políticas de intervenciones selectivas para promover sectores preferidos de alta tecnología. Aunque, como grupo, las empresas industriales del país son competitivas en relación con sus homólogos extranjeros, Japón se queda atrás en un número limitado de sectores protegidos, como la elaboración de alimentos y el sector de servicios fuertemente regulado (Noland, 2007).

El tercer caso se refiere a Italia, en este país los distritos industriales han sido fundamentales para el desarrollo. Aunque en las últimas décadas han afrontado problemas, principalmente, por la entrada de nuevos competidores.

El modelo que representa la experiencia italiana se caracteriza por un bajo nivel de regulación central y por una iniciativa relevante de los sujetos institucionales intermedios. De tal manera, las instituciones intermedias han podido suplir, en parte, la ausencia de la autoridad central a través de intervenciones de regulación sectorial o local (Sánchez Slater, 2008).

Especialmente en Italia, también en otros lugares, estas concentraciones territoriales de pequeñas empresas han adquirido una notable ventaja en sectores manufactureros, a pesar de la inicial superioridad tecnológica de las grandes empresas y los bajos costes relativos. La eficacia del sistema local yace en la concentración de productos emblemáticos de la exportación italiana. Así, los distritos industriales son un factor clave que explica las ventajas competitivas de Italia en muchos sectores, como textil-moda, calzado, muebles, etc. (Becatini, 2002).

Tabla 5. *Experiencias de política industrial, Estados Unidos, Japón e Italia.*

Paradigma	Caso	Características
La política industrial liderada por los empresarios.	Estados Unidos	Afirma no tener política industrial, pero evidencia la intervención estatal en tres ámbitos: i) políticas de ciencia y tecnológica; ii) las políticas de desarrollo económico y iii) las políticas comerciales. * El entorno microeconómico empresarial, beneficia la especialización, especialmente en industrias basadas en el conocimiento, y aumenta el impacto de las políticas.
El apoyo institucional como base de la	Japón	Llevó a cabo una variedad de intervenciones políticas que comprenden un conjunto coherente con el objetivo de la modernización industrial. Se orientó a intervenciones selectivas

política industrial.	para promover sectores de alta tecnología. * Las empresas industriales de japonesas son competitivas en relación con sus homólogos extranjeros, aunque se queda atrás en un número limitado de sectores protegidos.
Los distritos industriales.	Italia
	Se caracteriza por un bajo nivel de regulación central, las instituciones intermedias son las que realizan intervenciones de regulación sectorial o local. * Los distritos industriales han adquirido una notable ventaja en sectores manufactureros, se concentran en productos emblemáticos de la exportación italiana. Así, son un factor clave que explica las ventajas competitivas de Italia en muchos sectores.

Fuente: Elaboración propia con base en Becatini, 2002; Ketels, 2007; Noland, 2007 y Sánchez Slater, 2008.

Si bien es cierto que los rasgos característicos de cada país son factores determinantes para el éxito de las políticas industriales, estas últimas son capaces de impactar, aunque de manera diferenciada en los diversos sectores. De esa manera, son capaces de influir en la formación de ventajas o desventajas tecnológicas, por consiguiente influyen en la especialización tecnológica de los países.

1.4.5.5. Las empresas transnacionales y la especialización tecnológica

En las últimas décadas, la innovación ha experimentado grandes cambios como resultado de una serie de factores, como los avances de la ciencia y la tecnología y la creciente globalización¹⁶.

Por un lado, la creciente heterogeneidad de las fuentes que afectan el proceso de innovación ha llevado a las empresas a darle mayor importancia a la integración de fuentes internas y externas de las capacidades tecnológicas. Y por otro, la aceleración de la internacionalización, en la mayoría de los niveles económicos y sociales, ha aumentado la necesidad de aprovechar las ventajas de las empresas a nivel internacional y de buscar nuevos activos tecnológicos competitivos en un marco transnacional (Molero & García, 2008).

¹⁶ “La globalización es el proceso resultante de la capacidad de ciertas actividades de funcionar como unidad en tiempo real a escala planetaria” (Castells, 2006, p.15).

Como consecuencia, se han producido cambios significativos en la forma en como se realizan las actividades tecnológicas a nivel empresarial. Entre estos cambios se encuentran variaciones en el proceso de innovación, cierta flexibilidad para externalizar las actividades de I+D y de innovación, además, cambios en la ubicación de las actividades de innovación.

El surgimiento del interés sobre la localización empresarial se debe en parte a los grandes cambios del entorno económico internacional. Cambios como la creciente importancia del capital intelectual como activo para la creación de riqueza, la progresiva globalización como forma de integración de las actividades de los países, junto con la concentración creciente de actividades basadas en el conocimiento especializado en unas pocas regiones y el aumento de las alianzas estratégicas (Dunning, 1998).

En efecto, existe una clara tendencia a la ubicación estratégica de las actividades de I+D a nivel mundial, es decir, una reubicación de tales actividades por parte de las empresas transnacionales en otros países distintos a su país de origen. Dicha tendencia ha sido documentada en una serie de trabajos de investigación, por mencionar algunos Patel y Vega, 1999; Le Bas y Sierra, 2002; Álvarez & Molero, 2005; Picci, 2010.

Consecuentemente, el alcance del establecimiento estratégico de las actividades de I+D en el plano internacional tendrá implicaciones en la gestión de las empresas y en el diseño de políticas para las economías receptoras así como para los países de origen de aquellas empresas que logran traspasar las fronteras nacionales.

Paralelamente al aumento de la internacionalización de las actividades de I+D, otros estudios han documentado un aumento de la especialización tecnológica de los países (Archibugi & Pianta, 1992 ; Sanz y Arias, 1998; Malerba et al., 2001; Miozzo, 2002; Morales y Sifontes, 2012; Ruiz, 2013b). Estos dos fenómenos bien podría estar ligados, en otras palabras, los perfiles nacionales de especialización tecnológica podrían verse influenciados por la presencia y la acción de las empresas extranjeras.

Por ejemplo, Archibugi y Pianta (1992) mostraron que la especialización tecnológica de los países se ha incrementado desde mediados de los años 60 hasta finales de los años 80, al mismo tiempo, sugiere de manera explícita que este hecho podría estar relacionado a la mayor internacionalización de las empresas, que se expanden a lugares en el extranjero principalmente en los sectores donde ya tienen ventajas tecnológicas.

Igualmente, Globerman (1997), advierte cierta relación entre las actividades de las empresas transnacionales y la especialización de los países, que se explica básicamente por los efectos sobre la asignación de recursos para I+D y por la existencia de economías de escala en la producción de conocimiento.

Incluso en una visión más amplia, el análisis del alcance de las actividades tecnológicas de este tipo de empresas tiene especial importancia, dado que éstas, en buena medida, pueden explicar las actividades propias de la economía internacional, tales como el comercio exterior, la transferencia de tecnología, los movimientos de capitales y la producción mundial. (Durán, 2004)

En este contexto, el propósito de este apartado es responder a la siguiente pregunta: ¿Qué papel juegan las empresas transnacionales en la especialización tecnológica de los países?

De acuerdo con nuestro propósito, en primer lugar, nos ocupamos de revisar la literatura desarrollada en torno a las empresas transnacionales, después observamos la conexión que tienen con la dinámica de la inversión extranjera directa. Luego, hacemos una revisión de las estrategias que pueden desarrollar este tipo de empresas conforme a sus objetivos globales. Posteriormente distinguimos algunas posturas políticas relacionadas con las actividades de las empresas transnacionales, tanto para los países de origen como para los países anfitriones.

Más adelante, discutimos la influencia de las empresas transnacionales en las economías receptoras y los beneficios que tales economías pueden obtener. Primordialmente, nos referimos a la influencia de las empresas transnacionales en la formación de capacidades tecnológicas y, por consiguiente, en sus perfiles de especialización tecnológica.

1.4.5.5.1 Las empresas transnacionales

En un sentido amplio, una empresa es transnacional si posee al menos una filial en el extranjero, es decir, es aquella empresa que logra trascender el espacio nacional y realiza sus actividades en otros países, además de su país de origen.

Entre las características que distinguen a la empresa transnacional¹⁷ (ETN) de la empresa estrictamente nacional encontramos que:

¹⁷ Emplearemos el término “empresa transnacional”. Dado que la firma persigue una determinada estrategia e integra sus actividades a través de las fronteras nacionales, muchos analistas prefieren utilizar el término “transnacional” en lugar de “multinacional”. Sin embargo, muchos estudios usan indistintamente como sinónimos los términos “empresas multinacionales” y “empresas transnacionales”, por ejemplo, el primero es más utilizado en el mundo

1. Una ETN tiene la posibilidad de localización en diferentes países.
2. Una ETN puede transferir sus competencias y habilidades a escala internacional.
3. Una ETN puede fortalecer su base de recursos y capacidades con ventajas frente a un competidor que opere sólo a escala nacional.
4. Una ETN tiene la capacidad de distribuir el riesgo (Guerras y Navas, 2007).

Por su parte, Gilpin y Gilpin (2001) ofrecen un concepto concreto de la ETN. Para el autor una ETN es “simplemente, una firma de una nacionalidad determinada que tiene subsidiarias total o parcialmente propias, al menos en otra economía nacional” (Gilpin & Gilpin, 2001, p. 278).

En un sentido más específico, varios autores coinciden en que la ETN es una empresa que comprende entidades en más de un país, ésta opera bajo un sistema de toma de decisiones desarrollando una estrategia común y coherente donde las entidades están interrelacionadas. De esa manera, las filiales son capaces de ejercer una significativa influencia entre sí, además, de compartir conocimientos, recursos y responsabilidades (Westney & Zaheer, 2001; Durán, 2004; Álvarez & Molero, 2005).

Por lo expuesto, se entiende que la noción de ETN se desarrolla en un contexto más amplio que el nacional y posee características peculiares que la diferencian de las demás empresas.

Asimismo, las empresas subsidiarias se caracterizan por tener la capacidad de explotar recursos y dotaciones de la empresa matriz, gozando de un cierto grado de autonomía que está limitada por dos factores principales: los objetivos requeridos de la empresa base y los desafíos y oportunidades que pueda ofrecer el espacio internacional (Birkinshaw y Hood, 1998).

Estas restricciones junto con los cambios en la actividad económica realzan la importancia de que la ETN considere las implicaciones de la localización en un lugar específico como una parte importante de su estrategia global y, particularmente, de sus estrategias tecnológicas.

Algunas de estas consideraciones pueden incluir el dónde localizar las actividades importantes, tales como las actividades de I+D; el cómo distribuir las competencias a través de las redes de filiales basadas en las restricciones y oportunidades de los mercados locales; también se centran en cómo interactuar con las instituciones locales productoras de conocimiento, y en cómo

académico y económico, mientras que la UNCTAD y la CEPAL, en sus programas e informes, emplean mayormente el segundo.

gestionar la independencia y la integración simultánea de las subsidiarias (Glac y Cantwell, 2004).

1.4.5.5.2. La Inversión extranjera directa

Un concepto intrínsecamente unido al de ETN es el de la Inversión Extranjera Directa. Dentro de las actividades realizadas por las empresas transnacionales, la IED es el componente importante por excelencia reconocido por diversos autores (Hymer 1976; Dunning, 1992; Durán, 2004; Pla y León, 2004), dado que la ETN es aquella que se implica en la IED.

Una ETN con numerosas filiales puede llevar acabo negocios en todo el mundo. Este tipo de empresas puede expandirse en el extranjero principalmente a través de la IED, cuyo objetivo es lograr el control parcial o total sobre la comercialización, producción u otras instalaciones en otra economía. Las inversiones de una ETN pueden ser en servicios, manufacturas o materias primas. También la IED puede implicar la compra de empresas existentes o la construcción de nuevas instalaciones.

El concepto de IED está delimitado e incluso normalizado y regulado. En términos generales, dicha normativa ha ido evolucionando hacia una mayor liberalización, lo cual ha promovido una creciente trascendencia de las empresas a espacios más allá de las fronteras nacionales.

Las definiciones de IED consensuadas por organismos como el Fondo Monetario Internacional (Manual de Balanza de Pagos y Posición de Inversión Internacional, 2009) y la OCDE (Benchmark Definition of Foreign Direct Investment – OECD, 2008), contemplan a la IED como el establecimiento de una relación duradera entre un residente en un determinado país (sociedad filial) y un no residente (sociedad inversora) con ánimo de influir en su gestión. Para ello se requiere que el no residente posea al menos un 10% del capital accionario del residente.

En comparación con la inversión de cartera, que sólo implica el flujo transfronterizo de capital, la IED implica una transferencia internacional de una variedad de recursos, incluyendo la capacidad tecnológica, la capacidad de gestión, comercialización y distribución, y al capital humano. Dicho de otra forma, la IED implica una transferencia de activos intangibles entre las naciones (Xiaquin, 2002).

La IED se constituye como un elemento central en el proceso de globalización que caracteriza a las economías de los últimos tiempos. Los efectos de la IED en el país receptor han

sido analizados en la literatura, afirmando que éstos van más allá del efecto cuantitativo sobre el stock de capital, incluso es posible señalar las consecuencias de la IED en términos de beneficios y costos (Byerlee, et al., 1998).

Los beneficios de la IED están asociados, principalmente, a su contribución al desarrollo económico a través del aumento del stock de capital y la mejoría en la eficiencia de la inversión. También, la presencia de empresas transnacionales puede reestructurar las economías receptoras orientándolas más hacia las exportaciones y facilitando el acceso a mercados internacionales.

En contraste, los costos asociados a los flujos de IED en los países receptores son relativos a los incentivos dados por los gobiernos para atraer inversiones extranjeras, junto con las distorsiones y las pérdidas de rentas públicas. Además, no siempre el interés global de las empresas transnacionales van en concordancia con las ventajas esperadas por el país hospedero.

Particularmente, la IED puede ser el medio más importante por el cual los países de destino puede acceder a nuevas tecnologías. Así la IED puede promover el cambio tecnológico, favorecer la investigación, el desarrollo y las innovaciones. No obstante, es necesario tener en cuenta que la transferencia de tecnologías ligada a la IED estará en función de las estrategias de cada ETN.

Adicionalmente, se tiene a las inversiones *greenfield*¹⁸ que son una forma de IED en la cual la empresa matriz incursiona en un país extranjero, donde construye nuevas instalaciones operacionales. Este tipo de inversiones se diferencian de otras formas de IED como las fusiones y adquisiciones, sea para integración horizontal o vertical, principalmente porque se dan en nuevos sectores productivos.

En este contexto, las empresas transnacionales son actores de gran importancia, esencialmente, porque muestran una tendencia creciente a gestionar la tecnología en el plano internacional, dado que es través de la IED que estas empresas son capaces de movilizar grandes volúmenes de inversión, lo que, además, presupone una variedad de actividades y mecanismos, tales como la adquisición de empresas innovadoras de otros países o las inversiones en actividades de I+D, tanto en su país de origen como en el país a donde se destina la inversión.

¹⁸ Se denomina inversiones *greenfield* a la apertura de nuevas unidades productivas (Gilpin & Gilpin, 2001).

1.4.5.5.3. Estrategias de Internacionalización

El proceso de globalización hace necesaria una reflexión sobre la nueva realidad empresarial, teniendo en cuenta que también han cambiado los mercados, los sectores de actividad, los clientes, los proveedores y las administraciones.

En este contexto, las posibilidades de estrategias de las empresas son múltiples. Sin duda, una de las estrategias más relevantes es la internacionalización. Lo que representa la decisión de la empresa a dirigirse a mercados geográficos externos a su localización nacional de origen. Siendo está una de las formas más complejas de crecimiento y desarrollo empresarial y puede tomar diversas formas de acuerdo a la estrategia empleada por cada empresa.

No obstante, en la literatura se señalan tres principales motivos de deslocalización empresarial, los cuales son: la búsqueda de eficiencia vinculada a bajos costos laborales, la ampliación de mercados domésticos y la búsqueda de eficiencia y activos tecnológicos (López, 2006); existe una variedad de razones que llevan a las empresas a ampliar sus actividades y traspasar, así, el espacio nacional, aunque el objetivo final es establecer una posición en otra economía (Neumann, 2007).

Estas razones muchas veces están ligadas a objetivos que puedan marcarse las empresas y son de índole interno y externo. Respecto al entorno interno los objetivos pueden ser la reducción de costos, la búsqueda y la explotación de recursos y capacidades, y la disminución del riesgo global. Por el lado externo, las razones pueden relacionarse al ciclo de vida de la industria, la demanda externa y la globalización (Guerras y Navas, 2007).

Por ello, las estrategias de internacionalización de una ETN debe considera tanto factores externos como factores internos. Entre los principales factores externos están el atractivo del país, el potencial del mercado, el grado de proteccionismo en dicho mercado, las características de los clientes y los factores políticos, entre otros. En cuanto a los factores internos están el personal, los productos, la experiencia internacional, la capacidad del servicio y la coordinación entre unidades (Canals, 1994).

En otras palabras, tanto factores internos como externos influyen en la elección de una estrategia de entrada en mercados internacionales por parte de una ETN. De tal manera cada estrategia de internacionalización posee ciertas características que se estudian y valoran para seleccionar y ajustar la estrategia más favorable de acuerdo con los objetivos de la empresa.

Con relación a los antes mencionado, las actividades de una ETN puede adquirir diversas formas, desde las actividades principalmente relacionadas con la importación y la exportación, pasando por la apertura de plantas de manufacturas u operaciones de ensamblaje, hasta las que de inversiones significativas en un país extranjero. De acuerdo con las actividades que realizan estas empresas, algunos estudios recientes distinguen dos tipos, las verticales y las horizontales.

Conforme con De La Dehesa (2002), las estrategias verticales fragmentan su producción geográficamente en etapas del proceso productivo, de acuerdo con la intensidad de los factores de producción. De esa manera, las actividades intensivas en mano de obra no calificada se realizarían en los lugares donde son de menor costo, mientras que las actividades que requieren personal especializado se situarían en países más desarrollados donde exista personal con dichas características a un costo razonable.

Por otro lado, las estrategias horizontales serían empresas con una combinación de plantas que, básicamente, replican su actividad en muchas localizaciones, basándose en economías de escala y menores costos de transporte. Adicionalmente, otra característica que distingue a las estrategias verticales de las de tipo horizontal, es que las primeras operan en mayor medida en países con distintos niveles de desarrollo, mientras que las segundas se dan principalmente en países similares.

La internacionalización de las actividades de una ETN también incluye a las actividades tecnológicas y de innovación. Como resultado se han consolidado algunas funciones empresariales, tales como la transferencia de tecnología desde la empresa central a las empresas filiales, la búsqueda de activos tecnológicos en el plano internacional y la creación de nuevas capacidades tecnológicas (Álvarez & Molero, 2005).

En ese sentido, Cheng y Bolon (1993) identificaron tres aspectos elementales que influyen en las inversiones externas en I+D, los cuales son las condiciones, las motivaciones y los factores desencadenantes. En primer, las condiciones incluyen los factores internos y externos que tornan a la descentralización económicamente viable, tales factores podrían ser mejores recursos sociales, económicos y tecnológicos que proporcionen una infraestructura necesaria para el establecimiento de laboratorios de I+D.

En segundo lugar, las motivaciones reflejan los beneficios organizacionales que la empresa puede esperar como resultado de las inversiones externas en I+D, por ejemplo el aprovechamiento de incentivos ofrecidos por varios países para la instalación de centros de I+D,

como préstamos sin intereses o con intereses subsidiados, exención o reducción de impuestos, entre otros. En tercer lugar los factores desencadenantes son eventos internos o externos que aceleran la decisión de realizar I+D en otros países, a cambio de algunas de las condiciones o por reforzar una motivación.

En consecuencia, hasta cierto punto las motivaciones de internacionalización pueden estar ligadas a la tecnología. Bajo esta idea, Gerybadze y Reger (1999) proponen una taxonomía de actividades de internacionalización en función de la tecnología subyacente. Los autores sugieren cuatro tipos generales de estrategias, que se pueden clasificar de acuerdo a dos factores determinantes, por el tipo de innovación que se persiguen y por la ubicación de los recursos críticos, es decir, si los activos críticos se concentran en el país o en el extranjero. Así, para cada tipo de estrategia las empresas necesitarán diseñar e implementar mecanismos de coordinación adecuados.

Específicamente, en las actividades tecnológicas y en relación a la especialización tecnológica, una ETN tienen dos opciones. Por un lado, podría buscar ampliar sus actividades de I+D en el extranjero en sectores en los que son fuertes en su país de origen; por otro lado, podrían aumentar su conocimientos con la exploración de los sectores en los que los países hospederos tienen ventajas tecnológicas (Kuemmerle, 1997). Sin embargo, estas dos estrategias no son necesariamente excluyentes ya que podrían coexistir e interactuar de manera compleja (Chiesa, 1996).

En el primer caso, el centro del proceso de innovación de la ETN será un laboratorio de I+D o laboratorios descentralizados ubicados en su país de origen, mientras que los laboratorios de I+D en el extranjero, si existiera, desempeñarán un papel auxiliar. En contraste, el segundo caso contempla la creación de nuevos conocimientos en lugares fuera del país de origen, donde los laboratorios de I+D en el extranjero participan en el proceso de innovación contribuyendo la creación de activos y ampliando la base de conocimientos de la empresa.

Adicionalmente, las estrategias de internacionalización, seguramente, tengan especificidades de acuerdo al sector tecnológico (Archibugi & Michie, 1995; Picci & Savorelli 2012) y, a su vez, dependerán de los perfiles de especialización tecnológica tanto doméstica como extranjera.

1.4.5.5.4. Posturas políticas

El nuevo papel de las empresas transnacionales exige situarlas dentro de un proceso más amplio de internacionalización de la innovación que incluye a una diversidad de agentes y factores, además, dicho proceso comprende a una variedad de espacios, donde estas empresas tienen especial importancia.

En este contexto amplio, las actividades realizadas por este tipo de empresas no son reguladas por una única normativa nacional, sino que la reglamentación se da a nivel internacional, es decir, incluyen a las políticas y regulaciones de todos los países en que operan, relacionadas con la IED, los acuerdos de comercio, entre otros.

Junto con la creciente importancia de los acuerdos internacionales de propiedad intelectual y la concesión de licencias de tecnología se entiende que el conocimiento tecnológico que poseen las empresas transnacionales es un bien privado, que raramente es transferido de manera automática (Xiaquin, 2002), y en la medida que se han podido confirmar los beneficios derivados de la IED, tales como los derrames de conocimiento como un importante canal mediante el cual las empresas nacionales pueden beneficiarse, ha llevado a los gobiernos a fomentar la entrada de IED.

Al respecto, los agentes políticos parecen compartir dos preocupaciones opuestas. Por un lado, están los países receptores de empresas extranjeras preocupados en que los efectos secundarios sean altos; por el otro, están los países que tienen empresas que poseen laboratorios de I+D en el extranjero preocupados para que ocurra precisamente ocurre lo contrario, con la finalidad de proteger los activos de sus empresas nacionales.

Ciertamente, los países que procuran atraer a muchos laboratorios extranjeros de I+D están preocupados por los beneficios secundarios que pueden recibir de las actividades llevadas a cabo por las filiales y, al mismo tiempo, en alentar a las empresas locales a ser más activas en I+D, tanto en el país como en el extranjero.

Sin embargo, las políticas de los países receptores de este tipo pueden estar en contradicción con los incentivos que están llevando a las empresas a realizar actividades tecnológicas en el extranjero. Tal como indican Di Minin y Bianchi (2011) el nivel de apropiación de las invenciones, es decir, su potencial de explotación comercial, juega un papel importante en las decisiones de internacionalización.

En otras palabras, una ETN se enfrenta a las políticas locales de innovación, dado que mediante el fomento de los efectos de derrames de conocimiento, a través de invenciones o imitaciones, podrían tener un impacto negativo sobre la apropiabilidad de las inversiones en I+D realizadas (Sanna-Randaccio & Veugelers, 2007).

En efecto, ambas preocupaciones se contraponen implícitamente. Con todo, lo ideal sería la presencia de un proceso dinámico en el cual junto con la obtención de beneficios por parte de las empresas transnacionales suceda una maduración de la economía receptora mediante los efectos secundarios de las actividades tecnológicas que éstas realicen.

En este contexto los acuerdos de propiedad intelectual juegan un papel significativo debido a que puede afectar las condiciones en las que tanto empresas transnacionales como países receptores interactúen y se produzca la transferencia de conocimiento tecnológico que tanta importancia tiene para los países en desarrollo.

Por un lado, estos acuerdo de propiedad intelectual como instrumentos institucionales y jurídicos pueden garantizar a las empresas recuperar sus inversiones mediante el otorgamiento de un poder de monopolio por un periodo dado a cambio de hacer público el conocimiento tecnológico comprendido (Guzmán y Zuñiga, 2004; Archibugi y Filippetti, 2010).

Por otro lado éstas legislaciones pueden ubicar a los países receptores en una posición poco ventajosa si lo que buscan es ponerse al día mediante la transferencia de conocimiento tecnológico desde las empresas transnacionales, es decir, adquiriendo la experiencia, los conocimientos y las innovaciones de los líderes tecnológicos (Archibugi y Filippetti, 2010).

1.4.5.5.5. Beneficios para los países anfitriones de las actividades tecnológicas de las empresas transnacionales

La complejidad de las actividades innovadoras precisa incorporar nuevos conocimientos e inputs de diversa naturaleza, que no siempre están disponibles en un solo país, por muy avanzado que sea en términos tecnológicos. Esta situación hace inevitable una mayor proximidad a los países donde se genera conocimiento tecnológico, lo que lleva a las empresas a desarrollar una estrategia de emigración en la búsqueda de mantener o mejorar su posición internacional (Álvarez & Molero, 2005).

Tal situación ha conllevado a la configuración de un nuevo paradigma de la innovación, a nivel internacional, que se basa en la multiplicidad y la dispersión de competencias a escala

mundial (Gerybadze & Reger, 1999). En otras palabras, los progresos tanto en la investigación como en la tecnología relacionadas con las actividades inventivas han dado lugar a la transición a un esquema policéntrico transnacional de los sistemas de innovación.

Este nuevo esquema de innovación transnacional, en esencia, se caracteriza por: i) una intensa interacción entre las fuerzas de mercado, y la generación y uso del conocimiento tecnológico; ii) la existencia de varios centros de investigación ubicados en diferentes lugares geográficos (cruzando fronteras nacionales), y iii) un sistema integrado de aprendizaje y de transferencia de tecnología, el cual incluye las entradas y salidas de conocimiento tecnológico (Gerybadze & Reger, 1999).

Adicionalmente, las empresas transnacionales son los principales productores de conocimiento tecnológico de acuerdo con sus actividades en I+D y el registro de patentes (World Bank, 2018; WIPO, 2018), por ello estas empresas juegan el papel del líder en el desarrollo de nuevas tecnologías para aplicaciones industriales.

Dada su capacidad tecnológica, es de esperar que estas empresas sean los principales conductos para la transferencia de nuevas tecnologías entre los países. Sin embargo, dichas transferencias, pueden verse sujetadas a cuestiones relacionadas a la protección de derechos de propiedad intelectual, a facilidades o dificultades en la difusión de los conocimientos a nivel internacional, y a los costos incurridos en la integración de las innovaciones que se originan en diferentes lugares (Zeile, 2014).

Cuando una ETN se instala en un determinado país, además de los flujos de IED y de conocimiento (entre la matriz y las filiales), desarrollan una variedad de otros acuerdos para participar en el intercambio de conocimientos, tales como el comercio de productos y servicios, las licencias de tecnología, las alianzas estratégicas y la colaboración tecnológica. De manera a través de estos vínculos y la interacción con las empresas subsidiarias que los agentes nacionales se involucran en el proceso de un aprendizaje más dinámico (Narula & Guimón, 2009).

Por lo tanto, los beneficios de la atracción de inversiones en I+D por parte de empresas transnacionales comprenden no sólo los efectos directos asociados con el aumento de la actividad en I+D, sino también los efectos indirectos que se derivan de los vínculos y la difusión de conocimiento tecnológico (Criscuolo, Narula & Verpagen, 2005).

Es decir, la presencia de filiales activas en I+D de una ETN puede proporcionar un mejor acceso al conocimiento tecnológico a nivel internacional (Cantwell & Piscitello, 2000; Carlsson

2006), dado que a menudo las filiales actúan como anclas entre los países anfitriones y su país de origen; al mismo tiempo que son catalizadoras de la mejora tecnológica¹⁹ (Narula & Guimón, 2009).

De lo anterior se puede inferir que las actividades de estas empresas y sus subsidiarias pueden permitir la transferencia internacional de conocimientos tecnológicos implícitos, que podría no darse con la misma facilidad mediante otros medios.

Al respecto, hay dos formas distintas que puede tomar la transferencia de tecnología que hay que distinguir. Una de ellas es la tecnología transferida de la empresa matriz de un ETN hacia su filial en el extranjero. La segunda es la transferencia de tecnología de una empresa subsidiaria a las empresas nacionales del país anfitrión o las subsidiarias en otras economías (Xiaquin, 2002).

En cuanto a los beneficios indirectos, una fuente de éstos se relaciona a los efectos de la competencia inducida por parte de las empresas transnacionales, ya que la presencia de éstas puede inducir a las empresas locales a adoptar nuevas tecnologías con la finalidad de mantener sus posiciones en el mercado (Globerman, 1997; Görg y Strobl, 2001).

Sin embargo, para que los agentes locales necesitan un cierto nivel de conocimiento y destreza para que puedan beneficiarse de los efectos asociados a las actividades de I+D de las empresas provenientes del extranjero. Tal capacidad representa a lo que Cohen y Levintahl (1989) definen como la capacidad de absorción, que se refiere a la capacidad de adquirir, asimilar y explotar el conocimiento desarrollado en otro lugar.

1.4.5.5.6. La influencia de las empresas transnacionales en la especialización tecnológica

Como ocurre con la integración comercial que influye en la acentuación de la especialización productiva y comercial, con la globalización tecnológica y económica se pueden predecir efectos en los perfiles de especialización tecnológica de los países.

Esta situación podría ser más notable en el caso de los países pequeños o seguidores en términos tecnológicos, dada su poca capacidad para liderar la generación de innovaciones en un contexto amplio de países e industrias. Por lo que estos países podrían estar forzados a concentrarse en pocos sectores tecnológicos en la búsqueda de desarrollar competencias.

¹⁹ Por ejemplo, muchos de los clústers de tecnología con más éxito en Europa han surgido gracias a la contribución de las filiales extranjeras (Dunning, 1998; Brown & Raines 2000).

La presencia de las empresas transnacionales podría orientar el perfil de especialización tecnológica de los países y, al mismo tiempo, podría limitar las políticas nacionales orientadas a la creación de ventajas tecnológicas.

En este escenario son cruciales las decisiones y las estrategias de localización, es decir, en qué medida pueden dispersar, geográficamente, sus fuentes de creatividad a nivel empresarial. Debido, principalmente, a que es mediante la localización de las filiales que crean competencias y aprovechan la localización como fuente de ventajas competitivas para la empresa (Glac y Cantwell, 2004).

De esa manera, la influencia de este tipo de empresas en la especialización tecnológica del país receptor dependerá de la naturaleza de las actividades tecnológicas que realicen éstas en el país. Asimismo, dichas actividades obedecerán a los objetivos y estrategias que se fijen en estas empresas, tales como, internacionalizarse, descentralizar las actividades de I+D, adaptarse a otros mercados explotando ventajas desarrolladas en su país de origen o desarrollar una capacidad no desarrollada aprovechando las condiciones del país anfitrión.

Adicionalmente, existe un importante aspecto que se debe tener en cuenta en el análisis del efecto que puedan ejercer las empresas transnacionales en los países receptores, éste es el peso explicativo del “tiempo”. Pues cuanto mayor es la permanencia de las empresas subsidiarias en un país, mayor será su implicación su economía, igualmente, será mayor el estímulo para incrementar su compromiso tecnológico y, por lo tanto realizará tareas y actividades más complejas que aquellas de monitoreo de producción (Papanastasiou & Pearce, 1999).

No obstante, algunos investigadores sostienen que las empresas transnacionales no juegan un papel crucial en la orientación de los perfiles de especialización tecnológica de un país, o que en todo caso, su influencia es limitada e indirecta por dos razones: (i) la especialización es básicamente un fenómeno endógeno, y (ii) las empresas extranjeras, generalmente, concentran sus esfuerzos en I+D en sus países de origen (Patel & Vega, 1999), existen estudios que comprueban la importancia de este tipo de empresas en la formación de capacidades tecnológica (Globerman, 1997; Ruiz, 2005, 2008; Picci & Savorelli, 2012).

Una línea de trabajos trata de explicar como las empresas transnacionales pueden marcar la orientación tecnológica de los países. Estos estudios se concentran en el fuerte vínculo que existe entre la inversión extranjera directa y la especialización tecnológica del país receptor.

Como advierte Globermann (1997), el vínculo entre estos dos componentes se da tanto por los efectos sobre la asignación de recursos para I+D para la generación de innovaciones como por la existencia de economías de escala en la producción de conocimiento tecnológico.

El autor examina dos escenarios y a partir de éstos muestra que los diferentes efectos de la IED en la orientación de la especialización tecnológica de los países dependerán de las dotaciones tecnológicas en el periodo inicial y de la eficiencia en que los países pueden explotar sus recursos científicos y tecnológicos.

En el primer escenario, se contemplan a dos países tecnológicamente especializados en dos industrias diferentes, donde las empresas transnacionales, a través de la IED, explotan sus ventajas tecnológicas en el otro país. Dando lugar a un resultado eficiente porque existen economías de escala y de aglomeración en la producción de conocimiento tecnológico, la cual se concentra de acuerdo al tipo de tecnología en el país de origen, aunque sea explotada por las empresas en el país de destino. El modelo supone que, con el tiempo, los países con diferentes dotaciones tecnológicas endógenas tenderán a obtener especializaciones tecnológicas también diferentes.

En el segundo escenario, se contemplan a dos países que cuentan con ventajas tecnológicas en las mismas industrias respecto al resto del mundo, pero los recursos científicos y tecnológicos son utilizados más eficientemente en un país que en otro. Además, las economías actúan en un contexto de ausencia de movilidad del factor trabajo y con libre movilidad de capitales. De esa manera, con el tiempo las empresas del país más eficiente adquirirán a las empresas del mismo sector en el país menos eficiente. El resultado será la convergencia tecnológica y la acentuación en los patrones de especialización.

Conforme a este análisis, el autor comprobó que las empresas transnacionales ejercen algún efecto en los patrones de especialización tecnológica, tanto en los países de origen como los países de destino, los cuales dependerán de las condiciones iniciales de los países en términos tecnológicos.

Asimismo, Globerman (1997) puntualiza que este efecto yace en la competencia empresarial que las empresas extranjeras inducen en el espacio nacional lo que lleva a un aumento de la especialización tecnológica, aunque no siempre en las áreas técnicas que representan ventajas tecnológicas reveladas en los países receptores como cabría esperar.

Otra línea de investigación propone analizar el efecto de las empresas transnacionales sobre la especialización tecnológica de los países receptores a partir de los perfiles iniciales de especialización tecnológica de los países de origen y los países de destino.

En el trabajo de Patel y Vega (1999), se puede verificar que las áreas en las que este tipo de empresas realiza actividades tecnológicas fuera de su país de origen coinciden con las áreas en las que, previamente, desarrollaron competencias tecnológicas domésticas. Incluso en el caso de las empresas más internacionalizadas no es habitual que compensen en el extranjero una debilidad doméstica.

En el escenario descrito en el párrafo anterior, cabe la posibilidad de que no siempre haya congruencia entre la especialización tecnológica de la ETN y la especialidad que posee el país hospedero. Por consiguiente, el efecto neto de las actividades tecnológicas de una ETN en la especialización tecnológica del país receptor dependerá de la existencia de la correspondencia o no de sus capacidades tecnológicas.

En consecuencia, en la medida en que las empresas reproduzcan sus ventajas tecnológicas obtenidas en sus países de origen, lo que es más probable que suceda en países menos avanzados, sus actividades favorecerán el aumento del número de campos tecnológicos en los cuales el país anfitrión es más dinámico y el resultado será la ampliación de su diversidad tecnológica, es decir, la presencia de empresas transnacionales llevara al país receptor a una des-especialización tecnológica.

En contraste, los resultados de Cantwell y Vertova (2004) sugieren que la reorganización de las empresas que trascienden su espacio nacional les ha llevado a preferir el abastecimiento de las tecnologías en el extranjero, preferentemente, en aquellos sectores en los que los países extranjeros tienen una ventaja tecnológica relativa. Lo que al contrario de lo que a veces se presume, la presencia de las empresas transnacionales no destruye los perfiles nacionales de especialización tecnológica, sino que tiende a reforzarlos.

De manera similar sucede cuando tales empresas sólo pretenden monitorizar resultados, lo que es de esperar en países líderes, sus actividades tecnológicas se concentrarán en las áreas tecnológicas donde el país receptor es tecnológicamente más activo y, por tanto, favorecerán su especialización tecnológica (Ruiz, 2005).

En otras palabras, las actividades tecnológicas de las empresas transnacionales y sus efectos estarán ligadas a la estrategia que éstas se definan y a los perfiles de especialización tecnológica del país de origen y del país receptor.

Sin embargo, no es suficiente concentrar el análisis solamente en las estrategias de las empresas transnacionales y las diferencias entre la especialización tecnológica de los países, debido a que existe una serie de elementos propios de cada área tecnológica que pueden tener relación con la consecuencias de las actividades tecnológicas de este tipo de empresas.

Al respecto, Picci y Savorelli (2012) analizaron la interrelación entre los perfiles tecnológicos de los países y la internacionalización de las actividades innovadoras utilizando un modelo de gravedad²⁰. En el trabajo no sólo consideraron las actividades tecnológicas a nivel de país, sino también desagregaron el conjunto a nivel de sectores tecnológicos.

Los autores encontraron que incluso con similitudes en los perfiles tecnológicos de los países, son diferentes las motivaciones de internacionalización en los diferentes sectores, es decir, las estrategias de I+D, siendo la internacionalización una de ellas, son dependientes de la tecnología en cuestión. Estos resultados demuestran la importancia de llevar a cabo el análisis para cada tecnología que incluya consideraciones explícitas de los temas de especialización tecnológica.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta el grado de complejidad que incorpore cada tecnología, dado que ésta se asocia a la naturaleza de la creación de nuevos conocimientos en la misma. No obstante, las empresas transnacionales han mostrado una mayor tendencia a la internacionalización de sus centros de I+D, esta situación depende del tipo de actividad tecnológica implicada en el proceso (Glac y Cantwell, 2004). Mientras algunos tipos de tecnologías pueden con facilidad des-localizarse, el carácter no codificado de otras tecnologías hacen que el aprendizaje dentro y fuera de las organizaciones y áreas transfronterizas sea mucho más difícil.

Igualmente, las cuestiones específicas de cada país son claves en el análisis de la relación entre las actividades tecnológicas de estas empresas y la orientación de los perfiles de especialización tecnológica de los países receptores. Cuestiones propias como su tradición científica y tecnológica, la experiencia compartida de sus investigadores, la naturaleza de su

²⁰ El modelo de gravedad se empleó con éxito para explicar las interacciones entre países. En un contexto similar al actual, ha sido utilizado por Picci (2010), Bennato y Magazzini (2011), y Thomson (2012).

sistema educativo y las prácticas empresariales, que en su conjunto contribuyen a la caracterización de la trayectoria de desarrollo tecnológico que llevan a cabo las subsidiarias (Cantwell & Iammarino, 2000).

Con relación a lo anterior, que las empresas transnacionales se involucren en la investigación en centros de innovación tiene un efecto directo en la ampliación de las oportunidades de las capacidades tecnológicas locales del país receptor. Además, un efecto indirecto a través del estímulo a la competencia que motiva a otras empresas locales a extender sus programas de investigación (Glac y Cantwell, 2004).

Asimismo, junto a la naturaleza de esta dinámica tecnológica está la concentración geográfica, siendo ésta última la forma más efectiva para gestionar la flexibilidad tecnológica que favorece el aprendizaje tecnológico (Storper, 1992). De lo que se puede inferir que las interacciones entre las empresas extranjeras y los agentes nacionales favorecen al establecimiento de polos atractivos para la actividad relacionada con la investigación e innovación lo que como consecuencia favorece la especialización tecnológica.

En efecto, la literatura respalda la importancia de las empresas transnacionales en la internacionalización de las actividades económicas. Igualmente, revela las diversas implicaciones que pueden tener sus actividades en los países hospederos, lo cual está ligado en gran parte a la dinámica de la IED que destinan estas empresas.

Específicamente, en la construcción de las capacidades tecnológicas, las ETN pueden ser agentes de especial importancia dada la capacidad que tienen para trasladar conocimientos tecnológicos a través de las fronteras de los países, también su participación en los movimientos de grandes flujos de inversión, especialmente si la inversión es destinada a actividades tecnológicas.

1.5. Medición de la especialización tecnológica

La especialización tecnológica de un país se puede medir a través de la distribución de sus patentes en los diferentes campos tecnológicos. Un número creciente de autores e instituciones han empleado los datos de patentes para medir el cambio tecnológico y la especialización tecnológica (van Zeebroeck, van Pottelsberghe & Han, 2006), desde Comanor y Scherer (1969) y Schmookler (1972) hasta algunos más recientes como Malerba y Montobbio (2003), Archibugi y Coco (2005), entre otros.

Tal como se ha señalado en la sección 1.2., la especialización tecnológica se entiende como una medida relativa la cual considera comparaciones en dos dimensiones, sectorial y nacional. A nivel sectorial se realiza la comparación entre el peso relativo de las patentes en una determinada clase tecnológica dentro de un mismo país²¹ respecto al peso relativo de las patentes en dicha clase tecnológica en el universo compuesto por un grupo definido de países. A nivel nacional se compara la estructura conformada a partir de la especialización sectorial en el país en su conjunto con cifras análogas de otros países.

En la medición de la especialización tecnológica a nivel sectorial, un indicador bastante usado es el índice de Ventaja Tecnológica Revelada, que tiene como antecedente al índice de ventaja comparativa revelada acuñado por Balassa (1965) con el fin de indicar que las ventajas comparativas de los países pueden ser reveladas a partir del flujo del comercio de mercancías.

En el ámbito tecnológico, el índice de ventaja revelada se define como la cuota de patentes de un país en un campo tecnológico, en relación con su participación en todas las patentes para todos los campos (Soete, 1981; Malerba et al., 2001; Mancusi, 2001). Se especifica mediante la siguiente ecuación:

$$VTR_{ij} = \frac{\left(\frac{P_{ij}}{\sum_i P_{ij}} \right)}{\left(\frac{\sum_j P_{ij}}{\sum_i \sum_j P_{ij}} \right)}$$

Donde:

P_{ij} es el número de patentes del país i en el sector j .

Este índice da información sobre la especialización tecnológica sectorial en la medida que varía respecto a la unidad y supone que un valor mayor a 1 representa una ventaja tecnológica en determinado sector tecnológico mientras un valor menor a la unidad representa una desventaja.

Más adelante, Proudman y Redding (1998, 2000) en su análisis de los patrones de comercio adoptaron una versión modificada del índice de Balassa, en el miden la especialización de un país en relación a su cuota media de exportaciones en todos los sectores. De manera

²¹ La especialización tecnológica se mide a partir de la concentración de las patentes, es decir, cuando las patentes están más concentradas en cierta área tecnológica, se dice que el país es tecnológicamente especializado en esa área. De manera contraria, cuando las patentes están menos concentradas en cierta área tecnológica, se dice que el país no es tecnológicamente especializado en esa área.

análoga, Mancusi (2001) presenta el índice de ventaja tecnológica revelada modificado, definido así:

$$VTR_{ij}^1 = \frac{\left(\frac{P_{ij}}{\sum_i P_{ij}} \right)}{\frac{1}{N} \sum_j \left(\frac{P_{ij}}{\sum_i P_{ij}} \right)}$$

Donde:

N es el número total de campos tecnológicos.

Igual que el índice anterior, un valor de VTR^1 por encima de la unidad indica que el país *i* se especializa en el campo *j*, ya que el número de patentes del país *i* en el sector *j* excede su cuota media en todos los campos. Además, el índice varía entre 0 y N, por lo que es asimétrico y está perfectamente correlacionado con VTR.

No obstante, el índice de VTR y su versión modificada han sido ampliamente utilizados, Archibugi y Pianta (1991) afirman que un inconveniente es la asimetría de sus valores (varían de 0 a 1 en el caso de la desventaja de un país, pero de 1 al ∞ en el caso de una ventaja), lo que además se refleja en la desviación estándar.

Por otro lado, para la medición de la especialización tecnológica a nivel nacional existen varias propuestas, tenemos el índice de los valores chi cuadrado (Archibugi & Pianta, 1991), el índice de Hirschmann e índice de especialización (UNCTAD, 2005; Ruiz, 2013), el índice de Krugman (Picci & Savorelli; 2012, 2013), el índice de Herfindahl (Wong & Singh, 2005), el coeficiente de Gini (Amiti, 1999; Mancusi, 2001) y el coeficiente de variación (Giannitsis & Kager, 2009; Breschi & Tarasconi, 2013).

De los indicadores mencionados en el párrafo anterior, un primer grupo se caracteriza por no requerir del cálculo de los índices de VTR. Entre éstos tenemos al indicador propuesto por Archibugi y Pianta (1991), el valor de chi cuadrado definido en la siguiente ecuación:

$$x_i^2 = \sum_{j=1} \left[\frac{(P_{ij} - P_{wj})^2}{P_{wj}} \right]$$

Donde:

i es el país considerado

j indica los sectores de la distribución

P_{ij} es el porcentaje de la variable considerada en poder de país i en la clase j

P_{wj} es el porcentaje de la variable considerada para el total mundial en la clase j .

En el análisis, las variables consideradas para P fueron las patentes y las citas de patentes y bibliográficas dentro de los campos tecnológicos de cada país obteniendo un indicador del grado de especialización nacional por país. Es decir, al calcular los valores X^2 para cada país se proporciona una medida de cuánto se diferencian los perfiles nacionales del perfil mundial.

Luego, podemos mostrar los indicadores de especialización que se emplean en los reportes de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD por sus siglas en inglés). El primer indicador es absoluto, se trata de el índice de concentración normalizado de Hirschmann, el cual toma valores entre 0 y 1, donde el límite inferior significa baja especialización y el límite superior alta especialización. Y se define de la siguiente forma:

$$H_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n P_{ij}} - \sqrt{\frac{1}{n}}}{1 - \sqrt{\frac{1}{n}}}$$

Donde:

i es el país considerado

j indica los sectores de la distribución

P_{ij} es la cuota de la variable considerada en poder del país i en la clase j

El segundo indicador es de naturaleza relativa, éste se llama índice de diversificación. De acuerdo a su cálculo, un valor bajo quiere decir que el país tiene una especialización similar a la del mundo, mientras un valor alto quiere decir que el país se diferencia. Se define de la siguiente forma:

$$S_i = \frac{\sum_{j=1}^n |P_{ij} - P_{wj}|}{2}$$

Donde:

i es el país considerado

j indica los sectores de la distribución

P_{ij} es la cuota de la variable considerada en poder del país i en la clase j

P_{wj} es la cuota de la variable considerada para el total mundial en la clase j .

Igualmente, tenemos el índice de Krugman. Este indicador expresa el grado en que las participaciones en un determinado país en todas las clases tecnológicas difieren respecto a la distribución que prevalece en el resto del mundo.

Los valores que puede tomar varían de 0 a 2. Así, cuando el índice se ubica en su límite inferior nos da razón de que la estructura tecnológica de un país es la misma que en el resto del mundo. En contraste, cuando el índice está en su límite superior quiere decir que el país no comparte ninguna tecnología con el resto del mundo (Picci & Savorelli, 2012, 2013). Y se define así:

$$K_i = \sum_{j=1}^n |P_{ij} - P_{wj}|$$

Donde:

i es el país considerado

j indica los sectores de la distribución

P_{ij} es la cuota de la variable considerada en poder del país i en la clase j

P_{wj} es la cuota de la variable considerada para el total mundial en la clase j .

El último indicador de este grupo es el índice de Herfindahl, el cual es ampliamente usado en economía para la medición de la concentración. Puede tomar valores entre 0 y 10,000, donde el extremo inferior se refiere a que hay una baja concentración de mercado y un gran número de empresas con una participación muy pequeña, el otro extremo se refiere a que sólo existe un participante en el mercado, es decir, existe un monopolio (Kwoka, 1985).

En el caso de la especialización tecnológica, un valor bajo del índice de Herfindahl quiere decir que el país i tiene participaciones en todas las aéreas tecnológicas, mientras que un mayor valor quiere decir que el país se concentra en una o en pocas clases tecnológicas, es decir, tiene una mayor especialización (Wong & Singh, 2005). El índice se denota de la siguiente manera:

$$H_i^1 = \sum_{j=1}^1 \left(\frac{P_{ij}}{P_i} \right)^2$$

Donde:

i es el país considerado

j indica los sectores de la distribución

P_{ij} es la cuota de la variable considerada en poder del país i en la clase j

P_i es la variable total del país i .

El segundo grupo de indicadores se compone por el coeficiente de Gini y el coeficiente de variación. Para el cálculo de estos indicadores es necesario haber calculado previamente los índices de VTR para las clases tecnológicas consideradas.

El coeficiente de Gini fue tomado de la literatura de la desigualdad (Amiti, 1999; Mancusi, 2001). Para su cálculo, primeramente, se construye la curva de Lorenz a partir de una clasificación de los índices de VTR en orden ascendente. De esta manera, si la estructura tecnológica del país i coincide con la estructura tecnológica del mundo, la curva de Lorenz coincidirá con la línea de 45 grados y el coeficiente de Gini será cero. Así, cuanto más alto sea el coeficiente de Gini más especializado será un país.

Aunque un problema potencial con el uso del coeficiente de Gini como medida de la especialización es que pone un valor relativo implícito en los cambios en las sectores medios de la distribución. Es decir, los cambios en las áreas más cercanas a la media del mundo tendrán más peso en el coeficiente de Gini del país. Además, a medida que estas áreas pueden variar con el tiempo, la ponderación de cada una también variará. A pesar de esto detalle, el coeficiente de Gini es una medida útil para el análisis de la especialización tecnológica (Amiti, 1999).

Otro indicador es el coeficiente de variación. Este coeficiente en términos estadísticos se refiere a la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable. Su fórmula expresa la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética, de esa manera muestra una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad que la desviación estándar. Este indicador se utiliza para comparar conjuntos de datos pertenecientes a poblaciones distintas (Ciro, 2016).

Cuando se emplea para el cálculo de la especialización tecnológica de los países, las muestras a considerar se componen por los índices de VTR de cada país. Así el país que muestre el mayor valor será el que tiene mayor heterogeneidad en sus ventajas o desventajas tecnológicas. lo que quiere decir que tiene capacidades más variadas a lo largo de la gama de clases

tecnológicas, y viceversa (Giannitsis & Kager, 2009; Breschi & Tarasconi, 2013). En este caso el coeficiente se denota así:

$$CV_i = \frac{\sigma_i}{x_i}$$

Donde:

i es el país considerado

σ_i desviación estándar del grupo de índice de VTR del país i

x_i media aritmética del grupo de índice de VTR del país i

En otro orden de ideas, existen distintos indicadores que pueden ser útiles en el análisis de la especialización tecnológica, ya que son capaces de rescatar las diferencias de las capacidades de innovación de los países en diferentes sectores. Entre ellos tenemos el índice de complejidad económica de Hausmann e Hidalgo (2013) y una gama de indicadores propuestos por la CEPAL (2012) para la medición de los cambios en las estructuras productivas.

Para Hausmann e Hidalgo (2013) las economías tienen distintos grados de complejidad, por ejemplo, algunos países producen pocos bienes simples y otros muchos bienes complejos y diversos. Todos estos bienes requieren de conocimientos y capacidades específicas. Para poder captar las diferencias en los grados de complejidad desarrollaron el Índice de Complejidad Económica a partir de los datos del comercio internacional, logrando una representación gráfica similar a una red neuronal que refleja el conocimiento productivo de cada país.

El concepto de la complejidad económica se expresa en la composición de la capacidad productiva de un país y refleja las estructuras que emergen de sostener y combinar el conocimiento. Es decir, para que exista y se sostenga una economía compleja los individuos de los diferentes sectores deben ser capaces de interactuar y combinar sus conocimientos para crear productos.

El índice de complejidad económica se formula a partir de dos componentes: 1) La *diversidad*, el número de los productos a los que está conectado un país, y 2) La *ubicuidad*, número de países que hacen un producto. Se define, M_{cp} como una matriz que es 1 si el país c produce producto p , y 0 cuando no lo produce. Así, se pueden medir la diversidad y *ubicuidad* simplemente mediante la suma de las filas o columnas de esa matriz. De manera formal:

$$Diversidad = k_{c,0} = \sum_p M_{cp}$$

$$Ubicuidad = k_{p,0} = \sum_c M_{cp}$$

Luego definen el Índice de Complejidad Económica (ICE) como:

$$ECI = \frac{\overrightarrow{K} - \langle \overrightarrow{K} \rangle}{stdev(\overrightarrow{K})}$$

Donde:

$\langle \rangle$ es un promedio.

stdev es la desviación estándar.

\overrightarrow{K} : es un vector propio de una M_{cc} desarrollada a partir de la matriz k_{c0} . Toma el valor de \overrightarrow{Q} cuando es un vector propio de una M_{pp} desarrollada a partir de la matriz k_{p0}

Por su parte, la CEPAL (2012) presenta una propuesta de indicadores que permiten analizar el cambio en la estructura productiva que esta debajo de los patrones de crecimiento económico virtuoso. Su argumento indica que se requiere un cambio estructural, hacia sectores intensivos en conocimiento tecnológico, con tasas altas de aprendizaje, de innovación y de difusión de las innovaciones, y con mayor dinamismo de la demanda, para lograr un elevado crecimiento en el largo plazo.

La amplia gama de indicadores se muestra en la siguiente lista:

- i. Los clásicos indicadores de esfuerzo y resultado tecnológico: la inversión en I+D, y el numero de patentes por habitante;
- ii. La productividad relativa, definida como el cociente entre el nivel de la productividad del trabajo de una economía y la productividad de una economía avanzada de referencia;
- iii. El peso de las exportaciones de mediana y alta tecnología en las exportaciones totales (X_{HMT}/X);
- iv. El cociente entre la participación de los sectores intensivos en ingeniería en el valor agregado manufacturero de una economía (Si) y la participación de esos mismos sectores en un país de referencia (SR). Se supone que cuanto mayor es el índice de participación

relativa ($IPR = Si/SR$), mayor es el peso relativo de las ingenierías y mayor es la intensidad en conocimiento de una industria;

- v. El índice de adaptabilidad (IA), definido como la relación entre la participación de los sectores dinámicos y no dinámicos en las exportaciones totales, es decir, el porcentaje de los primeros con respecto al porcentaje de los segundos en las exportaciones totales. Los sectores dinámicos son aquellos cuya demanda mundial, medida por el valor de las exportaciones mundiales, crece más que el promedio;
- vi. El indicador de sofisticación de las exportaciones (EXPY) desarrollado por Hausmann, Hwang y Rodrik (2007). Este indicador se construye a partir de datos muy desagregados de comercio y busca identificar diferencias en la calidad o el nivel de sofisticación de las exportaciones. Se considera que las exportaciones que se originan en países con un alto nivel de ingresos tienen una intensidad de conocimientos mayor que las que se originan en países con un bajo nivel de ingresos.

(Tomado de CEPAL, 2012, pp. 76)

Existen, además, otros indicadores que pueden ser empleados en el análisis de la especialización tecnológica de un país. Aunque fueron desarrollados con el propósito de medir la capacidad innovadora de los países de manera conjunta se podrían aplicar a los diferentes sectores tecnológicos de manera particular. La ventaja del uso de estos indicadores es que tienen en cuenta los distintos aspectos que constituyen la capacidad tecnológica de un país y se agregan en una sola figura (Archibugi, Denni & Filippetti, 2009).

Entre los indicadores compuestos tenemos el Índice de Innovación de la Comisión Europea, este índice incluye 25 indicadores y desarrolla una estructura articulada para medir las fortalezas y debilidades de los distintos sistemas nacionales de innovación. Los indicadores se dividen en dos grupos básicos: Insumos de innovación y salidas de innovación (European Commission, 2007).

También, la Oficina de Desarrollo Industrial de la Naciones Unidas hizo un indicador llamado Índice de Avance Tecnológico, en esencia mide el grado de concentración de la estructura productiva de los países en las industrias de mediana y alta tecnología.

Otro indicador similar es el desarrollado por Archibugi y Coco (2005), ArCo. ArCo es un indicador compuesto que considera tres dimensiones diferentes de los cambios tecnológicos. La

primera categoría está representada por la actividad innovadora en términos del número de patentes y publicaciones científicas. La segunda dimensión se refiere a la difusión de las viejas y las nuevas tecnologías. Y la tercera se refiere a la calidad del capital humano.

1.5.1. Pertinencia del uso de patentes

¿Por qué se utilizan las patentes²² como variable para medir la especialización tecnológica?

Gran parte de los esfuerzos para evaluar la innovación o las capacidades tecnológicas de los países se han concentrado en las actividades de I+D. Lo anterior supone que la investigación básica y la investigación aplicada son actividades esenciales previas para generar nuevas ideas las cuales mediante el sistema de patentes se les reconoce como novedad²³, y su potencial escalamiento industrial y difusión. Es así como el proceso de innovación incluye desde la etapa de I+D, pasando por la invención hasta su explotación industrial y difusión.

Existen dos formas básicas y complementarias de medir las innovaciones, a través de sus insumos o de sus productos. Por el lado de los insumos, la medición considera las actividades de investigación aplicada y desarrollo tecnológico mediante los gastos o inversiones en I+D de las empresas, institutos u otros agentes. Por el otro, la medición a través de sus productos, incluye nuevos productos, nuevos diseños, nuevos procesos, nuevas formas organizacionales, que pueden ser objeto de protección intelectual y escalados industrialmente para desarrollar nuevos mercados.

No obstante, más recientemente, se ha llegado a un consenso amplio de considerar la innovación como un proceso en el que contribuyen significativamente las actividades de I+D, pero no de forma exclusiva²⁴. En otras palabras, las actividades I+D son un subconjunto de las

²² Es un contrato legal que concede al propietario derecho exclusivo a hacer uso de una invención dentro de un área geográfica limitada por un período de tiempo limitado. A cambio, el inventor divulga la información detallada de la invención. Además, cada patente debe cumplir ciertos requisitos, para mayor información revisar: http://www.wipo.int/patentscope/es/patents_faq.html#patent.

²³ A menudo se confunde la innovación con la invención. Sin embargo, la invención forma parte del proceso conocido como innovación. Este es resultado de los esfuerzos que se realizan en la investigación y desarrollo; la novedad puede ser radical o incremental. Una invención puede ser patentada. Luego nace la posibilidad de la innovación, como una aplicación localizada a escala industrial de una invención. (Rodríguez Herrera y Alvarado, 2008).

²⁴ Revisar por ejemplo a Balmaseda, E. M. V., Elgezabal, I. Z., & Clemente, G. I. (2007). Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación. En *Decisiones basadas en el conocimiento y en el papel social de la empresa: XX Congreso anual de AEDEM* (p. 28). Asociación Española de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM).

actividades necesarias para la innovación, de esa manera, se puede considerar a la información de I+D como un indicador complementario.

Al mismo tiempo que hubo un fuerte avance en el uso de la información de las patentes llegando a consolidarse como indicador de la innovación y del desarrollo tecnológico. En la siguiente tabla mostramos una lista de estudios en los que utilizaron los datos de patentes para el análisis de diferentes fenómenos.

Tabla 6. *Estudios que usaron datos de patentes*

Autor	Año	Fenómeno analizado
Schmookler	1972	
Basberg	1987	Cambio tecnológico
Griliches	1990	
Anselin, Varga y Acs	2000	Derramas de conocimiento
Eaton y Kortum	1999	Difusión tecnológica
Keller	2004	
Lathan et al.	2012	Movilidad de inventores
Gay et al.	2005	Valor de las invenciones

Fuente: Elaboración propia con base en varios autores

Además, los datos de patentes también son útiles cuando se requiere un análisis de la innovación y las actividades tecnológicas a nivel de industrias. Como lo realizaron Soete y Wyatt (1983), pioneros en emplear las patentes con el fin de identificar los factores tecnológicos determinantes de la competitividad internacional.

En relación a lo anterior, existen muchos estudios orientados a analizar los perfiles tecnológicos y la especialización tecnológica de los países. Por mencionar algunos: Archibugi y Pianta (1992), Globerman (1997), Malerba et al. (2001), Mancusi (2001), Malerba y Montobbio (2003), Archibugi y Coco (2005).

La razón principal del uso de las patentes en el análisis de la especialización tecnológica es que son la única evidencia disponible de la actividad tecnológica, que ofrece información detallada para un gran número de países, para los diferentes sectores tecnológicos y en series de tiempo largo (Mancusi, 2003).

Ahora, ¿cuáles son las limitaciones del uso de la información de las patentes? No obstante lo mencionado la utilización de los datos de las patentes como un indicador de las actividades tecnológicas poseen algunas limitaciones que deben tenerse en cuenta.

Conforme a la ilustración de la correspondencia de las patentes, las invenciones y las innovaciones que presenta Basberg (1987), se señala que, en general, dentro en una empresa, industria o país, sólo algunos de los inventos están patentados. Incluso sólo algunas de las innovaciones están patentadas. Además, que los datos de patentes no sólo contienen algunas innovaciones, sino también contendrán invenciones sin ningún valor comercial.

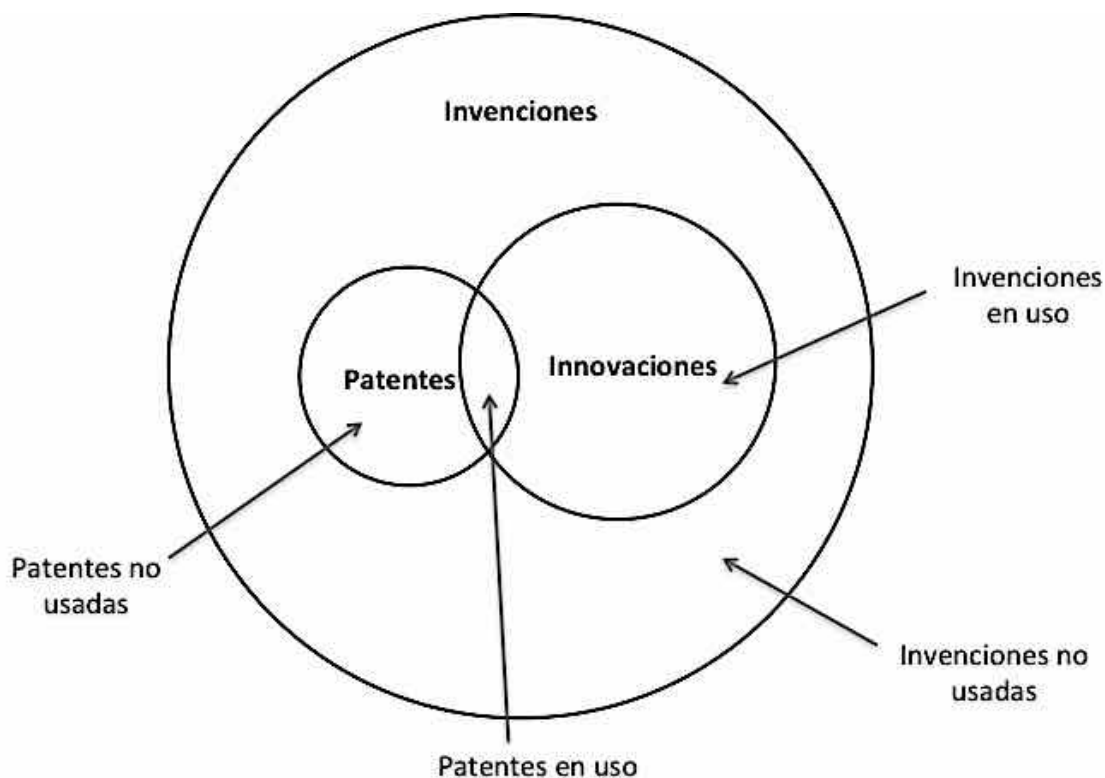


Ilustración 6. Relación entre patentes, la invenciones e innovaciones.
Fuente: Tomado de Basberg (1987, pp. 133)

En consecuencia, en los análisis cuantitativos de las patentes, siempre debe tenerse presente que las patentes no siempre tienen el mismo valor tecnológico o económico. Ya que existen muchas patentes que no llegan a utilizarse comercialmente y otras que sólo son parte de una estrategia de competencia que buscan bloquear las actividades de los competidores, aunque tal situación podría variar según los sectores tecnológicos o el tiempo.

También hay que tener en cuenta que pese a la existencia de acuerdos internacionales en el otorgamiento de derechos de propiedad intelectual, cada país mantiene sus requisitos para la

concesión de patentes. Esta situación podrían afectar los resultados del análisis cuando se realicen comparaciones utilizando diversas fuentes de datos nacionales.

Adicionalmente, en el tratamiento de los datos de patentes es imperioso distinguir si la información es sobre las solicitudes de patentes o sobre las patentes concedidas, ya que estas últimas suelen ser un subconjunto de las primeras. Sin embargo, el análisis de las patentes puede realizarse bien a través de las solicitudes como con las patentes concedidas dependiendo del objetivo de análisis, aunque también dependerá de las fuentes de datos. Por ejemplo, en la oficina de patentes de Estados Unidos solamente se publican las patentes concedidas, mientras que en el caso de las patentes europeas se publican tanto la solicitud y como la concesión de cada patente.

Por último, resaltamos que para la recopilación de una gran parte de la información de las patentes, tales como el tipo solicitante o propietario de la patentes, los inventores o al sector tecnológico en el que se suscribe cada patente, es necesario examinar individualmente cada registro lo cual requiere de un gran esfuerzo.

No obstante, las limitaciones que presentan los datos de patentes, aún nos ofrecen información sobre la intensidad de la actividad inventiva y sobre sus áreas tecnológicas de orientación. Además, útiles para análisis cuantitativos y de tendencias ya que ofrecen grandes cantidades de registros por largos periodos (Mancusi, 2003).

En suma, las patentes son un indicador valioso para el análisis de las competencias tecnológicas de los países, industrias o empresas, principalmente porque son evidencia directa de la actividad tecnológica, nos ofrecen información detallada para un gran número de países y para largos periodos. Además, son susceptibles a clasificarse de acuerdo a su uso en diferentes sectores y clases tecnológicos.

En el siguiente apartado se muestra algunos lineamientos por los cuales se distribuyen las patentes en los sectores tecnológicas en las diferentes oficinas de patentes.

1.5.2. Clasificación de patentes

Los criterios empleados para clasificar las patentes de acuerdo a los sectores tecnológicos son heterogéneos respecto a los criterios que clasifican las actividades económicas. Generalmente, las oficinas nacionales de patentes agrupan y clasifican las solicitudes de acuerdo a la Clasificación Internacional de Patentes (CIP).

La CIP fue concebida para permitir una clasificación uniforme de los documentos de patentes a nivel internacional. Esta distribución prevé un sistema jerárquico de símbolos independientes del idioma para clasificar las patentes a razón de los distintos sectores tecnológicos a los que pertenecen.

La clasificación está conformada por 8 secciones, 120 clases, más de 600 subclases y más de 70.000 grupos y subgrupos, cada uno de los cuales se compone de un símbolo compuesto por números arábigos y letras del alfabeto latino.

Las 8 secciones son las siguientes:

- A. Necesidades corrientes de la vida
- B. Técnicas industriales diversas; transportes
- C. Química; metalurgia
- D. Textiles; papel
- E. Construcciones fijas
- F. Mecánica; iluminación; calefacción; armamento; voladura
- G. Física
- H. Electricidad

En seguida mostraremos un ejemplo de clasificación de una patente de acuerdo con la CIP. Se muestra la clasificación de una patente que pertenece al subgrupo A63H 3/40.

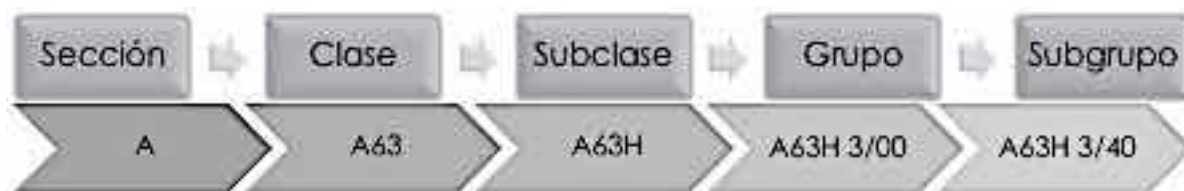


Ilustración 7. Clasificación Internacional de Patentes

Fuente: Elaboración propia con base en la WIPO

La gran ventaja de la CIP es que es utilizada por la mayoría de las oficinas de patentes de todo el mundo, además, incluye todas las tecnologías aplicadas por la industria a nivel mundial.

Aunque, también tiene desventajas, esta clasificación no cubre los documentos de patentes publicados antes de 1968 y algunas áreas técnicas muestran menor detalle que otras²⁵.

Otro criterio para ordenar las patentes fue diseñado por la Oficina Europea de Patentes y se refiere a la Clasificación Europea de Patentes (ECLA). Esta clasificación se basa en la CIP y después es seguida de un subgrupo propio de la ECLA. Igualmente, la ECLA incluye las 8 secciones de la CIP (A - H) y añade una novena sección, que se refiere a la Nanotecnología.

Entonces, los códigos quedarían de la siguiente manera: A23B4/005 F4 ó B65D81/00 B1B. De esa forma la ECLA tiene aproximadamente el doble de códigos de la IPC.

Las clasificaciones hechas a través de la ECLA pueden ser más específicas y una búsqueda a partir de códigos puede ser más precisa que con la CIP. Sin embargo, su principal limitante es que no todos los documentos de patentes cuenta con esta clasificación²⁶.

Existe también otra clasificación diseñada y utilizada exclusivamente por la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos. Ésta tiene un codificación totalmente diferente a la IPC y se expresa según clases y sub clases, por ejemplo: clase/subclase: 482/1. Aunque la clasificación contiene aproximadamente 450 clases y 150.000 subclases esta desarrollada en concordancia a la IPC.

A partir de la clasificación de la USPTO, Hall, Jaffe y Trajtenberg (2001) desarrollaron una propuesta en la que integran más de 400 clases en 36 subcategorías²⁷, las que a su vez conformar 6 categorías más generales siendo: i) computadoras y comunicaciones, ii) eléctricos y electrónicos, iii) mecánica, iv) medicamentos y medicina, v) otros y vi) química (ver tabla 7).

Tabla 7. Clasificación de patentes en categorías y subcategorías tecnológicas

Categoría Tecnológica	Subcategoría Tecnológica
Computadoras y comunicaciones	1. Almacenamiento de información
	2. Comunicaciones
	3. Ordenadores, hardware y software
	4. Periféricos de ordenador
Eléctricos y electrónicos	5. Aparatos eléctricos
	6. Dispositivos semiconductores
	7. Iluminación eléctrica

²⁵ Para mayor información visitar: <http://www.wipo.int/classifications/ipc/es/preface.html>.

²⁶ Para mayor información visitar:

http://lp.espacenet.com/help?topic=ecla&method=handleHelpTopic&locale=es_lp.

²⁷ Los autores excluyeron un pequeño subgrupo de patentes que corresponden a las patentes de diseño, reedición, y de plantas.

	8. Medición y testeo
	9. Misceláneas de eléctricos y electrónicos
	10. Nucleares y rayos X
	11. Sistemas de poder
	12. Misceláneas de mecánica
	13. Motores y piezas
Mecánica	14. Óptica
	15. Procesamiento y manejo de materiales
	16. Trabajos del metal
	17. Transporte
	18. Biotecnología
Medicamentos y medicina	19. Cirugía e instrumentos médicos
	20. Medicamentos
	21. Misceláneas de medicamentos y medicina
	22. Agricultura, ganadería y alimentación
	23. Calefacción
	24. Dispositivos de atracciones
	25. Industria textil y del vestido
Otros	26. Misceláneas de otros
	27. Muebles y accesorios de casa
	28. Recipientes
	29. Trabajos de tierra y pozos
	30. Tubos y articulaciones
	31. Agricultura, alimentos, textiles
	32. Compuestos orgánicos
Química	33. Gas
	34. Misceláneas de química
	35. Resinas
	36. Revestimiento

Fuente: Tomado de Hall et al. (2001, p. 41)

1.6. Evidencia empírica

Existen pocos estudios sobre el análisis de la especialización tecnológica, abordada en un análisis de patentes, y los factores que pueden explicarla. Los estudios empíricos sobre la especialización tecnológica se pueden clasificar en tres grupos:

Un grupo de estos estudios se ha concentrado en el análisis de la especialización tecnológica en países avanzados, dejando de lado algunas particularidades a las que se debe prestar atención en el caso de los países en desarrollo. Tal es el caso de Archibugi y Pianta (1991,

1992), Malerba, Orsenigo y Peretto (1997), y Malerba et al., (2001), y Mancusi (2001) que analizan los casos de grupos de países industrializados, incluyendo a países europeos, Estados Unidos y Japón. También los casos de Giannitsis y Kager (2009) que incluye sólo países europeos y Pianta y Meliciani (1996) que estudia la especialización tecnológica de países miembros de la OCDE.

Un segundo grupo se alinea en el estudio de la especialización tecnológica de conjuntos más heterogéneos, en los que incluyen países emergentes. Por ejemplo, Picci y Savorelli (2012, 2013) y Breschi & Tarasconi (2013), estos trabajos abarcan en su análisis grupos de países muy amplios en comparación con el resto, 34 y 42 países respectivamente, sin embargo al ser grupos grandes en los que los países emergentes representan un pequeño subconjunto no atienden las cuestiones particulares que distinguen a estos países. Por otro lado, Wong y Singh (2005) se concentran en un pequeño grupo de países de Asia Oriental de reciente industrialización en comparación con los pequeños países europeos avanzados y el gran G7.

Un tercer grupo se dispone al estudio de la especialización tecnológica exclusivamente de países emergentes, tal es el caso de Ruiz (2013a) donde compara la situación de 3 países de Latinoamérica y 6 países de Asia, y otros estudios que se concentran en el análisis específicos de países latinoamericanos como Ruiz (2005) y Morales y Sifontes (2012).

Con el fin de comparar mejor los resultados de este trabajo con trabajos anteriores y, al mismo tiempo, identificar algunas lagunas en las cuales podremos ubicar nuestras contribuciones, proponemos dos criterios para la revisión de los aportes de los trabajos mencionados.

En primer lugar, nos ocuparemos de identificar las herramientas metodológicas y fuentes de datos empleados por estos trabajos en la medición de la especialización tecnológica, así como las dimensiones relacionadas con este concepto que se han considerado (véase tabla 8).

El segundo criterio consistirá en exponer las contribuciones comparativamente a partir de cómo estos estudios vincularon la especialización tecnológica con otros conceptos que pueden ser factores importantes para la configuración de la misma o un resultado de su naturaleza (véase tabla 9).

Un indicador muy difundido en los trabajos que miden la especialización tecnológica de los países a partir de las patentes registradas a nivel sectorial es el índice de ventaja tecnológica revelada. Este indicador ha sido usado en la mayoría de estudios mencionados, tanto en los que analizan los casos de los países avanzados como en los que incluye a países emergentes.

La principal ventaja de este indicador radica en que ofrece un índice por clase tecnológica para cada país para un determinado periodo de tiempo. De manera que logra captar la importancia las clases tecnológicas sobre la participación del país y, al mismo tiempo, la importancia de cada clase tecnológica en la producción universal de patentes.

Al respecto del uso del índice de VTR cabe destacar el trabajo de Archibugi y Pianta (1991, 1992), en el que se realizó un análisis bastante amplio y comparativo de la medición de la especialización tecnológica sectorial a partir de diferentes fuentes de datos, específicamente comparando los índices calculados a partir de las patentes y citas de patentes registradas por un determinado grupo de países desarrollados en las principales oficinas de patentes del mundo. Los resultados de este análisis mostraron una considerable correlación entre los índices por lo que se puede asumir que para este grupo de países podría emplearse alguna fuente de datos de patentes indistintamente o en todo caso recurrir a otro criterio para la elección de una fuente de datos.

Otro trabajo importante en que se empleó información de varias oficinas de patentes es el realizado por Breschi & Tarasconi (2013). En este estudio además de considerar las patentes de las principales oficinas a nivel internacional, utilizaron las patentes triádicas. El grupo de países analizados es mucho más grande que en el trabajo anterior lo cual pudo haber verificado o refutado los resultados correlacionados de los índices en la diferentes oficinas de patentes, sin embargo, al utilizar criterios de clasificación de patentes diferentes se limita la misma comparación.

Por lo anterior señalamos una carencia en el estudio de los casos de países emergentes en el sentido de que no se ha verificado la existencia de semejanzas o diferencias de su especialización tecnológica a nivel sectorial en las diferentes oficinas de patentes en el contexto mundial.

Otro indicador empleado es una modificación del índice de VTR (Mancusi, 2001). La bondad de este indicador es que rescatada la amplitud de clases tecnológicas en las que participa un determinado país, lo que puede ser de especial importancia cuando se analiza un grupo de países con niveles tecnológicos muy heterogéneos. Sin embargo, en este trabajo sólo incluyeron países con niveles altos de industrialización.

Igualmente, Giannitsis y Kager (2009) emplearon una variación del índice de VTR, donde en lugar de calcularlo a partir del número de patentes por sectores tecnológicos lo hicieron a partir una clasificación de las patentes de acuerdo a su intensidad tecnológica, distinguiendo

solamente 5 grupos. No obstante, el trabajo incluye a 15 países, un análisis de la especialización tecnológica en un grupo limitado de sectores tecnológicos limita también la riqueza de sus resultados.

A partir de la medición de la especialización tecnológica a nivel de sectores se puede calcular una aproximación de los patrones de dicha especialización, en ese sentido, los estudiosos han empleado distintos indicadores. Un indicador muy utilizado son los valores chi cuadrado, este indicador puede dar cuenta de la concentración o diversificación las ventajas tecnológicas relativas con las que cuentan los países en relación a la estructura mundial.

Este indicador fue empleado en diversos estudios aunque para medir diferentes variables, por ejemplo en Archibugi y Pianta (1991, 1992) los valores X^2 representan los patrones de especialización tecnológica, en el caso de Wong y Singh (2005), Ruiz (2005, 2013), permitió medir el grado de convergencia o divergencia tecnológica. La razón por la que este índice puede medir estos fenómenos es porque permite verificar si la medida de la distribución de las capacidades tecnológicas de un determinado país es parecida o difiere al resto del grupo de países con los cuales se le compara.

También en Pianta y Meliciani (1996) se emplearon los valores Chi cuadrado para medir el grado de especialización tecnológica. Sin embargo, el cálculo de estos valores fue con base a una distribución de las patentes por sectores, es decir, porcentajes de participación por cada clase tecnológica.

Igualmente, a partir de los índices de VTR se puede calcular el coeficiente de Gini. Este indicador puede medir la uniformidad en la que se distribuyen las capacidades tecnológicas de un determinado país. Este índice fue utilizado en Mancusi (2001) a partir de una base de datos muy amplia, fueron índices de VTR en 118 clases tecnológicas para de 10 países.

Por otro lado, existen otros indicadores que pueden medir la concentración o diversificación las actividades tecnológicas de manera absoluta y relativa, aunque estos no requieren un cálculo previo de los índices de VTR. Es el caso de los índices de Hirschmann (Ruiz, 2013), Krugman (Picci y Savorelli; 2012, 2013) y Herfindahl (Wong & Singh, 2005).

Tabla 8. *Medición de la especialización tecnológica en diferentes estudios*

Tipo	Indicadores	Autores	Fuente de Datos
Países Avanzados	ET sectorial: VTR	Malerba et al. (1997)	6 países: Estados Unidos, Japón, Reino Unido, Alemania, Francia e Italia. Patentes de 33 clases tecnológicas, USPTO 1969-1986
	ET sectorial: VTR (Nivel tecnológico)	Malerba et al. (2001)	6 países: Estados Unidos, Japón, Reino Unido, Alemania, Francia e Italia. Patentes de 135 clases tecnológicas, USPTO 1989-1990, 1991-1992 y 1993 -1994.
	ET sectorial: VTR. Patrones de ET: Valores Chi Cuadrado (VTR)	Giannitsis y Kager (2009)	12 Países de la Unión Europea. Patentes por nivel tecnológico, EPO 2006
	Grado de ET: Valores Chi Cuadrado (%)	Archibugi y Pianta (1991, 1992)	15 países (EEUU, Canadá, Japón y países europeos). Patentes y citas de patentes de 32 clases tecnológicas, USPTO y EPO 1975-81 y 1982-88.
	ET sectorial: VTR y TVTR. Grado de ET: Coeficiente de Gini	Pianta y Meliciani (1996)	Países de la OCDE. Patentes de 42 clases tecnológicas, USPTO 1975-1990
	ET sectorial: VTR.	Mancusi (2001)	10 países (EEUU, Japón y países europeos). Solicitudes de patentes de 118 clases tecnológicas, EPO 1982-1996.
Incluye países emergentes	ET sectorial: VTR.	Ruiz (2005)	Argentina, Brasil, Chile y México. Patentes 21 clases tecnológicas, EPO 1978-2002.
	ET nacional: Índice de Hirschmann.	Morales y Sifontes (2012)	11 países de América Latina. Patentes de 8 clases tecnológicas, USPTO 1976-1987, 1988-1999 y 2000-2011.
	ET sectorial: VTR ET nacional: Índice de Herfindahl, Chi cuadrado, coeficiente de Gini.	Ruiz (2013)	3 países de Latino América y 6 de Asia. Patentes de 29 clases tecnológicas, EPO 1985-1995 y 1999-2008.
	ET sectorial: VTR ET nacional: Índice de especialización Krugman y coeficiente de variación.	Wong y Singh (2005)	4 países: Taiwán, Corea, Hong Kong y Singapur, países europeos y G7. Patentes de 21 clases tecnológicas de USPTO 1978-2001 en cuatro periodos.
	ET sectorial: VTR. Grado de diversificación: Coeficiente de variación.	Picci y Savorelli (2012, 2013)	34 países de la OCDE y Brasil, China, India, Indonesia y Sudáfrica. Patentes de 5 clases tecnológicas, 50 oficinas de patentes 1990-2006
		Breschi y Tarasconi (2013)	42 países. Patentes de 35 clases tecnológicas EPO, USPTO y OMPI 2000-2012

Nota. ET: Especialización tecnológica. Fuente: Elaboración propia con base en varios autores

Antes de terminar esta primera parte es necesario mencionar el trabajo de Khramova, Meissner y Sagieva (2013). Los autores presentan una visión sistemática de las metodologías más adecuadas para determinar la especialización tecnológica de los países, el análisis incluye una discusión de bases de datos e índices apropiados. Entre los diferentes indicadores que analizan se incluyen el índice de VTR, la cuota de patentes y el índice de concentración de Gini.

Entre las principales recomendaciones planteadas en este estudio encontramos, en primer lugar, el especial cuidado que se debe tener cuando se compraran datos de diferentes oficinas de patentes, especialmente, la USPTO con otras bases de datos debido a las diferencias en las definiciones legales y, por tanto, las diferencias en la interpretación de los datos.

La segunda recomendación hace referencia a la necesidad de ciertas previsiones de acuerdo al tamaño de la muestra con la que se cuenta para medir la especialización tecnológica. Dado que el análisis permite el estudio comparativo de un número grande de países y datos de patentes. Dicho análisis puede proporcionar una fuente integral de información para el estudio de países avanzados. Sin embargo, cuando los números de patentes son reducidos, especialmente en los casos de los países menos avanzados, se requiere la utilización de una mayor variedad de índices, ya que el uso de un solo índice puede dar lugar a resultados distorsionados.

Respecto a la determinación de los periodos de análisis en la medición de la especialización tecnológica, la tercera recomendación señala que para el estudio de la dinámica del desarrollo de patentes se pueden analizar varios periodos de tres a cinco años. De esta manera los datos serían más confiables y, al mismo tiempo, se podría suavizar o, en cierta medida, eliminar las fluctuaciones aleatorias en la dinámica de patentes.

Por último, los autores señalan que el análisis de patentes extranjeras de un país es el instrumento más apropiado para el estudio de su potencial tecnológico. Lo anterior asumiendo que las patentes extranjeras reflejan las tecnologías más competitivas de un país a nivel internacional, por lo que las patentes extranjeras son las más adecuadas para una comparación internacional. En consecuencia, también se debe tener en cuenta el rezago que pueden presentar los resultados cuando en el grupo de países analizado se encuentra el país originario de la oficina de patentes elegida como fuente de datos.

A continuación se presentarán las principales contribuciones de los estudios, destacando los resultados de la vinculación de la especialización tecnológica con otros conceptos importantes.

Archibugi y Pianta (1991, 1992) compararon las regularidades en los patrones de especialización entre los países en relación con el tamaño de sus actividades tecnológicas. Encontraron una relación inversa clara entre el tamaño tecnológico de los países, calculado a partir del gasto en I+D acumulado, y el grado de especialización tecnológica. En consecuencia, infieren que sólo los países grandes pueden permitirse difundir los conocimientos y técnicas a través de la mayoría de los campos tecnológicos, mientras que los pequeños y medianos países se ven obligados, en cierta medida, a especializarse en nichos más estrechos.

Además, mostraron la existencia de considerables diferencias entre los perfiles de especialización tecnológica de patentes en el interior y en los mercados externos. Dado que las invenciones que se protegen en el mercado interior a través de las patentes no son en campos donde se destacan a nivel internacional, lo que lleva a un perfil de especialización local más suave (Archibugi y Pianta, 1992).

Este último resultado contradice los resultados obtenidos por Picci y Savorelli (2012, 2013) en el análisis de la internacionalización de actividades inventivas. Los autores encontraron que los perfiles tecnológicos de los países dentro de las actividades inventivas internacionales están correlacionados con los que predominan en el ámbito nacional. Además tienden a amplificarlos, es decir, que si un país está relativamente especializado en determinada clase tecnológica a nivel nacional suele ser más especializado en dicha clase en sus patentes internacionales.

Podemos inferir algunas razones por las que estos resultados son contrastantes, primeramente, los periodos de análisis no son los mismos por lo que pueden haber algunas fluctuaciones en el tiempo que generan dichas diferencias. Otra cuestión a tener en cuenta es que analizan grupos de países diferentes, aunque el primer estudio comprende a un subconjunto del agregado de países que se analizan en el segundo estudio. Por último, las diferencias se pueden deber a que en estos estudios emplean diferentes indicadores para medir la especialización tecnológica sectorial.

Otro grupo de estudios se concentró en analizar la persistencia de la especialización tecnológica, tal es el caso de Malerba et al. (1997), Mancusi (2001) y Ruiz (2013b). En el primer estudio los autores encontraron evidencia de la persistencia en la intensidad de las actividades innovadoras a nivel empresarial en un grupo de países europeos junto a Estados Unidos y Japón.

Mientras Mancusi (2001) no encontró suficiente evidencia de una fuerte tendencia a la persistencia en la especialización tecnológica aunque examinó un grupo similar, pero de manera general y no sólo a nivel empresarial como en el caso anterior. Sin embargo, en este estudio la persistencia en la especialización tecnológica tiene una relación positiva con el tamaño de la economía.

Por su parte Ruíz (2013b) evidenció que la persistencia se asocia en mayor grado a los casos de desespecialización tecnológica que a los casos de especialización, esto para el caso de un grupo de países latinoamericanos y asiáticos.

Un distinto grupo de estudios se concentró en analizar la convergencia a partir de la especialización tecnológica de los países. En un análisis para países latinoamericanos y asiáticos, Ruíz (2013a) señaló que no existe un único patrón de convergencia. Por ejemplo, el grupo de países latinoamericanos responde a un patrón de especialización sobre tecnologías vinculadas a recursos naturales, mientras que los países asiáticos explotan el paradigma electrónico.

De manera similar, Wong y Singh (2005) examinaron 3 conjuntos de países, donde se evidenció convergencia tecnológica entre dos grupos, países de Asia Oriental y de Europa, mientras que el tercer grupo, integrado por los G7, mostraba patrones de especialización diferentes a los demás.

Por su parte, Pianta y Meliciani (1996) investigan la especialización sectorial en las actividades tecnológicas de los países de la OCDE un contexto de convergencia e integración internacional. Los autores exponen que la especialización tecnológica ha sido un elemento importante en el proceso de puesta al día de las últimas décadas, lo que ha llevado a una creciente convergencia económica entre los países de la OCDE.

Adicionalmente, los autores relacionan la especialización tecnológica con el desempeño en las actividades de innovación y el desempeño económico de los países. Encontrando de esa manera la existencia de una relación positiva entre mayores grados de especialización en la tecnología y tasas mayores de crecimiento (Pianta & Meliciani, 1996).

Existen otros estudios que analizaron la importancia de las empresas transnacionales en la orientación de la especialización tecnológica de los países receptores. Tal es el caso de Globerman (1997) donde analiza un grupo de países desarrollados y señala que las empresas extranjeras ejercen algún tipo de efecto en los patrones de especialización tecnológica nacional, específicamente, se refiere a la competencia inducida por éstas que a su vez llevaría a un aumento

de la especialización, sin embargo, no siempre se orientará hacia las áreas técnicas que representan ventajas tecnológicas reveladas para ciertos países.

Por su parte, Ruiz (2005) identifica el papel de este tipo de empresas en la determinación de las tendencias de especialización tecnológica en Argentina, Brasil, Chile y México. Entre sus hallazgos se encuentra que las empresas transnacionales explotan las ventajas del país de origen lo que contribuye a la diversificación de las capacidades tecnológicas locales.

También, la especialización tecnológica fue estudiada desde una perspectiva de heterogeneidad en las actividades de innovación a nivel de empresas como fue el caso de Malerba et al. (1997). Los resultados de tal estudio muestran que las asimetrías en las actividades tecnológicas de las empresas afectan los patrones de las actividades innovadoras entre países y sectores. Asimismo, los autores señalan que la especialización tecnológica está asociada a un núcleo de innovadores constantes.

Un trabajo importante es el realizado por Malerba et al. (2001), los autores estudiaron de manera desagregada la naturaleza y la dinámica de la especialización tecnológica internacional de los países. En ese sentido, consideraron la importancia de los procesos de acumulación de conocimiento, integrados en las actividades de investigación, en el desarrollo de los vínculos nacionales de conocimientos tecnológicos entre las clases, en las actividades de innovación de las universidades y los institutos públicos de investigación, y en las actividades de cooperación tecnológica entre empresas innovadoras. Así, midieron la relación entre éstas variables y los patrones de especialización tecnológica, evaluando las diferencias entre los sectores y factores pertinentes que afectan a la especialización nacional.

Encontraron que la especialización tecnológica en una clase tecnológica específica se asocia con la calidad y la dirección de los flujos de conocimiento a través de las tecnologías dentro del país. En otras palabras, la especialización tecnológica en una tecnología específica se ve afectada positivamente por los fuertes vínculos de conocimiento local con las tecnologías en las que el país está especializado. También, la especialización en I+D, como trayectoria de investigación y capital de conocimiento acumulado, influye significativamente en la especialización tecnológica.

De igual forma, muestran que en ciertas clases tecnológicas, como productos químicos y electrónica, la calidad de la producción científica de las instituciones públicas y las universidades es un factor importante en la orientación y la mejora de la especialización tecnológica. Los

resultados indican que la acumulación de conocimiento es un factor clave que afecta a la especialización, es decir, se asocia con la presencia de un núcleo de innovadores persistentes y una franja de participantes que aportan nuevas ideas, nuevos productos y nuevos procesos en el sector al que pertenecen.

Tabla 9. *Estudios sobre especialización tecnológica en relación a otros conceptos*

Tipo	Concepto	Autores	Aportes
Países Avanzados	Tamaño de actividades tecnológicas	Archibugi y Pianta (1991, 1992)	Relación inversa entre: el tamaño tecnológico de los países y su grado de especialización tecnológica.
	Persistencia Tamaño de la economía	Mancusi (2001)	No hay evidencia clara de una fuerte tendencia a la persistencia en la especialización tecnológica. Relación inversa entre: el tamaño económico de los países y su grado de especialización tecnológica. Relación positiva entre el tamaño económico de los países y la persistencia en especialización tecnológica.
	Persistencia Heterogeneidad de empresas	Malerba et al. (1997)	Existe persistencia en la intensidad de actividades innovadoras. Relación positiva entre: la especialización tecnológica y la existencia de un núcleo de innovadores.
	Empresas Transnacionales	Globerman (1997)	La presencia de las ETN favorece la especialización tecnológica nacional.
	Acumulación de conocimiento Oportunidades de beneficio Estructura de las actividades innovadoras	Malerba et al. (2001)	Relación positiva entre: la especialización tecnológica y la existencia de un núcleo de innovadores, flujos de conocimiento y especialización en I+D.
Incluye países emergentes	Desempeño económico y de innovación Convergencia internacional	Pianta y Meliciani (1996)	Relación positiva entre: el grado de especialización tecnológica y el crecimiento económico. La especialización tecnológica favoreció la convergencia internacional
	Convergencia tecnológica Persistencia	Ruiz (2013)	No existe un único patrón de convergencia. Países latinoamericanos se especializan en tecnologías vinculadas a recursos naturales, países asiáticos explotan el paradigma electrónico. La persistencia se relaciona con la desespecialización.
	Convergencia tecnológica Empresas transnacionales	Ruiz (2005)	Los países especializados en campos menos dinámicos y omnipresentes. Las ETN contribuyen a la diversificación tecnológica local.

Concentración tecnológica Divergencia	Wong y Singh 2005	La concentración tecnológica de los NIE de Asia Oriental ha aumentado, reduciendo sus diferencias con los otros grupos. Así, disminuyeron su especialización tecnológica experimentando convergencia con los países del G7 y divergencia con países europeos.
Internacionalización de actividades inventivas	Picci y Savorelli (2012, 2013)	Los perfiles de especialización tienden a reflejarse en las actividades inventivas internacionales.

Fuente: Elaboración propia con base en varios autores

En suma, cabe señalar que los estudios anteriores en conjunto ofrecen evidencia empírica muy rica para entender la dinámica de la especialización tecnológica. Sin embargo, conforme a la revisión presentada y teniendo en cuenta las recomendaciones extraídas del trabajo de Khranova et al. (2013), podemos señalar algunas limitaciones que presentan dichos trabajos:

- i. En el estudio de los casos de países emergentes no se ha verificado la existencia de semejanzas o diferencias de su especialización tecnológica a nivel sectorial utilizando como fuentes de datos las diferentes oficinas de patentes.
- ii. La mayoría de trabajos presenta la medición de la especialización tecnológica mediante un solo indicador, aunque esto puede no ser una deficiencia en aquellos estudios que sólo incluyen a países tecnológicamente avanzados, si lo es cuando se analizan países menos desarrollados porque en general cuentan con un menor número de patentes. El único estudio que realizó la medición mediante varios indicadores fue el de Wong y Singh (2005)
- iii. Los estudios presentan diversidad respecto a la duración de los periodos de análisis. Por un lado algunos toman periodos muy cortos, de 1 o 2 años (por ejemplo, Morales y Sifontes, 2012 y Malerba, et al., 2001), mientras otros toman periodos muy largos, de más de 10 años (por ejemplo, Malerba et al, 1997; Mancusi, 2001; y Picci & Savorelli, 2012, 2013). Lo que no suaviza las fluctuaciones aleatorias que presentan las patentes ni permite captar su dinámica.
- iv. Una buena parte los estudios emplea la base de datos de la USPTO para el análisis de la especialización tecnológica, y en algunos de estos estudios incluyen a Estados Unidos lo cual puede distorsionar los resultados dado que la oficina de patentes pertenece a dicho país.

- v. La mayoría de los estudios vincula la especialización tecnológica con otros conceptos de manera independiente lo que limita la riqueza del análisis. Esto, principalmente, si se entiende que la formación de las capacidades tecnológicas de los países que dan lugar a la orientación de su especialización tecnológica tiene lugar en un contexto sistemático donde se involucran una diversidad de variables.
- vi. En general, en estos trabajos no se explota la amplia información que puede ofrecer una bases de datos de patentes. Sólo en Malerba et al. (1997) y Ruiz (2005) se usaron los microdatos de patentes para identificar a los titulares de las patentes. En Malerba et al. (2001), además, utilizaron las citas de patentes para medir la calidad de las patentes y el flujo de conocimiento.

Por último, respecto a lo señalado anteriormente, esta investigación rescata la metodología empleada en estos estudios y al mismo tiempo se busca llenar los vacíos que se han podido identificar.

De esa manera ofrecemos el estudio de la naturaleza de la especialización tecnológica de Brasil, México, China e India a partir de la patentes registradas en la USPTO para 35 clases tecnológicas, durante el periodo 1996-2015, dividido en periodos de 5 años. La medición de la especialización tecnológica se realiza a través de diferentes indicadores a fin de evitar distorsiones en la medición. Finalmente, se emplean diferentes variables, incluidos los microdatos de patentes, para identificar los factores que determinan la especialización de estos países mediante dos modelos econométricos.

1.7. Consideraciones finales

Este capítulo se desarrolla con el propósito de delimitar el marco teórico, conceptual y empírico en el que se estudian las capacidades y la especialización tecnológicas de cuatro países emergentes.

En primer lugar se reconoce que el estudio de la especialización tecnológica tiene sus antecedentes teóricos en los fundamentos de la especialización en los planos productivo y comercial. De donde podemos retomar al menos dos puntos de análisis.

Primero, las empresas o los países se especializan (productiva o comercialmente) en aquellas ramas en las que crean y mantienen habilidades y sus productos poseen atributos que los

ponen en un lugar especial en comparación con sus competidores. Segundo, el componente relativo de la especialización, por un lado requiere una contraparte de comparación y, por otro lado ningún país será capaz de especializarse en todos los sectores, sino contará con ventajas en algunos y desventajas en otros.

La revisión del concepto de la especialización tecnológica nos permitió construir un concepto propio de la investigación. En tal sentido, entendemos por especialización tecnológica de un determinado país como la distribución de sus innovaciones (patentes) en las diferentes tecnologías en relación a otros países (Archibugi & Pianta, 1991, 1992; Giannitsis & Kager, 2009; Malerba et al., 2001; Mancusi, 2001). Lo que permite identificar los sectores en los que cuenta con ventajas tecnológicas y los sectores en los que tiene desventajas tecnológicas (Giannitsis & Kager, 2009). Además, permite comparar los patrones y tendencias del conjunto de dichas ventajas en un contexto internacional (Pianta & Meliciani, 1996; Picci & Savorelli, 2012, 2013).

Asimismo, la especialización tecnológica entendida como una medida relativa se puede especificar en dos dimensiones, en primer lugar está la especialización tecnológica a nivel sectorial y, en segundo lugar, la especialización tecnológica a nivel nacional.

La especialización tecnológica a nivel sectorial surge de la comparación entre el peso relativo de las patentes en una determinada clase tecnológica dentro de un mismo país, respecto al peso relativo de la variable de referencia en dicha clase tecnológica en el universo compuesto por un grupo definido de países.

La especialización tecnológica a nivel nacional surge del análisis de la estructura conformada a partir de la especialización sectorial y la evolución de un determinado país en su conjunto comparada con cifras análogas de países terceros.

El marco teórico se define a través de tres enfoques complementarios. El primer enfoque, el evolucionista que se concentra en las propiedades dinámicas de los sistemas económicos y la endogeneidad de la innovación. El segundo es el enfoque de capacidades, se concentra en las habilidades para adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías con las que cuentan los agentes económicos. El tercero, es el enfoque el sistémico, el cual advierte la variedad de agentes vinculados con la generación de innovaciones y la importancia de las interacciones entre los mismos.

Bajo el enfoque evolucionista se reconoce a las empresas como los principales agentes impulsores del cambio tecnológico. Donde la innovación no es el resultado de un proceso aleatorio, sino el resultado de las respuestas de las empresas (a resultados adversos o inesperados) y su búsqueda intencional de nuevas tecnologías (Antonelli, 2017).

Retomando las contribuciones de Schumpeter, las respuestas de las empresas pueden ser de dos tipos, adaptativas o creativas. Una reacción adaptativa es aquella que concibe simples cambios técnicos, mientras que la respuesta creativa consiste en la introducción de innovaciones.

Lo que determina si una respuesta sea adaptativa o creativa es el soporte que el sistema puede ofrecer a los esfuerzos en actividades de innovación. Esencialmente, cuando se habla de sistema se refiere a la calidad del capital humano y al importantísimo rol del gobierno y las instituciones como promotores de los derrames de conocimiento tecnológico.

Adicionalmente, el análisis de las reacciones adaptativas y creativas no sólo se conciben a nivel de la empresa, es decir a nivel microeconómico, sino también a nivel de un sector o una industria y de una economía en su conjunto (Schumpeter, 1947).

En tal sentido, la especialización tecnológica de un país estará determinada en gran medida por la capacidad de dar una respuesta creativa (entendida como la introducción de innovaciones) por parte de sus empresas, tanto a nivel sectorial como nacional.

El enfoque de capacidades señala que las capacidades tecnológicas se ubican en las habilidades de un individuo o de un grupo de individuos para obtener, usar o crear conocimiento tecnológico. Además, destaca el componente acumulativo de las capacidades tecnológicas, el cual está conformado por una serie de procesos que van desde la adquisición, el uso, la asimilación y la mejora de tecnologías ya existentes hasta la creación de conocimiento tecnológico nuevo (Bell & Pavitt, 1992).

En el punto inicial las empresas pueden ser consideradas inmaduras, en términos tecnológicos, aunque al mismo tiempo poseedoras de una base de conocimientos la cual les permite aprender, acumular y adaptar conocimientos tecnológicos. De esa manera logran adquirir capacidades tecnológicas y progresivamente llegan al punto de estar preparadas para llevar a cabo actividades de innovación.

También a nivel empresarial, se distinguen tres tipos de capacidades tecnológicas (Lall, 1992): i) capacidades de inversión; ii) capacidades de producción, y iii) capacidades de vinculación.

El desarrollo de estas capacidades son el resultado de las inversiones realizadas por la empresa y de la interacción con otros agentes económicos, que pueden ser públicos, privados o extranjeros.

Además, existen factores que son específicos de cada empresa los cuales conducen a las diferencias a nivel micro en el desarrollo, y otros factores que pueden ser comunes a los países, tales como los regímenes políticos y estructuras institucionales (Lall, 1992).

A nivel nacional las capacidades tecnológicas son de: i) inversión física, ii) capital humano, y iii) esfuerzos tecnológicos. Sin embargo, las capacidades en si mismas sólo pueden determinar hasta que punto se puede llegar con la tecnología existente, mientras que los incentivos (por parte del Estado) guían el uso de las capacidades y, por consiguiente, pueden estimular su expansión, renovación o desaparición. Igualmente un marco institucional es necesario, dado que constituye el contexto en el cual se podrán construir las capacidades.

Bajo este enfoque se hacen importantes distinciones para el caso de los países emergentes. Generalmente se asume que los países en desarrollo no innovan, sino concentran sus esfuerzos en adquirir y asimilar tecnología existente (Lall, 2004).

Sin embargo, en la medida que fortalezcan sus capacidades tecnológicas podrán realizar mejoras incrementales hasta el momento de realizar actividades de innovación propiamente dichas.

Mientras tanto en menor o mayor medida todos los países en desarrollo se ven en la necesidad de importar tecnología. En tal sentido, además del esfuerzo tecnológico doméstico, es relevante la tecnología proveniente del extranjero para el desarrollo de las capacidades nacionales. Es el caso de la inversión extranjera directa, la cual es ampliamente considerada un medio eficiente para transferir los resultados de innovación más que para el proceso innovador en sí mismo.

En este contexto el papel de las políticas adquiere gran importancia, debido a que mediante incentivos y el marco institucional pueden favorecer la formación de capacidades tecnológicas (Lall, 1992).

La evidencia empírica nos muestra algunas estrategias diferenciadas que tomaron los países en desarrollo para favorecer sus capacidades nacionales apoyándose en la tecnología extranjera (mediante la IED) y la política industrial para orientar los efectos de la primera en el desarrollo tecnológico e industrial.

Tanto en el enfoque evolucionista como el enfoque de capacidades todavía nos ofrecen un contexto limitado para el análisis de la especialización tecnológica. Por tal razón recurrimos al enfoque sistémico, específicamente a los sistemas de innovación.

Bajo este enfoque, igual que los anteriores, la innovación es considerada un proceso cuya generación y desarrollo requieren la existencia de entornos adecuados. Aunque hace hincapié en la diversidad de agentes y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo y económicamente útil. Donde un conjunto de instituciones orientan el desempeño innovador de las empresas (Lundvall, 1992; Nelson & Rosenberg, 1993; Freeman, 1997).

La gran diversidad de agentes incluye a firmas, gobierno, instituciones u organizaciones publicas y privadas tales como laboratorios, entidades de formación profesional y técnica, asociaciones empresariales, entidades que brindan apoyo financiero, capital humano, empresas transnacionales, entre otros.

Este enfoque también contempla los sistemas sectoriales de innovación (Malerba, 2003; Castellacci, 2008), los cuales son de especial importancia en el análisis de la especialización tecnológica.

Dentro de los sistemas de innovación se contemplan 2 tipos de capacidades: la capacidad de absorción y la capacidad de innovación. También se considera que los países en desarrollo se limitan a desarrollar sus capacidades absorción y a realizar solamente innovaciones incrementales.

Por tal razón los países de este tipo deben diseñar cuidadosamente sus planes de aprendizaje para poder crear y desarrollar su capacidad de innovación, y en consecuencia su especialización tecnológica. En tal contexto, otra vez, el gobierno junto con el marco institucional juegan un papel importante en la transferencia de tecnología proveniente del extranjero, principalmente a través de las empresas transnacionales.

CAPÍTULO 2

¿CONSTRUYEN CAPACIDADES TECNOLÓGICAS Y DE INNOVACIÓN LOS PAÍSES EMERGENTES?

El propósito de este capítulo es realizar un análisis comparativo del contexto en el cual se cimienta la especialización tecnológica de Brasil, México, China e India. Específicamente, se busca comparar las capacidades y los resultados obtenidos a la luz de las medidas de política que emplearon estos países.

Las interrogantes que buscamos responder son, esencialmente, ¿cuáles son las fortalezas y debilidades con las que cuentan estos países? ¿cuentan con estrategias nacionales de desarrollo tecnológico? Si es así ¿cómo se pueden caracterizar?, por último ¿cuáles han sido los resultados que obtuvieron?

En tal sentido, el capítulo se organiza en 4 secciones. En la sección 1 se contextualizan las economías de Brasil, México, China e India en el panorama mundial. Asimismo, se identifican las principales características de sus procesos de reforma económica en las últimas décadas.

En la sección 2, se examinan, comparativamente, las capacidades nacionales en el ámbito industrial, institucional, científico y tecnológico. Luego, se identifican las políticas de ciencia y tecnología que fomentan las actividades tecnológicas y los derrames de conocimiento tecnológico.

En la sección 3, se muestra evidencia de los resultados del desempeño científico y tecnológico de manera comparativa. Finalmente en la sección 4 se presenta una taxonomía como base en la revisión de capacidades y resultados.

2.1. Las economías de Brasil y México, China e India en el contexto mundial

Brasil y México son las principales economías de América Latina y El Caribe. Ambos países contribuyeron con 55.1% del PIB de la región en 2015, siendo 33.5% de Brasil y 21.6% de México.

Además, otros indicadores tales como el tamaño de su población, su balanza comercial y su desempeño competitivo pueden ilustrar el peso que representan estos dos países en la región. Asimismo, en el contexto mundial, Brasil y México son las novena y décimo quinta economías

de acuerdo con su producción y la proporción que cubren son 2.4% y 1.6% del PIB mundial (Banco Mundial, 2015), respectivamente.

Por otro lado, el gigante asiático, China, es la segunda economía mundial con una participación de 14.8%, sólo después de Estados Unidos. Además, aporta más de la mitad del producto en la región de Asia Oriental y el Pacífico, siendo su contribución 51.1% (Banco Mundial, 2015)

Por su parte India, otro país de gran magnitud del continente asiático, es la séptima economía mundial, contribuyendo al PIB del mundo con 2.8%. De la misma manera, es la principal economía de la región Asia Meridional donde aporta con 77.8%, es decir, más de las dos terceras partes del producto regional.

Durante los últimos años, el crecimiento económico de estos países dos países latinoamericanos se ha caracterizado por ser bajo e inestable en relación con los otros dos países asiáticos, especialmente, cuando se compara con China. Inclusive, Brasil y México se han mostrado considerablemente afectados por las crisis económica mundial del 2008. No obstante, en los años posteriores han experimentado cierta recuperación, está todavía no se ha dado por completo. Por otro lado, China e India, principalmente el primero, mostraron un crecimiento económico más dinámico. Aunque algo más variable en el caso de India, donde ha experimentado una fuerte caída en el año 2008 debido a la crisis mundial.

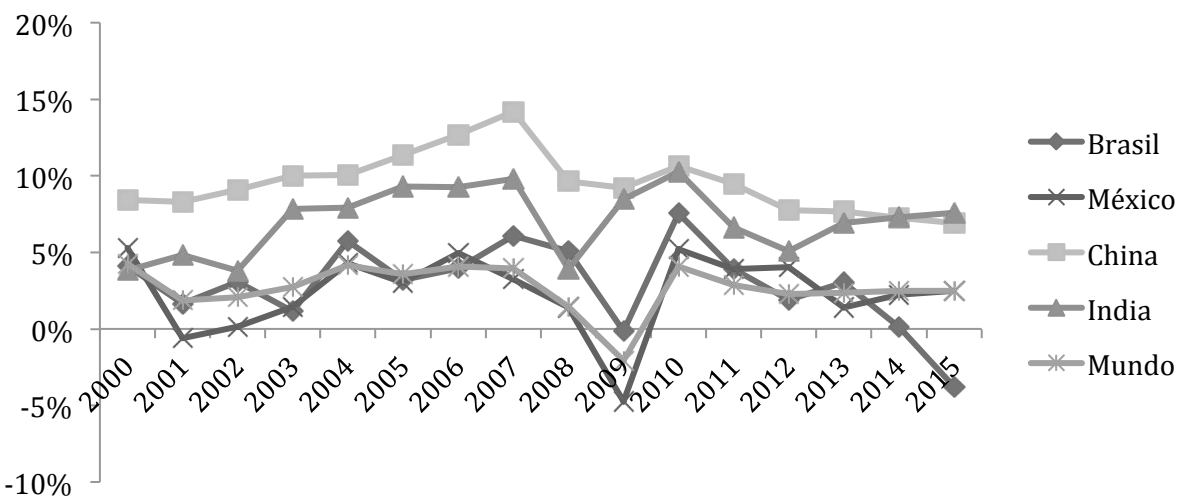


Gráfico 1. Crecimiento del PIB, según países, 2000-2015
Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial

Los cuatro países mencionados se ubican entre las diez naciones con mayor población. China e India ocupan el primer y el segundo lugar con 1 371 millones y 1 311 millones de habitantes, respectivamente. Mientras Brasil y México ocupan el quinto y el décimo lugar con 208 millones y 127 millones de habitantes, respectivamente.

No obstante, también Brasil y México son países con grandes poblaciones en una comparación mundial se encuentran muy por debajo de China e India. Esta diferencia podría manifestar en parte las desigualdades en los ingresos per cápita de los cuatro países.

A pesar que los dos países asiáticos gozan de un PIB muy alto en comparación a los dos países latinoamericanos, China e India tienen ingresos per cápita por debajo que Brasil y México. Sin embargo, en los últimos años China ha mantenido una tendencia altamente creciente, alcanzando cifras muy cercanas a Brasil y México.

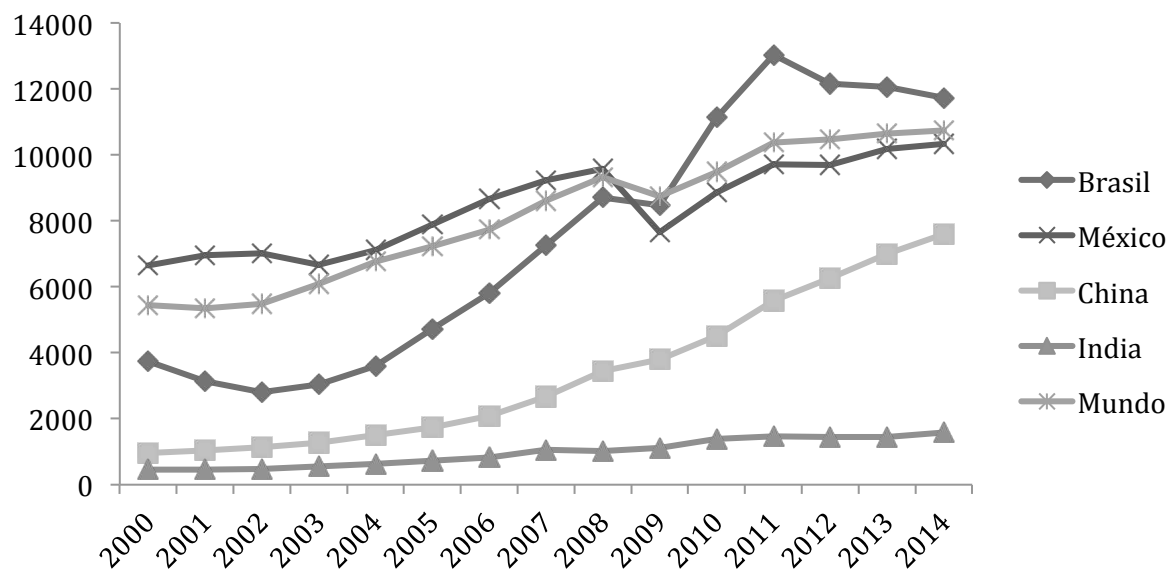


Gráfico 2. Ingreso per cápita, según países, 2000-2015
Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial

2.2.1. Contexto histórico en Latinoamérica

En primer lugar hablaremos de Brasil y México, las dos economías más grandes de la región latinoamericana. En los años sesenta en América Latina se podía apreciar cierta estabilidad

lograda a partir de los ingresos por las exportaciones de productos primarios. En la región era el sector agrícola el que revelaba la mayor importancia, mientras que la industria sólo rodeaba la quinta parte del producto (Padilla. 2016).

El modelo que regía las estrategias para la modernización industrial de los países era promovido por la Comisión de Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el cual consistía, básicamente, en una industrialización mediante la sustitución de importaciones. Gracias a este modelo y al soporte de algunas políticas se lograron resultados positivos, en efecto, durante dos décadas la industria manufacturera se desarrolló de manera constante (Primi & Peres Nuñez, 2009).

Sin embargo, los cambios no fueron sustanciales, incluso ya en los años setenta se evidenciaron algunas fallas del modelo vigente. Por un lado, el sector industrial no logró desarrollarse lo suficiente, este aún se mantenía primitivo y poco competitivo. Y por otro lado, continuaban predominando las exportaciones de productos primarios (Padilla. 2016).

Otro gran inconveniente fue el sobreendeudamiento al que cayeron tanto gobiernos como agentes privados, debido principalmente al ingreso de grandes cantidades de fondos del extranjero. Aunque, la afluencia de capitales no necesariamente alentaba la inversión, sino el gasto, lo que no garantizaba el retorno de rendimientos en el futuro.

Como consecuencia del gran endeudamiento, a principios de los ochenta, los países de la región se vieron imposibilitados de pagar su deuda externa lo que llevo a un colapso generalizado, conocido como la crisis de la deuda.

Esta situación junto con un sector productivo débil y sin impulso llevaron a la región a su etapa más crítica conocida como “la década perdida de América Latina”. Los hechos confirmaban que los Estados habían fracasado en el intento de industrializar sus economías, dado que seguían siendo soportadas por las materias primas (Primi & Peres Nuñez, 2009).

En 1989 hubo un consenso sobre el plan para abordar las deuda de la región, este hecho marcó el final de la década perdida. Dicho plan fue bautizado como el Plan Brady, cuyo objetivo fue el ingreso, nuevamente, al crédito internacional, a través de una reestructuración de la deuda latinoamericana cuyo único acreedor sería el tesoro estadounidense (Frenkel, 2003).

El requisito para que se efectuara la reestructuración fue el cumplimiento de las bases contempladas en el Consenso de Washington, el cual de manera general consistía en una estricta

disciplina fiscal y la apertura de las economías, lo que además reduciría el campo de acción de los Estados (Berumen, 2009).

Después de las reformas económicas durante fines de los ochenta y noventa, tras la crisis de la deuda. Se tomaron otros cambios importantes en la región, fue a partir de los efectos de la crisis económica de México de 1994-1995 y la crisis de Argentina. En ambos casos, junto a una inestabilidad política lo que provocó la salida de capitales.

Estas medidas radicaron en tres puntos fundamentales: la liberalización de los tipos de cambio, el cambio de la deuda, pública y privada, hacia monedas nacionales y la adopción de políticas fiscales contracíclicas (Devlin & Moguillansky, 2013).

El acoplamiento de estas medidas con las reformas de los años ochenta y principios de los noventa puede explicar la extraordinaria estabilidad económica que vivió la región desde 2002. Incluso frente a la gran crisis del 2008, fue América Latina una de las regiones que menos se vio afectada (Quenan, 2013).

2.2.1.1. Reformas económicas de Brasil

Desde el comienzo de la década de los cincuenta hasta finales de la década de los ochenta en Brasil se adoptaron políticas en el marco del modelo de industrialización por sustitución de importaciones. Las medidas de estímulo a la industria fueron eficaces respecto al crecimiento de la producción, incluso desde inicios de esta fase. Sin embargo, presentaron dos resultados negativos: i) el descuido de cuestiones como la competitividad, interna y externa, y la eficiencia, ii) el sesgo anti exportador que se mantuvo por lo menos hasta mediados de la década de los ochenta (Bonelli, 1997).

En un esquema de protección se emplearon diversos instrumentos como: la protección elevada, tanto arancelaria como no arancelaria, los estímulos fiscales, el control cambiario y los créditos subsidiarios, entre otros. Durante ese periodo la tendencia predominante de la política industrial apuntaba hacia un uso más intensivo de políticas verticales, que son de alcance sectorial, inclusive alcanzaban a sectores proveedores de tecnología (Marcovitch, 1990).

De esa manera buscaban incidir en todas las actividades que estuvieran relacionadas con la competitividad de los sectores en los cuales intervenían (Peres Núñez, 2006). En consecuencia, fomentaron el desarrollo de las capacidades locales en industrias, tales como miniordenadores, aviones, aceros especiales, productos químicos y farmacéuticos, armamentos, etc. (Lall, 1992).

En los años setenta, la economía brasileña recibió un duro golpe debido a la subida del precio del petróleo, dado que Brasil importaba cerca del 70% de su consumo. El aumento de las importaciones afectó la balanza comercial, lo que junto al poco dinamismo económico llevó al gobierno a tomar más préstamos en el extranjero. Así la deuda externa del país se elevó de 17.2 mil millones de dólares en 1974 a 43.5 mil millones de dólares en 1978 (O Estado De S. Paulo, 1979)

Más adelante, el agotamiento del modelo sustitutivo de importaciones sumado a una crisis de la deuda externa provocó que se pongan en marcha importantes reformas en Brasil, así como en la mayoría de los países de América Latina. Tales reformas se dieron a inicios de los años noventa, y fueron profundas, respetando en todo momento las políticas económicas recomendadas por el llamado Consenso de Washington (Devlin & Moguillansky, 2013). En esta etapa también se da su ingreso a la Organización Mundial del Comercio (OMC) en el año 2005.

Un elemento importante de la política industrial de Brasil, en tal contexto, se relaciona con la inversión extranjera directa y con las empresas transnacionales. Sin embargo, las medidas de atracción para este tipo de empresas se orientaron a reducir la dependencia de las importaciones en lugar de promover la transferencia de tecnología o derrames de conocimiento a empresas locales. En consecuencia, no se logró absorber el conocimiento tecnológico disponible proveniente del extranjero (Dahlman, 1993).

Asimismo, desde 1991 en Brasil se desarrolló un ambicioso programa de privatización. Bajo ese programa, muchas de las empresas estatales se han vendido a grupos locales y extranjeros. En su mayoría las empresas privatizadas estaban relacionadas con infraestructura, telecomunicaciones e industrias de productos básicos e intermedios (Palma, 2003). Algunos casos fueron, la fábrica de acero USIMINAS en 1991, Companhia Vale do Rio Doce en 1996 y TELEBRAS en 1998.

Desde principios de los noventa se han tomado medidas, en plazos muy cortos, para la liberalización de los movimientos de capital y lograr una mayor convertibilidad de la cuenta de capitales. Probablemente está sea la razón de la fuerte exposición de la economía brasileña a la inestabilidad de la economía mundial (Nassif, 2007).

Durante los años posteriores, hasta los años 2000, el rol del Estado brasileño se ha visto grandemente limitado como resultado de la apertura comercial, la liberalización, la desregulación y las privatizaciones; llevando de esa manera a la desarticulación de la política industrial

(Laplane y Laplane, 2017). Sin embargo, la predominio de la orientación liberal no afectó por igual a todos los sectores, se dieron algunos casos donde se mantuvieron e incluso se acentuaron las intervenciones públicas²⁸.

En esta etapa, el rasgo principal de las políticas industriales es la horizontalidad, dado que se concentraron en la búsqueda de mejores condiciones para la inversión privada y en el avance de la inserción internacional de la economía brasileña (Pinheiro, Ferreira, Pessoa & Schymura, 2007). En tal sentido, adoptaron medidas de estímulo para la producción científica, tecnológica y de innovación (Da Motta, 2003).

Posteriormente, esta reorientación de la política industrial se agotó con resultados ambiguos. Aunque se consiguió una rápida difusión de conocimiento tecnológico junto con el aumento de la productividad y la especialización en las empresas, fruto de la competitividad provocada por la apertura comercial y la reducción de la intervención estatal, la industria brasileña no experimentó mejoras significativas (Laplane y Laplane, 2017).

Luego, las políticas se orientaron a la verticalidad, conforme a la creación de fondos sectoriales (Cimoli, 2008). Esta reorientación se consolidó a partir del año 2004, aunque se empezaron a aplicar a finales de los años noventa.

En los últimos años, la política de desarrollo productivo en Brasil ha mostrado cierta sofisticación en el marco institucional y en los instrumentos de intervención que, además, se diferencian de la orientación a la sustitución de importaciones y la sobrerregulación de las décadas pasadas (Laplane y Laplane, 2017).

²⁸ Revisar por ejemplo: Laplane & Sarti (1997) y Chaddad & Jank (2006).

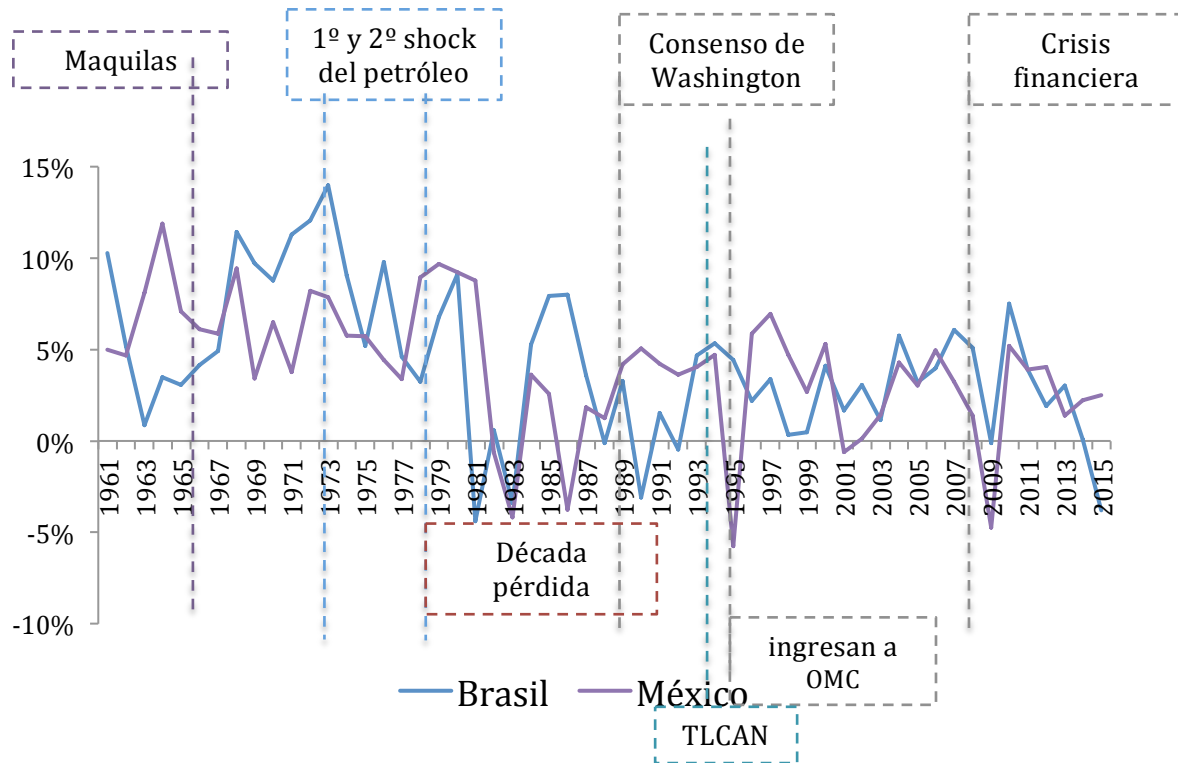


Gráfico 3. Brasil y México: Crecimiento económico y hechos importantes
Fuente: Elaboración propia

2.2.1.2. Reformas económicas de México

Al igual que otros países de la región latinoamericana, desde la década de los cuarenta, México siguió un modelo de industrialización sustantiva de importaciones con una fuerte intervención estatal. Tal estrategia contemplaba los aranceles, la protección comercial, la promoción de las exportaciones y el apoyo financiero. En este marco se desarrollaron programas sectoriales, obteniendo resultados positivos en las industrias automotriz, informática y farmacéutica (Santarcángelo, Schteingart & Porta, 2017).

Igualmente, durante esta etapa se brindó un importante apoyo al sector manufacturero mexicano, el cual se dio, principalmente, a través de la protección comercial; los bajos costos de insumos y bienes de capital, tales como la energía y las maquinarias mediante subsidios e incentivos fiscales; los créditos subsidiados por parte de los bancos de desarrollo, y las exenciones tributarias (Brid & Ros, 2004).

En tal sentido, un elemento clave en la historia mexicana son las maquiladoras²⁹. A finales de la década de los sesenta el gobierno desarrolló un programa en la zona fronteriza con Estados Unidos, el cual originalmente era una solución temporal para los graves problemas de desempleo. La industria maquiladora comenzó con el Programa de Industrialización de la Frontera en 1966 (Santarcángelo et al., 2017).

Su alcance geográfico estaba limitado a la zona fronteriza, mientras en el resto del país la política industrial continuaba centrada en la protección de la industria mexicana, mediante instrumentos fiscales y arancelarios (Contreras y Munguía, 2007).

Sin embargo, las empresas de este tipo se extendieron ampliamente. Es así que mediante el Plan Nacional de Desarrollo publicado en 1983, se otorgaron a las maquiladoras un papel relevante, que iba más allá de la generación de empleo y divisas, llegando a ser la base del desarrollo económico de la región fronteriza y una fuente importante de modernización tecnológica (Carrillo, 1990). Con esto se buscaba que, en el mediano plazo, estas plantas pudieran crear eslabonamientos productivos y promovieran una industrialización de base nacional.

Por otro lado, como consecuencia de la crisis del petróleo en 1973, México se vio favorecido por el incremento de la demanda estadounidense de petróleo debido a la veda de los países árabes. Consecuentemente, se apoyó demasiado en las exportaciones de petróleo y entró en crisis cuando el precio del fluido volvió a bajar (Padilla, 2016).

En México el inicio de la crisis de la deuda se dio en 1982 cuando el secretario de Hacienda anunció que el país era incapaz de afrontar sus compromisos. Lo que limitó drásticamente el acceso al crédito internacional y a los flujos de inversión extranjera.

Más adelante, la estrategia se concentró en la atracción de inversión extranjera y en propiciar nuevos acuerdos comerciales, lo que llevó al ingreso de México en el Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT por sus siglas en inglés) en enero de 1986.

A pesar del inicio de la crisis de la deuda, en México las reformas del modelo económico iniciaron posteriormente debido al auge del ingreso por el petróleo. Fue a finales de los años ochenta, con el Plan Brady, que México lograba emerger y controlar la inflación, también se acogió a las medidas del Consenso de Washington (Devlin & Moguillansky, 2013), aunque aún no se dejaba atrás por completo la etapa oscura, dado que los siguientes años serían duros.

²⁹ Una maquiladora es una empresa que importa materiales sin pagar aranceles. Su producto se comercializa en el país de donde proviene la materia prima.

De esa manera transcurrieron los años de la década de los noventa entre convulsiones económicas. Dado que una industria protegida, con un elevado nivel de subsidios y regulaciones, una significativa participación directa e indirecta del Estado y una orientación fundamentalmente hacia adentro, se enfrentaba a un proceso drástico de apertura comercial, competencia internacional y desregulación (De María y Campos, 2000).

Sin embargo, los diversos mecanismos empleados, tales como los cambios en la política de inversión extranjera, la desincorporación de empresas públicas y la liberalización financiera, favorecieron la afluencia de inversión extranjera lo que contribuyó, principalmente, en la dinámica del sector manufacturero. Así México pasó de ser esencialmente un país exportador de petróleo a ser una plataforma de exportación de productos manufacturados, incluidos los vehículos, piezas de automóviles, ropa y productos electrónicos (Moreno Brid, Rivas Valdivia & Santamaría, 2005).

México fue una de las economías, a nivel mundial, con mayor expansión en las exportaciones. Además, logró diversificar su producción, transitando desde productos intensivos en materias primas a productos de economías de escala y de mayor intensidad tecnológica (Guzmán y Toledo, 2005).

Durante la década de los noventa ingresaron al país grandes inversiones en el sector automotriz, proveniente de empresas importantes de Estados Unidos y también otras de regiones. De esa manera, México se convirtió en un importante productor de vehículos y autopartes. Esta expansión de la industria automotriz fue apoyada, en gran medida, por el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) entre México, Estados Unidos y Canadá (CEPAL, 2017).

En este nuevo modelo de desarrollo las intervenciones se orientaron al exterior, mediante una diversificación de exportaciones y la ampliación de mercados para productos mexicanos, lo que demandó mejorar las condiciones de acceso con socios comerciales existentes y potenciales (Alvarado y Padilla, 2017). Así, con la entrada en vigor del TLCAN, en 1994, el país afianzó su apertura comercial y su estrategia de liberalización económica.

Asimismo, en años más recientes, México se inscribió como miembro de la Alianza para el Pacífico. Tal asociación está integrada por Chile, Colombia, México y Perú, y sus principales objetivos incluyen la integración profunda para la libre circulación de bienes, servicios, capital y

personas, y de esa manera convertirse en una plataforma para la integración política, económica y comercial (Santarcángelo et al., 2017).

En síntesis, México abandonó la estrategia de desarrollo industrial por sustitución de importaciones a principios de los años ochenta y desde entonces ha procurado un marco favorable para el mercado. En tal sentido, las políticas implementadas fueron, principalmente, la liberalización, la privatización de empresas públicas, la desregulación y la apertura de la economía.

2.2.2. Reformas económicas de China

A partir de la proclamación de la República de China en 1949, las primeras medidas económicas del partido comunista se orientaron al control de la inflación, la reforma agraria y la rehabilitación de la industria, medidas que lograron cosechar ciertos resultados favorables (Fu, 2015).

Fue así que pocos años después, el gobierno chino lanzó el primer plan quinquenal (1953-1957), fijando como prioridad el crecimiento industrial, en particular se centró en el desarrollo de la industria pesada. Complementariamente, se llevó a cabo la colectivización de la agricultura de manera progresiva. Hacia 1957 la mayoría del campesinado chino formaba parte de las cooperativas agrícolas y las empresas privadas pasaron a ser de propiedad estatal, incluyendo tanto empresas industriales como comerciales (Pérez, 2013).

Más adelante, se emprendió una nueva campaña, denominada el “Gran Salto Adelante”. Esta campaña consistió en la aplicación de un conjunto de medidas económicas, sociales y políticas entre 1958 y 1961, cuyo principal objetivo fue transformar la economía agraria china en una sociedad comunista a través de la rápida industrialización y la colectivización. Estas medidas favorecieron la creación de comunas populares para el desarrollo económico y tecnológico.

Sin embargo, junto con la Revolución Cultural, iniciada en 1966, trajeron recesiones económicas y además millones de muertes. En contraste, aunque esta etapa se caracterizó por ser económicamente inestable y socialmente triste, durante esos años se lograron acumular factores productivos como trabajo y capital, pese al doble embargo soviético-estadounidense (Tamames, 2006).

La muerte de Mao Zedong en 1976 y el liderazgo transitorio de Hua Guofeng marcaron el inicio de una nueva era para China. Así el país emprendió el cambio de su modelo económico a

partir de los resultados adversos derivados del “Gran Salto Adelante” y la Revolución Cultural maoísta de los años sesenta.

En los años posteriores China transitó de una economía planificada a una economía de mercado con el inicio de la gestión de Deng Xiaoping en 1978. Él inició un proceso de reformas económicas bajo el concepto de economía socialista de mercado (Claro, 2003).

Con las bases de los resultados dejados por el régimen anterior, bajo el liderazgo de Deng Xiaoping en China se inició un proceso de reformas, de manera integral y gradual. Dicho proceso se convirtió en crucial para el desarrollo económico chino (Cornejo, 2005).

El conjunto de medidas de política fue reconocido como el Programa de las Cuatro Grandes Modernizaciones, orientado a fortalecer y desarrollar cuatro sectores estratégicos: agricultura, defensa nacional, industria y, ciencia y tecnología. Fue así que China mostró su voluntad de abrirse al mundo, aprovechando la transferencia de tecnologías (Chamorro, 2008).

Una característica específica de este proceso es la forma gradual con la que han sido aplicadas las medidas reformativas, dado que se realizó de manera experimental y con pasos cortos con la finalidad impulsar las regiones empobrecidas del país que necesitaban de infraestructura y desarrollo tecnológico (López, 2006)

La reforma económica se inició con la agricultura. Hasta esa fecha la agricultura china continuaba siendo colectiva, junto con los resultados desalentadores de ese modelo se reconoció que la colectivización no permitiría el desarrollo de una agricultura moderna y eficiente. Por ello Deng Xiaoping lanzó dos reformas que llevarían a un aumento en la productividad, estas reformas fueron la expansión de las parcelas privadas y la introducción del sistema de responsabilidad familiar. Estas medidas condujeron a un crecimiento acelerado de la producción agrícola (Chow, 2015).

La industria, hasta antes de las reformas, seguía siendo de planificación centralizada y bajo el control estatal. Para contrarrestar tal situación, las ganancias provenientes de la agricultura fueron invertidas intensivamente en las industrias rurales. Este tipo de industrialización se orientó principalmente a la producción de bienes de consumo básico e intermedio, y constituyó la primera etapa de crecimiento económico de China (Guzmán y Toledo, 2005).

En 1978, con la Ley de Empresas Conjuntas Extranjeras se admitieron el ingreso de la inversión extranjera directa, aunque desde un principio sujeta a condiciones rígidas y reguladas por el gobierno chino para su aprobación y utilización. Esta ley fue concebida con la finalidad

principal de atraer tecnología, que sería orientada al sector industrial y de esa manera procuraban mejorar la calidad de los servicios en el país (Graham, 2005).

Igualmente, desde mediados de 1980, el gobierno chino comenzó a otorgar mayores libertades a las empresas nacionales y sus directivos. Más adelante, se permitió la creación de empresas privadas y para 1986 se tenían mas de 12 millones de este tipo de empresas (Fu, 2015).

En este contexto las Zonas Económicas Especiales³⁰ (ZEE), tres en Guangdong (Shenzhen, Zhuhai y Shantao) y una en Fujian (Xiamen), han jugando un papel significativo en la apertura del mercado chino al mundo (Orozco, 2009; González y Meza, 2009).

Las ZEE comenzaron a establecerse a partir de una directiva del Consejo de Estado, en julio de 1979, la que otorga autorización para tomar medidas extraordinarias con el objetivo de desarrollar el turismo, el comercio exterior y las inversiones extranjeras en las provincias de Guangdong y Fujian (Cornejo, 1985). En efecto, sólo en estas dos provincias se concentraba al rededor de 43% de la IED en China entre los años 1979 y 1991 (Graham, 2005). La mayor parte de la IED era originaria de Taiwan y Hong Kong (Ministerio de Comercio de China, 2015).

Básicamente, la naturaleza delimitada de las ZEE residían en el otorgamiento de incentivos fiscales y una mayor independencia en las actividades relacionadas con el comercio internacional. De esa manera, se enfocaron en la atracción, en el uso de capital extranjero y en las formas de instauración de empresas conjuntas. La producción de estas zonas se destinaron, principalmente, a la exportación y actividades económicas en su interior se rigen por las leyes de mercado (Tarvarner, 2007).

En el año 1980, China ingresó al Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial. Este hecho marcó un hito en la creciente integración de China en la comunidad internacional, dado que el comercio exterior se consideró fundamental en el proceso de modernización del país. En consecuencia, las medidas aplicadas junto con ciertas condiciones, en especial las concesiones fiscales y los bajos costos de mano de obra, hicieron que China resultará grandemente atractiva para las empresas extranjeras (Heilmann & Shih, 2013).

La IED se dirigió hacia las regiones costeras, donde se realizaban actividades intensivas de mano de obra y de ensamblaje, cuyos productos se dispusieron a cubrir parte la demanda internacional. De esa manera, la industria rural y netamente estatal cubría la demanda interna,

³⁰ Se refiere a una región geográfica en determinado país con leyes económicas diferentes, en general más liberales, en comparación a las leyes aplicadas en el país en su conjunto (Orozco, 2009).

mientras la producción de las empresas mixtas atendían la demanda de los mercados internacionales, mejorando la balanza comercial (Tarvarner, 2007).

Así, en 1984, se designaron 14 ciudades costeras del país donde se empezaría a admitir empresas de propiedad completamente extranjera, lo que llevó a que siguiera la tendencia al aumento de la inversión extranjera y el comercio con el exterior. Este ambiente constituyó la base de una nueva etapa de crecimiento dinámico para China. Indiscutiblemente, las zona costera seguía conformando el territorio de experimentación, mientras que el resto del área nacional se mantenía bajo los mismos esquemas comunistas (Fu, 2015).

En consecuencia, Shanghai, la ciudad más importante de China, se fue convirtiendo en uno de los centro financieros más importantes del mundo. En esta misma ciudad fue donde, en 2013, se estableció la primera zona de libre comercio en el país, haciéndose todavía más atractiva para la inversión extranjera directa (Ross, 2007).

En 1992, se adopta el modelo de economía socialista de mercado, a partir de la modificación del sistema de formación de los precios, los nuevos métodos de administración macroeconómica del Estado y la diversificación de las formas de propiedad. Dado el éxito que mostraron las transformaciones del mercado de China, en 1994, el gobierno permitió la creación de negocios privados y la afluencia de inversiones extranjeras en otras zonas diferentes a las ZEE, así extendió la liberalización a todo el territorio del país (Plascencia, 2015).

La muerte de Deng Xiaoping sucedió en 1997, sin embargo, sus sucesores Jiang Zemin y Zhu Rongji mantuvieron e intensificaron las medidas económicas empleadas hasta ese periodo, continuando así el camino hacia el capitalismo y el libre mercado. En 1997, se desató la crisis asiática lo que llevó al deterioro del modelo de crecimiento chino basado en las inversiones de Taiwán y Hong Kong, sin embargo, el flujo de inversiones provenientes Estados Unidos, Japón y Europea alentaron el crecimiento económico.

Para el final de la década de los noventa, se veía un fuerte proceso de privatización de las empresas nacionales y de descentralización de los controles administrativos, de esa manera el país se hacía más eficiente, al mismo tiempo, permitía mayor afluencia de inversionistas foráneos en los diferentes sectores (Fu, 2015).

Otro hecho importante se dio en 2001, cuando China se hizo miembro de la OMC, reforzando de esa manera su integración en la economía mundial y marcando el final a un historial económico de control de mercado permanente. Para finales de las primera década del

siglo XXI, China ya se ubicaba entre las primeras economías del mundo de acuerdo al PIB, lo que la hace sin duda un agente importante en el escenario mundial. En nuestro días, China es el principal exportador y segundo importador de bienes (Banco Mundial, 2016).

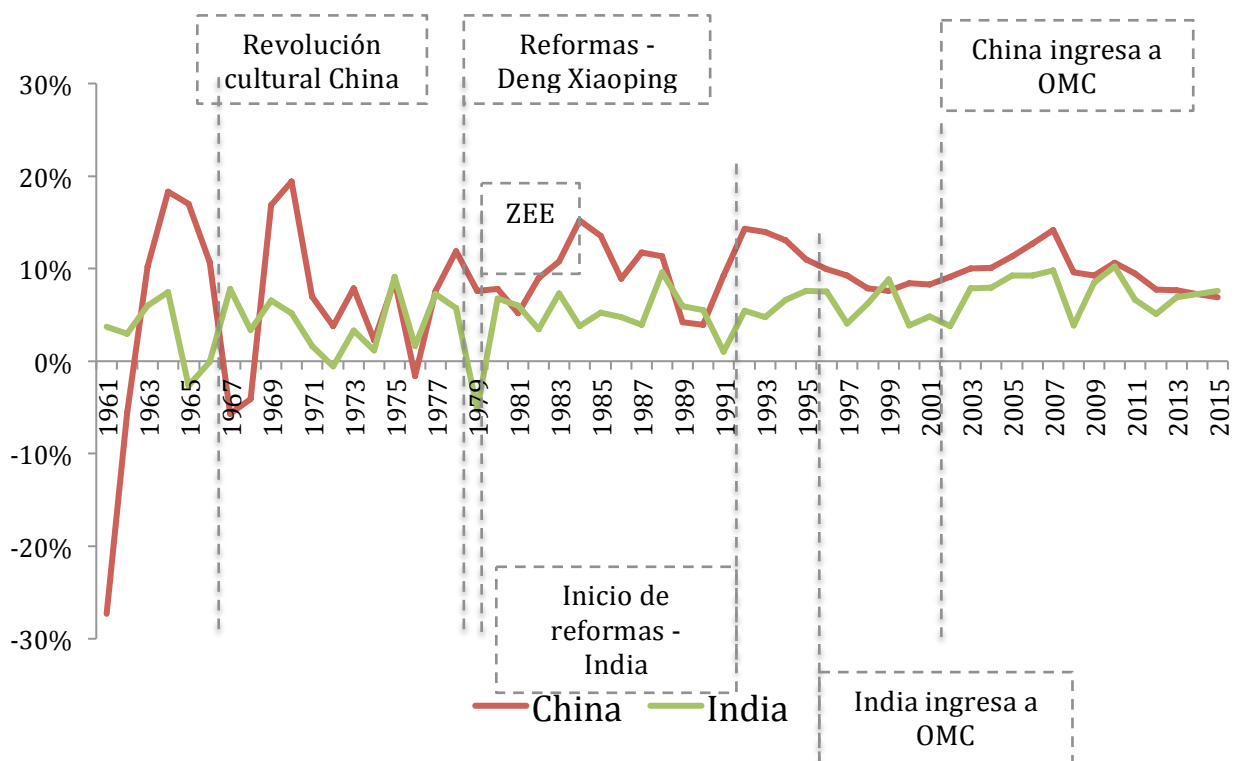


Gráfico 4. China e India: Crecimiento y hechos importantes

2.2.3. Reformas económicas de India

En India se adoptaron medidas políticas dentro de un marco de desarrollo mediante la sustitución de importaciones, aproximadamente, desde los años cincuenta hasta finales de la década de los ochenta. Este modelo se ha caracterizado por una planificación deliberada fuertemente influenciada por el modelo soviético de esos tiempos. En tal contexto se implementaron instrumentos proteccionistas, tales como altos aranceles, barreras no arancelarias y licencias de importación, entre otros (Goldar, 1986).

En esa misma línea, India se concentró en industrias específicas, aunque en diferentes periodos. Las principales industrias fueron acero, aluminio, productos químicos y farmacéuticos,

fertilizantes, bienes de capital, ingeniería pesada, equipos eléctricos, máquinas herramientas y tecnología de la información (Khilnani, 2014)

Las reformas económicas en India comenzaron en 1991. En términos generales, se abolieron las licencias de importación, la reducción de los aranceles de importación, además, el país se tornó más accesible a los flujos de inversión extranjera directa (Joshi & Little, 1996).

En ese sentido, se encaminó a eliminar las principales restricciones a la competencia interna y externa. Específicamente, se fue eliminando de forma gradual el régimen de licencia industrial, continuando sólo para algunas actividades como los servicios relacionados con la salud y la seguridad pública. Igualmente, los mecanismos asociados a las licencias de importación se dismantelaron de forma gradual, llegando a su totalidad con el ingreso de India a la OMC en 1995 (Nayar, 2001).

Las políticas de atracción de IED permitieron atraer a grandes compañías transnacionales, de esa manera llegaron al país no sólo para ampliar su estructura productiva sino a desarrollar actividades relacionadas con la tecnología (Nayak, 2008), dado que algunas de estas empresas llegaban con sus respectivos laboratorios de I+D, tal es el caso de Motorola, Hewlett Hewlett-Packard y Cisco Systems.

Por otro lado, las medidas encaminadas a la liberalización de los movimientos de capital se emplearon con prudencia, debido, principalmente, a que no había una solución conciliatoria entre la resistencia del gobierno indio y el sector privado. Lo que llevó a que se aplicaran restricciones a las entradas de capital a corto plazo, reduciendo así su vulnerabilidad a las variaciones de la economía internacional (Nayar, 2001).

Estas medidas en conjunto con las capacidades tecnológicas ya establecidas, principalmente, en los sectores farmacéutico e informática, fueron responsables de la generación de innovaciones, de una mayor afluencia de IED y de los altos ingresos de exportación que dieron como resultado un alto crecimiento económico (Nassif, 2007). Particularmente, la industria informática tuvo la capacidad de proporcionar servicios a las empresas afiliadas de las transnacionales y las que se ubican en el sector manufacturero (Nayak, 2008).

2.2. Capacidades industriales

En esta sección nos basamos en datos empíricos comparables para mostrar cómo los países de Asia, específicamente China e India, y los países pertenecientes a América Latina,

particularmente Brasil y México, han divergido en la evolución de sus patrones de producción y comercio en los últimos años.

2.2.1. Parque industrial

Cuando hablamos de parque industrial nos referimos, especialmente, a la naturaleza de las empresas nacionales y extranjeras que operan en los países así como al marco externo, el cual puede influir en sus actividades.

2.2.1.1. Naturaleza de las empresas

Los perfiles de los países en cuanto al entorno empresarial se basan en los datos de las encuestas de empresas realizadas por el Banco Mundial. No obstante, estos datos son de corte transversal y realizados en diferentes años son una fuente importante de información para visualizar las diferencias y las similitudes de las condiciones y las características particulares de las empresas en estos países.

Las encuestas utilizadas en este apartado son las más recientes realizadas en Brasil, México, China e India, y corresponden a los años 2009, 2010, 2012 y 2014, respectivamente. Con base en tales reportes nos proponemos caracterizar a las empresas así como al entorno en el que éstas se desenvuelven. El objetivo, principal, es identificar las condiciones que puedan incentivar o desalentar las actividades tecnológicas y de innovación en dichas empresas.

En primer lugar caracterizamos a las empresas de acuerdo a ciertos indicadores, tales como la antigüedad, tamaño de la empresa y propiedad. En cuanto a los años de antigüedad de las empresas, en general las empresas mexicanas son las más antiguas, dado que en promedio tienen 19 años de antigüedad. Sin embargo, se encuentran por debajo del promedio respecto a América Latina y el Caribe. De acuerdo al tamaño de las empresas, en este país las empresas grandes son ampliamente más antiguas que las empresas pequeñas y medianas.

En el otro extremo, las empresas chinas tienen en promedio 11.3 años de antigüedad siendo relativamente las más jóvenes del grupo de los países analizados. Además, respecto a este indicador no existen grandes diferencias entre los grupos de las empresas pequeñas, medianas y grandes. También, la antigüedad de las empresas chinas se encuentra por debajo del promedio mostrado en Asia Oriental y el Pacífico.

Tabla 10. *Brasil, México, China e India: Características de las empresas*

Indicador de empresas \ país	Brasil	México	China	India	América Latina y el Caribe*	Asia Oriental y el Pacífico**	Asia del Sur***
Años de antigüedad	18.6	19.0	11.3	16.6	20.9	14.2	16.4
Privadas domésticas (%)	98.0	93.9	91.6	98.9	89.1	87.5	98.9
Estatales (%)	0.0	0.0	2.3	0.1	0.1	0.6	0.1
Privadas extranjeras (%)	1.9	5.3	2.9	0.9	8.8	10.6	1.0
Otros (%)	0.1	0.8	3.1	0.1	2.0	1.3	0.0
Con certificación internacional de calidad (%)	13.1	24.0	53.4	27.5	19.0	17.9	16.2
Exportadoras (%)	11.2	8.3	22.0	9.6	17.3	14.0	10.9
Empresas que utilizan insumos de origen extranjero (%)	53.1	48.2	14.8	17.7	73.9	61.7	39.8

Fuente: Elaboración propia con base en los Datos de las Encuestas de empresas del Banco Mundial.

* Cifras corresponde al año 2010

** Cifras corresponde al año 2012

*** Cifras corresponde al año 2014

De acuerdo con la distribución según la propiedad de las empresas, en Brasil el 98% de las empresas son de propiedad privada. La participación de las empresas estatales es prácticamente nula, no tienen participación en las empresas pequeñas y medianas y sólo representan el 0.1% de las empresas grandes. En cuanto a las empresas extranjeras, éstas representan el 1.9%, con mayor presencia en las empresas grandes.

En el caso de México, también las empresas son en su mayoría de propiedad privada y las empresas estatales tampoco tienen una presencia considerable. Dentro del grupo de países, México resalta por la presencia que tienen las empresas extranjeras. En este país el 5.3% del total de las empresas son extranjeras, siendo principalmente empresas medianas y grandes.

Un rasgo distintivo de las empresas chinas es la importancia que tienen las empresas estatales, tales empresas cubren el 2.3% del total, mientras en el resto de los países estas empresas sólo alcanzan 0.03% en promedio. También, las empresas extranjeras tienen una representación considerable, aunque en menor grado en comparación con México.

Por otro lado, en India el sector privado tiene mayor importancia que en el resto de los países. De esa manera, casi la totalidad de empresas pequeñas son privadas. Y las empresas estatales y extranjeras tienen presencia mínima.

En cuanto a la cantidad de empresas que poseen certificación de calidad internacionalmente reconocida, en China estas empresas representan más de la mitad, mientras que en México e India sólo la cuarta parte, y en Brasil representan sólo el 13.1% del total. Es así que todos los países, excepto Brasil, muestran cifras superiores al promedio de los grupos de referencia. También, en todos los casos, son las empresas grandes las que en mayor grado cuentan con certificación de calidad.

Tabla 11. *Brasil, México, China e India: Características de las empresas, según tamaño de las empresas*

Indicador de empresas \ país	Brasil			México			China			India		
	P	M	G	P	M	G	P	M	G	P	M	G
Tamaño												
Años de antigüedad	16.4	20.9	33.5	18.2	18.8	24.4	10.5	12.1	12.9	14.3	17.8	19.9
Privadas domésticas (%)	98.2	98.4	92.7	99.0	88.5	74.8	92.4	90.7	90.2	99.9	97.9	98.7
Estatales (%)	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.6	3.7	2.0	0.0	0.1	0.2
Privadas extranjeras (%)	1.8	1.5	6.5	0.1	10.9	25.1	1.0	4.7	6.7	0.1	1.8	0.8
Otros (%)	0.0	0.1	0.7	0.9	0.6	0.1	4.9	0.8	1.1	0.0	0.2	0.3
Con certificación internacional de calidad (%)	7.8	20.5	42.1	19.1	34.6	30.6	40.4	64.8	81.0	14.3	32.1	55.4
Exportadoras (%)	6.4	17.7	38.7	2.8	14.4	29.0	14.4	26.3	44.4	3.1	11.1	25.4
Empresas que utilizan insumos de origen extranjero (%)	43.9	61.1	63.2	40.3	50.4	80.3	10.0	14.6	23.3	6.6	17.6	36.7

Fuente: Elaboración propia con base en los Datos de las encuestas de empresas del Banco Mundial.

Nota: P=empresas pequeñas (1-19 empleados), M=empresas medianas (20-99 empleados) y G=empresas grandes (100 a más empleados).

Respecto a la porción de empresas exportadoras, en China éstas representan el 22% del total, seguidas por las empresas exportadoras brasileñas, indias y mexicanas que representan el 11.2%, el 9.6% y el 8.3%, respectivamente, del total de cada país. También, en todos los casos, la presencia de empresas exportadoras se da, en mayor grado, en las empresas grandes. En relación a las empresas que utilizan insumos y materiales de origen extranjero, este tipo de empresas tienen mayor presencia en Brasil y México que en China e India.

Estos últimos datos nos indican que, en general, las empresas chinas están más orientadas a las exportaciones y a la utilización de insumos de procedencia nacional. Mientras que las empresas brasileñas y mexicanas se orientan en menor grado a las exportaciones y emplean insumos tanto nacionales como extranjeros en el mismo grado. Por otro lado, en India las empresas que exportan tienen presencia moderada y menos de la quinta parte de las empresas de este país utilizan insumos extranjeros.

Por último, destacamos los principales obstáculos a los que se enfrentan las empresas en estos países, entre éstos encontramos las tasas de impuestos que deben pagar las empresas. Esta limitación es percibida como una de las principales en los 4 países.

Tabla 12. *Brasil, México, China e India: Principales obstáculos a los que se enfrentan las empresas*

Brasil	México	China	India
Tasas de impuestos	Prácticas de los competidores en el sector informal	Acceso a financiamiento	Corrupción
Fuerza de trabajo inadecuadamente educada	Tasas de impuestos	Prácticas de los competidores en el sector informal	Acceso a fuentes de electricidad
Prácticas de los competidores en el sector informal	Acceso a financiamiento	Tasas de impuestos	Tasas de impuestos
Acceso a financiamiento	Crímenes, robo y desorden	Fuerza de trabajo inadecuadamente educada	Prácticas de los competidores en el sector informal
Reglamentos laborales	Corrupción	Transporte	Acceso a financiamiento

Fuente: Elaboración propia con base en los Datos de las encuestas de empresas del Banco Mundial.

También una de las más importantes limitantes se refiere a las prácticas de los competidores en el sector informal, la cual es señalada por las empresas de Brasil, México y China. Por otro lado, las empresas indias indican que los principales obstáculos a los que se enfrentan son la corrupción y el acceso limitado a servicios de electricidad.

En Brasil y México la corrupción también es uno de los obstáculos a los que se enfrentan las empresas, pero no es percibido como uno de los principales. Mientras en China este problema prácticamente no se percibe.

2.2.1.2. Empresas transnacionales e inversión extranjera directa

La descentralización de las actividades de I+D de las ETN ha sido reportada por varios autores. Aunque en tiempos anteriores los países en vías de desarrollo, como Brasil, India, China y México, raras veces fueron considerados como destinos de este tipo de inversiones, en la actualidad este tipo de países compiten en el plano internacional entre sí por la atracción de inversiones de las ETN, no sólo ofreciendo incentivos y subsidios para la instalación de plantas industriales, sino buscando mecanismos para hacer que tales empresas utilicen la competencia tecnológica para la investigación y el desarrollo de nuevos productos y procesos.

Tanto es así que China ha llegado a posicionarse como primer receptor mundial de los flujos de IED, por delante de Estados Unidos, llegando a alcanzar una cifra de 128 500 millones de dólares en el año 2014 (Informe Sobre las Inversiones en el Mundo, 2015). Asimismo, este país figura en primer lugar en la clasificación de las economías más atractivas para las compañías transnacionales en 2015-2017.

Está atracción de flujos de IED forma parte de las políticas de apertura de China hacia el entorno exterior (López, 2006), juntamente con ciertas características particulares que ostenta el país, tales como ser el mercado interior más grande del mundo con 1.300 millones de consumidores potenciales, ser una economía con una expansión económica, además, mantiene costos de mano de obra bajos, aunque con ciertas variaciones en algunos sectores.

Por su parte, India es uno de los países que más IED recibe a nivel internacional. En 2014 el flujo de IED hacia este país se incrementó con fuerza y alcanzó los 35 000 millones de dólares (Informe Sobre las Inversiones en el Mundo, 2015).

No obstante, en los últimos años las inversiones habían caído como consecuencia de la crisis de la eurozona, los escándalos de corrupción y la parálisis políticas. Los flujos de IED se recuperaron gracias a sus ventajas, entre ellas los servicios altamente especializados, la mano de obra cualificada, angloparlante y, además, de bajo costo, y un mercado potencial amplio de mil millones de habitantes. También este país mejoró su posición Doing Business del Banco Mundial, en la subió cuatro puntos y pudo alcanzar el lugar 130 de 189 países. De esa manera ocupaba el puesto 10 de las principales economías receptoras de IED en el año 2014 y ascendió al puesto 3 en el año 2016.

Por su parte, Brasil y México son los países con mayores ingresos de IED en América latina, ocupando el primer y segundo lugar, respectivamente. La IED hacia Brasil experimentó un auge durante el periodo 2009-2011, sin embargo, tuvo un tendencia decreciente desde entonces.

La IED en Brasil alcanzó la cifra de 64 000 millones de dólares en 2013, pero fue disminuyendo llegando a 56 000 millones en 2015. Aunque el país sigue siendo el primer receptor de IED de América Latina y el quinto a nivel mundial, sus inversiones se han visto afectadas por la crisis económica que esta atravesando.

No obstante, los factores que actúan negativamente en las IED, Brasil es un país atractivo para las inversiones, debido a que ofrece una mercado de casi 200 millones de habitantes, facilidades en el acceso a las materias primas y una ubicación estratégica que facilita el acceso a otros países de América del Sur.

Mientras tanto en México, los flujos IED llegaron a su punto más alto en 2013 y cayeron drásticamente en 2014 debido a la llegada y partida de grandes grupos internacionales. Esta evolución se debe a algunos factores inusuales, primeramente las cifras de IED de 2013 fueron mucho más altas de lo normal debido a la adquisición de la cervecera Grupo Modelo por una empresa europea por un precio de 13 249 millones de dólares. Luego, ocurrió una significativa desinversión por parte de la estadounidense AT&T, que vendió su participación en América Móvil por 5 570 millones de dólares.

Aunque, la competitividad mexicana se ha visto afectada por el crecimiento del crimen organizada y la corrupción, una ola de reformas iniciadas en 2014 podría ayudar a mejorar la situación regulatoria en México. Con todo, el clima empresarial en México es positivo, en efecto, el país aparece en el puesto 38 del informe Doing Business 2016 del Banco Mundial.

En el siguiente gráfico se puede apreciar la tendencia de los ingresos de IED de Brasil, México, China e India. De acuerdo a las cifras que presentan, en todos los años China sobresale largamente sobre los otros tres países, luego siguen Brasil, India y México. Aunque en el 2013 México supera a India, situación que se explica por ciertos hechos inusuales ocurridos en México en cuanto a los flujos de la IED.

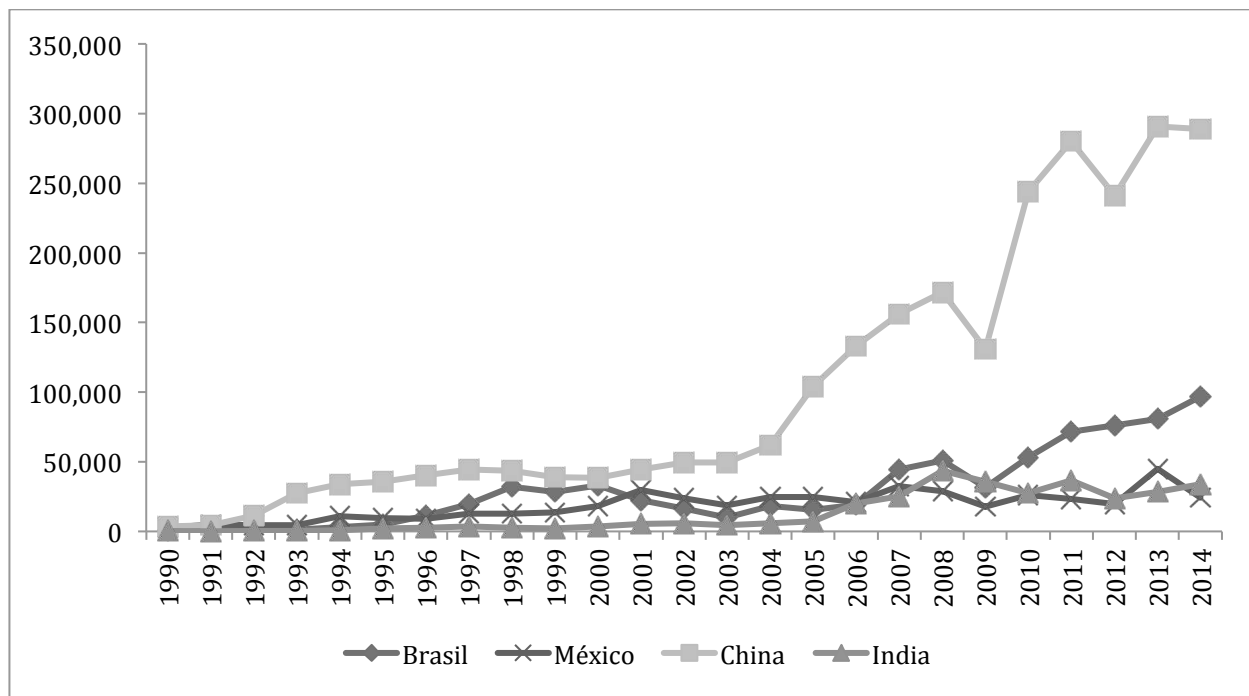


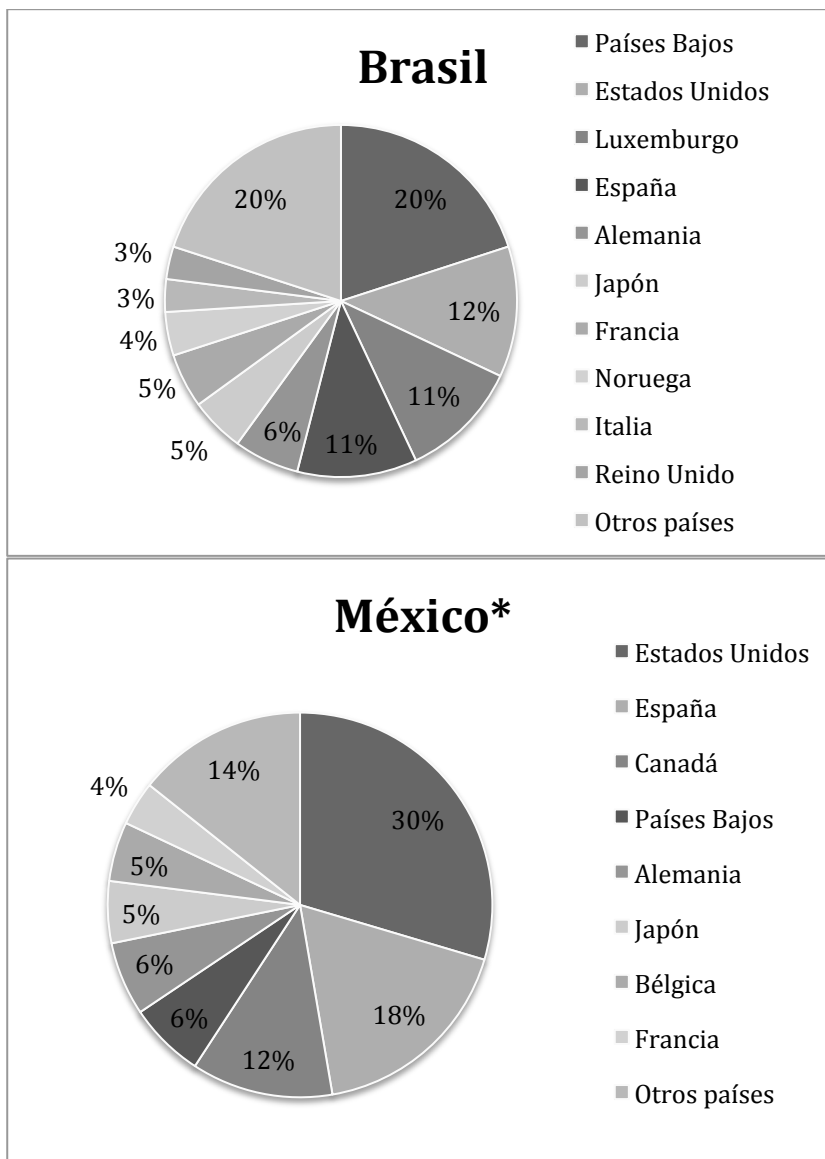
Gráfico 5. Brasil, China, India y México: IED en millones de dólares, 1990-2014
 Fuentes: Elaboración propia con base en UNCTAD

Igualmente, de acuerdo con la lista de los principales países receptores de IED para 2015, China, Brasil, India y México, se ubican en los puestos 1°, 4°, 10° y 13°, respectivamente (Informe Sobre las Inversiones en el Mundo, 2015). Adicionalmente, de acuerdo al porcentaje del PIB que representa la IED en cada país, encontramos que en el año 2013, la IED significó para México, Brasil, India y China el 3.0%, el 2.8%, el 1.5% y el 1.3%, respectivamente (UNCTAD, 2013).

Estos países también presentan algunas diferencias en cuanto al origen de la IED realizada en sus economías. De acuerdo con los últimos datos disponibles, cerca de las tres cuartas partes de la IED que ingresó a China proviene de un único país, Hong Kong. La otra cuarta parte se distribuye entre varios países, entre los que destacan Singapur, Taiwán y Corea del Sur.

La situación de Brasil es diferente, dado que alrededor de la mitad de la IED proviene de cuatro principales países. En primer lugar está Países Bajos con un 20% de participación, luego, Estados Unidos, Luxemburgo y España con participaciones similares.

En los casos de India y México sucede algo parecido, en el sentido de que son dos países de los que provienen cerca de la mitad de la IED que ingresan a sus economías. En el caso de India son Isla Mauricio y Singapur, y en México son Estados Unidos y España.



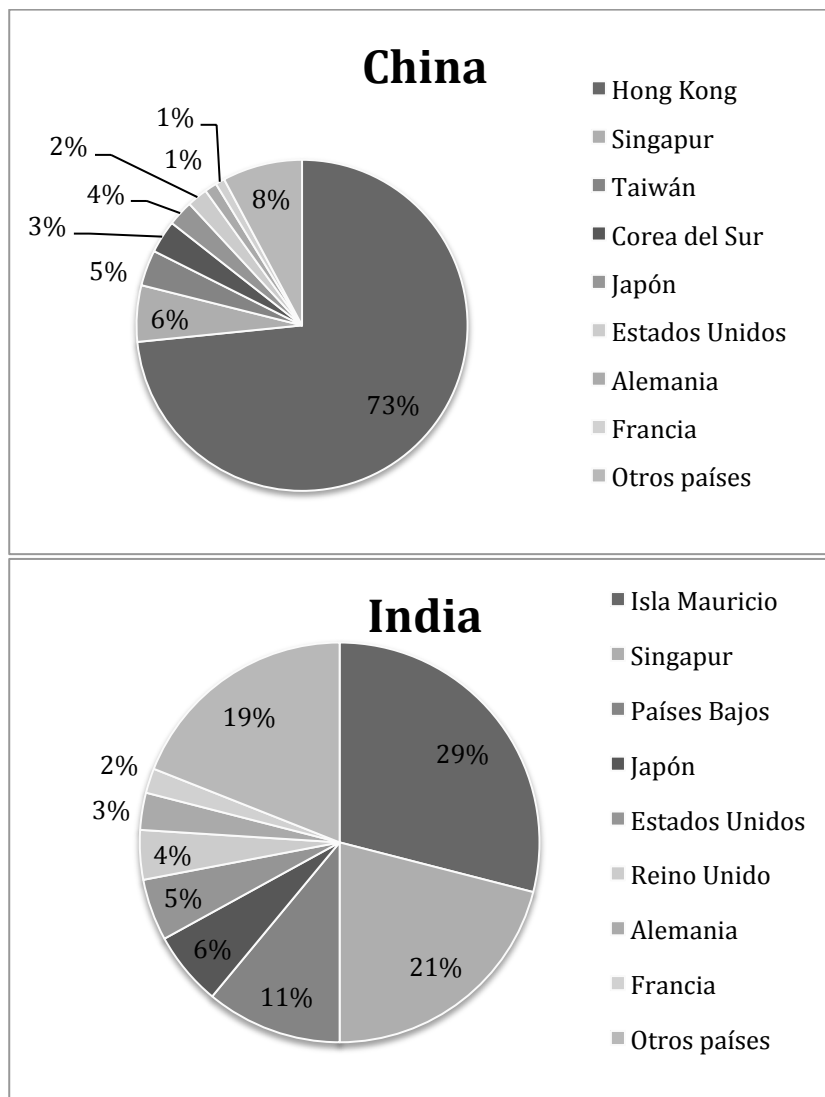
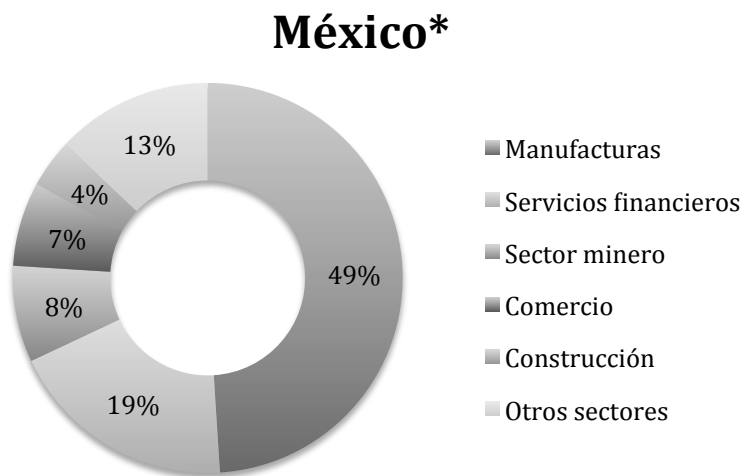
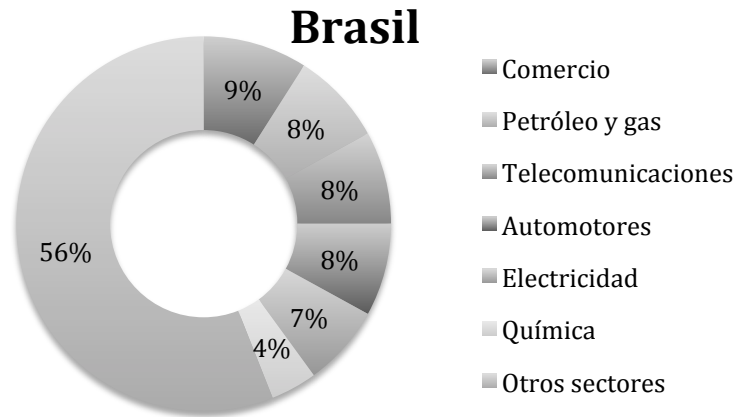


Gráfico 6. Brasil, China, India y México: Principales países inversores de la IED, por países.
 Fuentes: Elaboración propia con base en Banco Central de Brasil. Secretaría de Economía de México. Ministerio de Comercio de China. Ministerio de Comercio e Industria de India.
 Nota: *Estos datos corresponden al año 2014, en los demás casos son cifras del año 2015.

Adicionalmente, podemos observar ciertas desigualdades entre estos cuatro países en cuanto a la distribución de la IED de acuerdo a los sectores a los que se dirigen. Por un lado están China y México, estos países se caracterizan por la fuerte presencia del sector manufacturero en la captación de IED, en ambos casos el sector de las manufacturas llega a cubrir casi la mitad de la IED.

Y por otro lado, tanto Brasil como India muestran una mayor diversificación de los sectores destino de las IED, aunque en mayor grado en el caso de Brasil, donde ningún sector logra cubrir más de la decima parte de los ingresos de IED. En India, sin embargo, esta distribución

se muestra más pareja, donde más del 60% de la IED se distribuye manera similar entre los cuatro sectores principales.



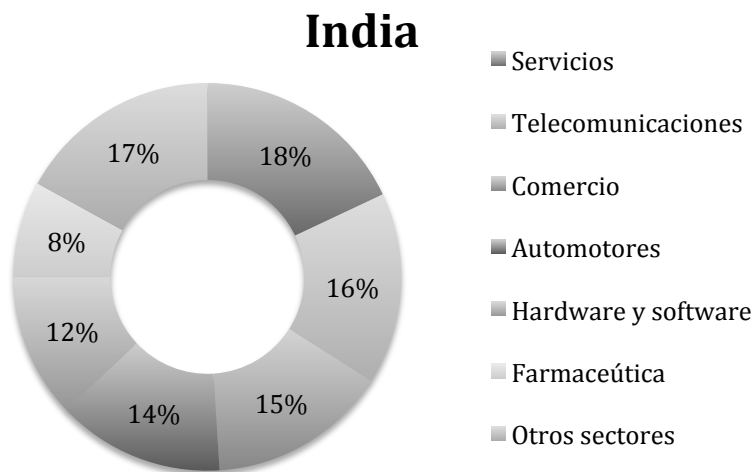
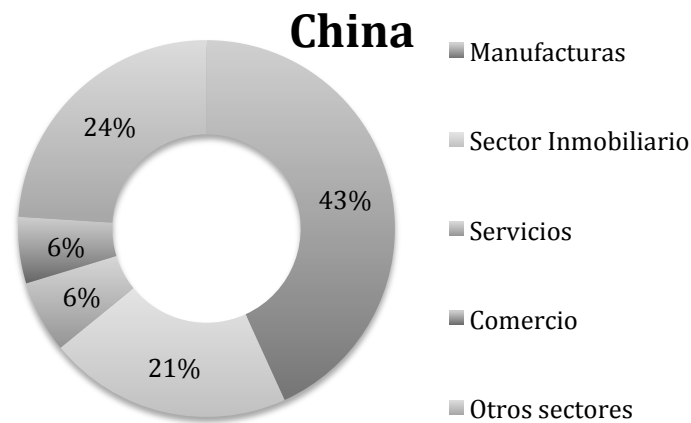


Gráfico 7. Brasil, China, India y México: Principales sectores de destino de la IED, por países.
 Fuentes: Elaboración propia con base en Banco Central de Brasil. Secretaría de Economía de México. Ministerio de Comercio de China. Ministerio de Comercio e Industria de India.
 Nota: *Estos datos corresponden al año 2014, en los demás casos son cifras del año 2015.

Una información de especial importancia es la relacionada con el número de empresas transnacionales que operan en estos países. Ante la falta de datos más recientes, de acuerdo con los datos de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD por siglas en inglés) para el año 2005, las 100 mayores ETN del mundo estaban presentes en 40 países extranjeros en promedio. Para los casos específicos de Brasil, México y China, de las 100 ETN más grandes a nivel mundial se ubicaban en estos países 81, 78 y 66 empresas, respectivamente. No se ha podido encontrar datos para India.

2.2.2. Producción y crecimiento sectorial

Las siguientes tablas muestran la estructura industrial de Brasil, México, China e India para el año 2013 y las tasas de crecimiento promedio anual que experimentó cada industria con base en las cifras del año 2005.

Durante tal periodo Brasil y México tienen estructuras productivas similares. No obstante, la producción de Brasil es dos veces mayor a la de México la distribución por industria es en, cierta medida, equivalente. En efecto, comparten los mismos 4 sectores principales, los cuales son: alimentos y bebidas; coque, productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear; productos químicos; y vehículos de motor, remolques y semirremolques. Sin embargo, este último representa una mayor parte de la producción en México que en Brasil.

Tabla 13. *Brasil y México: Producción por sectores, 2013*

País	Brasil		México		
	Industria	Valor añadido en Millones de US\$	%	Valor añadido en Millones de US\$	%
	Alimentos y bebidas	89,076	20.8%	32,486	22.6%
	Productos químicos	47,980	11.2%	16,965	11.8%
	Coque, productos de la refinación del petróleo	43,498	10.2%	15,879	11.0%
	Vehículos de motor, remolques, semirremolques	43,354	10.1%	27,326	19.0%
	Maquinaria y equipo mecánico	30,653	7.2%	4,043	2.8%
	Metales básicos	23,659	5.5%	9,903	6.9%
	Fabricación de productos metálicos	17,886	4.2%	5,102	3.5%
	Productos de caucho y plásticos	17,598	4.1%	4,756	3.3%
	Productos minerales no metálicos	17,297	4.0%	5,377	3.7%
	Papel y productos de papel	13,985	3.3%	3,093	2.1%
	Maquinaria y aparatos eléctricos	12,674	3.0%	4,418	3.1%
	Oficina, contabilidad e informática	12,513	2.9%	4,386	3.0%
	Muebles; otras industrias manufactureras	11,675	2.7%	3,186	2.2%
	Prendas de vestir, pieles	10,900	2.5%	1,836	1.3%
	Cuero, productos de cuero y calzado	7,856	1.8%	966	0.7%
	Otro equipo de transporte	7,677	1.8%	...	...
	Tejidos	7,652	1.8%	1,541	1.1%
	Productos de madera (excl. Mobiliario)	4,782	1.1%	242	0.2%
	Impresión y publicación	4,220	1.0%	...	...
	Productos de tabaco	3,121	0.7%	2,547	1.8%
	Total	428,056	100%	144,052	100%

Fuente: Elaboración propia con base en UNIDO

Por otro lado, también China e India muestran semejanzas en la distribución de su producción. Aunque, la producción de China es largamente superior a la comparación. Una característica que resalta de estos dos países es que muestran estructuras productivas menos concentradas en comparación a Brasil y México.

Tabla 14. *China e India: Producción por sectores, 2013, 2014*

País	China		India		
	Industria	Valor añadido en Millones de US\$	%	Valor añadido en Millones de US\$	%
	Metales básicos	184,865	14.3%	20,140	11.1%
	Productos químicos	139,800	10.8%	29,561	16.3%
	Alimentos y bebidas	114,540	8.8%	15,839	8.7%
	Maquinaria y equipo mecánico	109,347	8.4%	13,438	7.4%
	Radio, televisión y comunicaciones	87,354	6.7%	...	...
	Tejidos	67,789	5.2%	11,376	6.3%
	Vehículos de motor, remolques, semirremolques	67,013	5.2%	13,884	7.7%
	Productos minerales no metálicos	64,622	5.0%	10,526	5.8%
	Maquinaria y aparatos eléctricos	62,234	4.8%	7,916	4.4%
	Fabricación de productos metálicos	59,189	4.6%	7,175	4.0%
	Prendas de vestir, pieles	42,372	3.3%	4	0.0%
	Coque, productos de la refinación del petróleo	40,620	3.1%	24,771	13.7%
	Productos de caucho y plásticos	38,857	3.0%	6,087	3.4%
	Productos de tabaco	38,368	3.0%	2,521	1.4%
	Papel y productos de papel	36,282	2.8%	2,098	1.2%
	Oficina, contabilidad e informática	28,842	2.2%	4,145	2.3%
	Muebles; otras industrias manufactureras	26,334	2.0%	3,301	1.8%
	Otro equipo de transporte	24,597	1.9%	4,888	2.7%
	Cuero, productos de cuero y calzado	19,043	1.5%	1,264	0.7%
	Instrumentos médicos, ópticos y de precisión	16,812	1.3%	...	...
	Productos de madera (excl. Mobiliario)	15,105	1.2%	514	0.3%
	Impresión y publicación	9,095	0.7%	1,860	1.0%
	Reciclaje	2,130	0.2%	...	...
	Total	1,295,210	100%	181,308	100.0%

Fuente: Elaboración propia con base en UNIDO

Nota. Los datos de China corresponde al año 2013. Los datos de India corresponde al año 2014

Otra característica que comparten Brasil y México en términos productivos, es que las industrias de mayor importancia no son, precisamente, las que hayan experimentado un

crecimiento más dinámico durante los últimos años. Otra vez, la única industria que genera la diferencia para México respecto a Brasil es vehículos de motor, remolques y semirremolques. Dado que esta industria, además, de la importancia que tiene para el sector productivo mexicano fue una de las más dinámicas. El dinamismo de este sector se debe en buena medida a los flujos de IED que recibe (CEPAL, 2017)

Respecto a China e India, tampoco parece haber una relación entre los sectores más importantes y los dinámicos. Aunque cabe destacar, especialmente en India, que las tasas de crecimiento promedio anual son semejantes para todas las industrias.

En Brasil y México, sucede lo contrario, el dinamismo es asimétrico. En ambos casos oficina, contabilidad e informática sobre sale con una tasa de crecimiento promedio anual muy alta respecto a las otras industrias.

Tabla 15: *Brasil, México, China e India: Tasa de crecimiento promedio anual por industria, 2005-2013*

Industria\País	Brasil	México	China	India
Alimentos y bebidas	12%	7%	7%	11%
Coque, productos de la refinación del petróleo	8%	13%	7%	10%
Cuero, productos de cuero y calzado	11%	9%	7%	10%
Fabricación de productos metálicos	11%	14%	9%	13%
Impresión y publicación	-4%	...	6%	5%
Instrumentos médicos, ópticos y de precisión	...	...	8%	...
Maquinaria y aparatos eléctricos	14%	10%	9%	11%
Maquinaria y equipo mecánico	13%	6%	8%	13%
Metales básicos	4%	8%	8%	6%
Muebles; otras industrias manufactureras	18%	20%	7%	14%
Oficina, contabilidad e informática	35%	49%	4%	23%
Otro equipo de transporte	10%	...	9%	8%
Papel y productos de papel	9%	4%	6%	6%
Prendas de vestir, pieles	18%	14%	7%	-48%
Productos de caucho y plásticos	11%	11%	8%	13%
Productos de madera (excl. Mobiliario)	7%	2%	10%	11%
Productos de tabaco	11%	4%	5%	8%
Productos minerales no metálicos	14%	0%	8%	13%
Productos químicos	10%	2%	7%	9%
Radio, televisión y comunicaciones	...	...	5%	...
Reciclaje	...	...	14%	...
Tejidos	8%	1%	6%	9%
Vehículos de motor, remolques, semirremolques	13%	13%	9%	10%
Total	11%	8%	7%	9%

Fuente: Elaboración propia con base en UNIDO

2.2.3. Balanza comercial sectorial

El siguiente gráfico muestra la distribución de las exportaciones de Brasil, México, China e India de acuerdo a sus principales industrias para los años 2000 y 2015. En Brasil las industrias que más exportan son productos agrícolas, comida y artículos, y combustibles y productos mineros. Estas exportaciones conformaron las dos terceras partes del total en el año 2015. Estas industrias junto a los combustibles fueron las que tuvieron un crecimiento mayor respecto a las otras (20% de tasa de crecimiento promedio anual).

En México, China e India, la mayor parte de exportaciones se concentra en las industrias de artículos y las relacionadas con los automotores, pero muestran contrastes respecto al dinamismo con el cual crecieron sus industrias durante los años 2000-2015.

En México, el crecimiento de las exportaciones entre los años 2000 y 2015 ha sido similar en casi todas las industrias (tasas de crecimiento promedio entre 6-8%). Mientras en China e India las exportaciones en gran parte de las industrias experimentaron tasas de crecimiento promedio anual entre 15-20%.

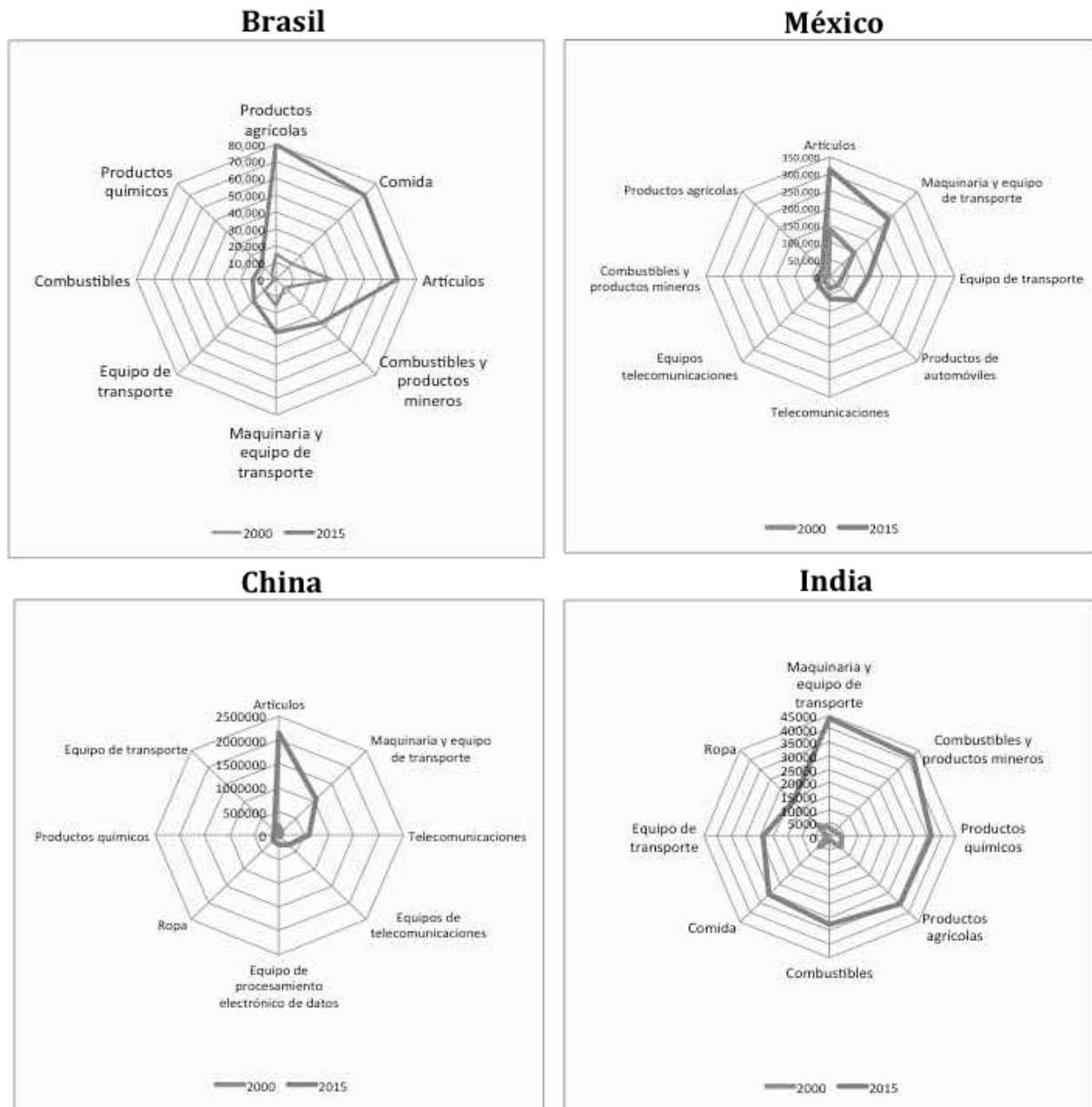


Gráfico 8. Brasil, México, China e India: Exportaciones por sector, 2000 y 2015.
 Fuente: Elaboración propia con base en WTO

En términos de balanza comercial los países muestran tendencias diferenciadas. China cuenta con superávit comercial durante todo el periodo aunque con importantes variaciones. En India sucede lo mismo, pero con déficit comercial. Mientras México muestra cifras de déficit menos variantes en el tiempo. Y Brasil pasó de tener superávit a un déficit, a partir del 2008 y se recupera en los últimos años.

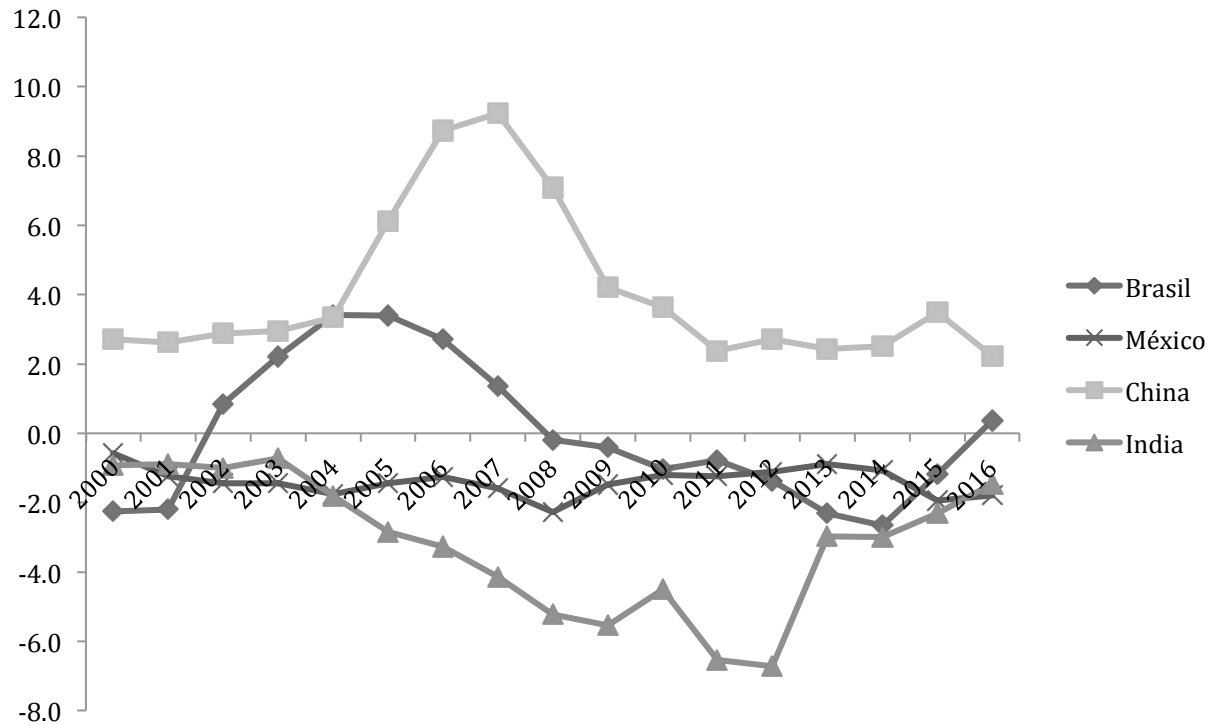


Gráfico 9. Brasil, México, China e India: Balanza comercial (%PIB), 2000-2016
 Fuente: Elaboración propia con base en Banco mundial

En los siguientes gráficos se muestran las balanzas comerciales de mercancías de acuerdo a los sectores por países. En Brasil se puede ver que los sectores con superávit son generalmente aquellos de bienes primarios, mientras los sectores con déficit son aquellos más intensivos en conocimiento tecnológico. Por su parte México muestra una balanza bastante equilibrada en gran parte de los sectores. Mientras goza de un superávit en los sectores relacionados con la industria automotriz, tiene un fuerte déficit en productos químicos. Por otra parte China muestra un superávit muy marcado en los principales sectores de exportación. Mientras en India se evidencia un déficit comercial en los principales sectores de exportación.

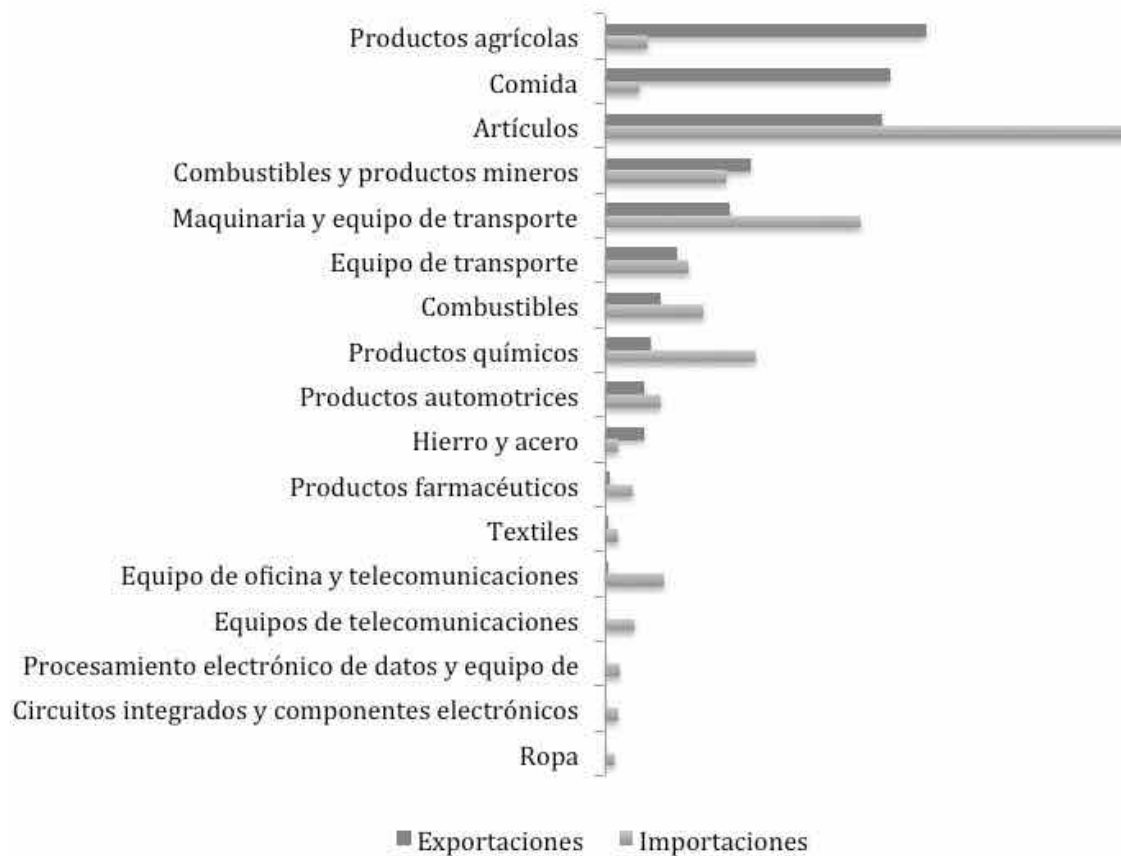


Gráfico 10. Brasil: Balanza comercial sectorial, 2015
 Fuente: Elaboración propia con base en WTO

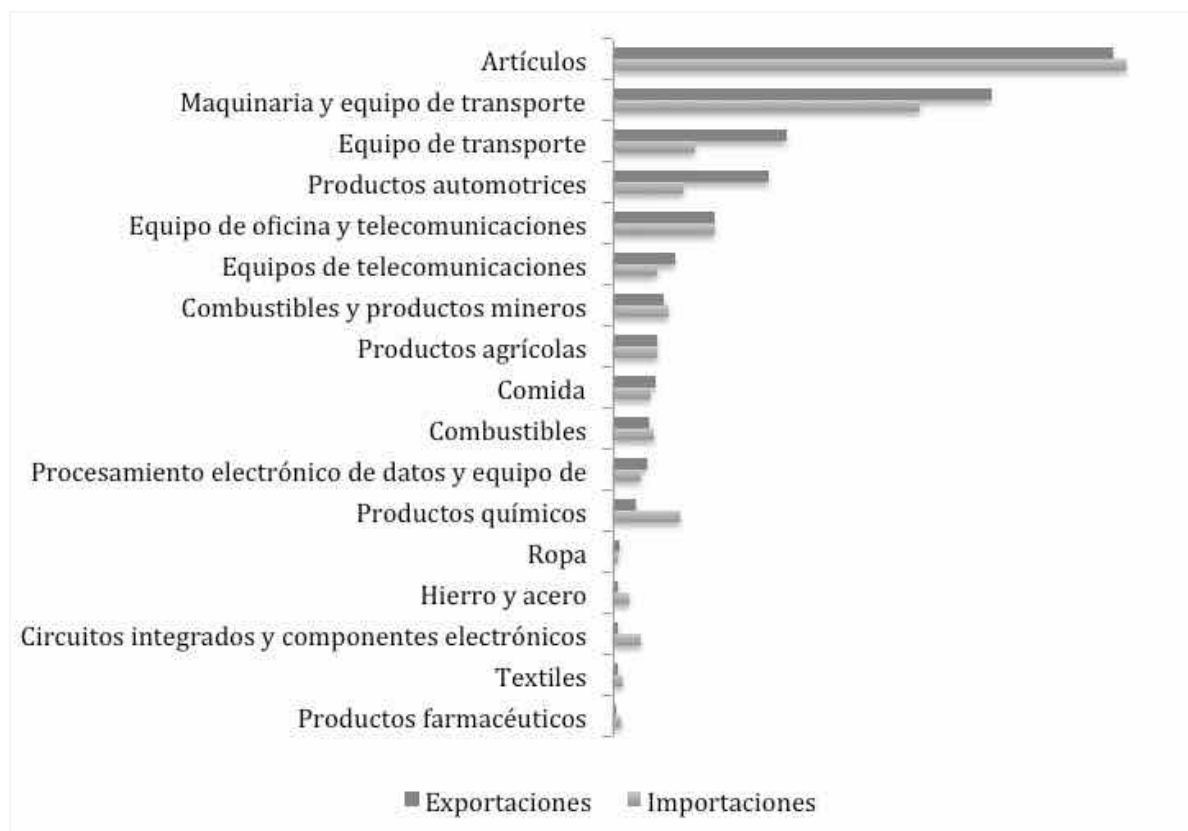


Gráfico 11. México: Balanza comercial sectorial, 2015
 Fuente: Elaboración propia con base en WTO

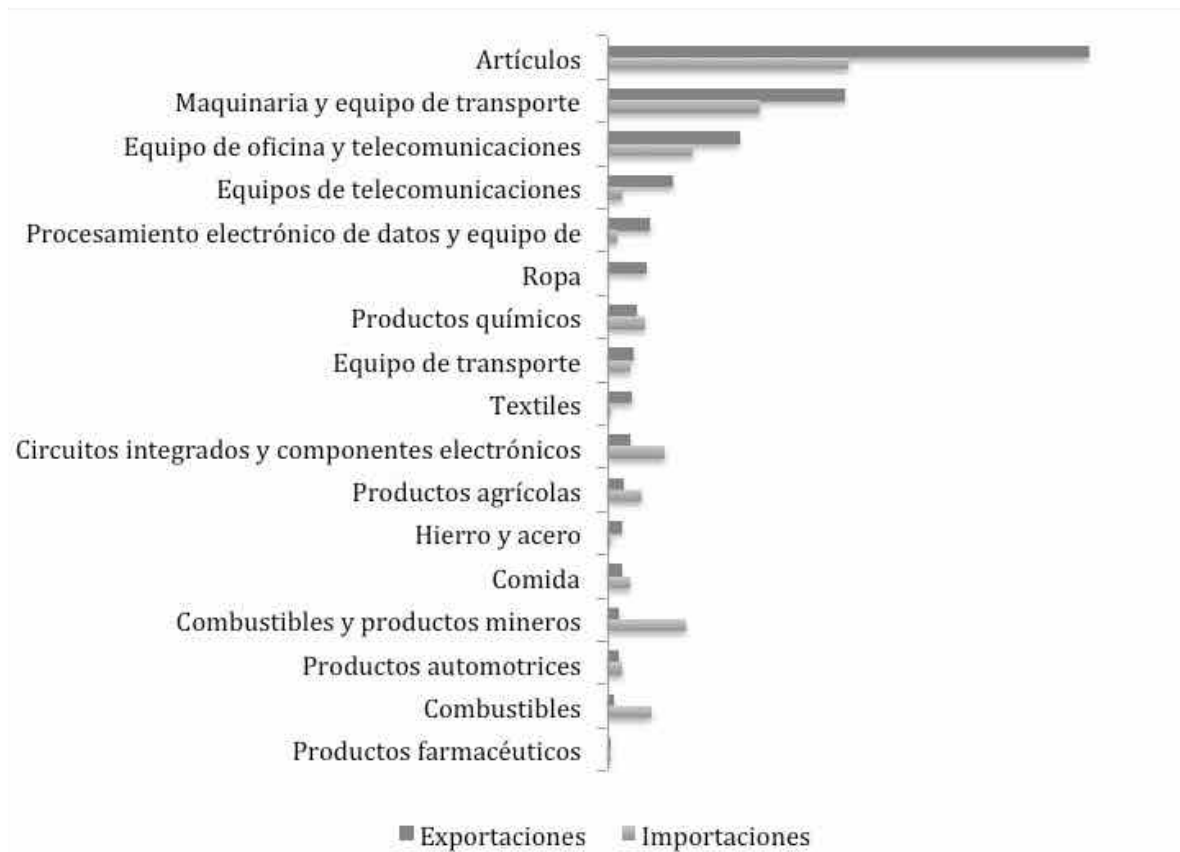


Gráfico 12. China: Balanza comercial sectorial, 2015

Fuente: Elaboración propia con base en WTO

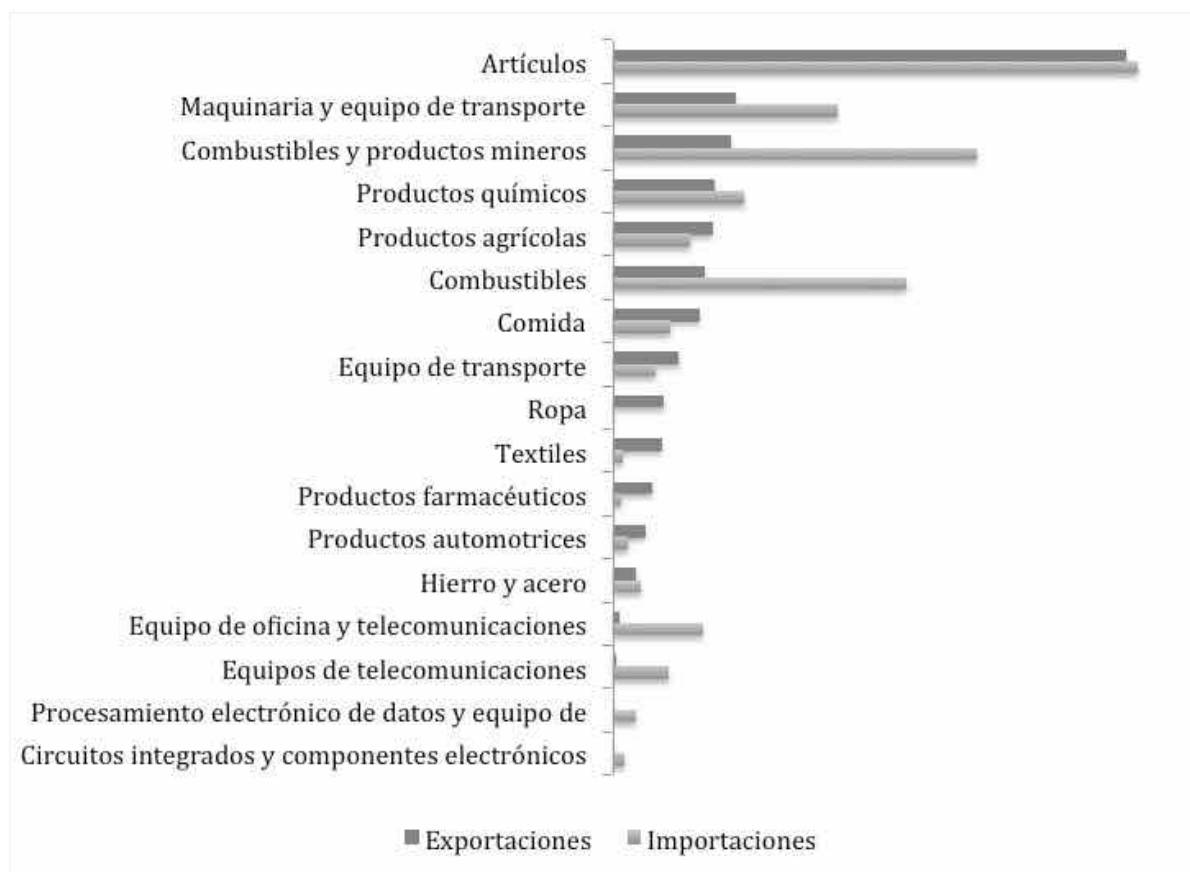


Gráfico 13. India: Balanza comercial sectorial, 2015
 Fuente: Elaboración propia con base en WTO

2.3. Capacidades institucionales, científicas y tecnológicas.

2.3.1. Esfuerzos institucionales

Conforme se ha señalado en el capítulo anterior el marco institucional desempeña un papel importante en la creación y desarrollo de capacidades así como en la orientación de las actividades de los diferentes agentes relacionados con la generación de innovaciones. Este conjunto puede incluir una serie de instituciones de diferentes tipos, entre ellas están las instituciones públicas y privadas, entidades financieras, instituciones de formación, entre otros.

Tabla 16. *Brasil, México, China e India: Indicadores de instituciones, 2006-2007 y 2015-2016*

Años	2006-2007				2015-2016			
	Brasil	México	China	India	Brasil	México	China	India
Instituciones	3.4	3.6	3.6	4.5	3.2	3.3	4.1	4.1
Instituciones privadas	4.3	4.4	3.6	4.9	3.7	4.0	4.1	4.4
Instituciones públicas	3.0	3.3	3.6	4.3	3.1	3.1	4.2	4.0
Eficiencia del gobierno	2.6	3.3	3.4	4.0	2.5	3.1	4.0	4.0

Fuente: The Global Competitiveness Report 2006-2007 y 2015-2016

En estos términos, de acuerdo con el Informe Global de Competitividad, solamente China ha logrado avances durante los últimos años. Sin embargo en la clasificación a nivel mundial ocupa el puesto 50 respecto a la competitividad de sus instituciones. Mientras tanto los otros países, en especial México, experimentaron grandes retrocesos.

Ahora nos interesa conocer el entramado institucional relacionado directamente con las actividades de ciencia, tecnología e innovación, y especialmente los sistemas de propiedad intelectual de dichos países.

Brasil

El sistema brasileño de ciencia, tecnología e innovación tiene como órgano principal al Ministerio de Ciencia y Tecnología. Dentro de sus principales competencias están: elaboración de política nacional de ciencia, tecnología e innovación; coordinación y supervisión de las actividades de ciencia y tecnología; elaboración de políticas nacionales relativas a la bioseguridad, el espacio y la energía nuclear, y control de la exportación de bienes sensibles.

También, el ministerio ejerce la secretaría del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en la implementación de políticas de desarrollo científico y tecnológico. Según Estudios y Documentos de Política Científica en ALC las principales instituciones con las que cuenta dentro de sus dependencias son:

- Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq)
- Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP)
- Coordinación de Perfeccionamiento de Personal de Nivel Superior (CAPES)
- Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES)
- Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FNDCT).

Asimismo, cuenta con cuatro secretarías cuyas funciones consisten en articular, gestionar y ejecutar políticas y programas relativos a sus áreas de competencia. Estas secretarías son: Secretaría de Políticas y Programas de Investigación y Desarrollo, Secretaría de Ciencia y Tecnología para la Inclusión Social, Secretaría de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y Secretaría de Política Informática.

Además, se encuentran distintos ministerios que ejecutan actividades científicas y tecnológicas, a través de centros de investigación, comisiones, etc. Entre ellos destacan el Centro de Investigación y Desarrollo Leopoldo Américo M. De Mello que pertenece al Ministerio de Minas y Energía y la Fundación Instituto Oswaldo Cruz del Ministerio de Salud. Asimismo, se ubica la Agencia Brasileña de Desarrollo Industrial cuya función es financiar actividades de investigación en el sector industrial.

México

En México el Consejo General de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico es la institución del gobierno federal que se encarga de la formulación de políticas y de coordinar de las actividades científicas y tecnológicas.

El Consejo es presidido por el Presidente de la República y conformado por los titulares de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación, las asociaciones de científicos y de la academia. Mientras el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) ejerce el cargo de Secretario Técnico de tal instancia.

CONACYT como entidad asesora del Poder Ejecutivo Federal se especializa en la articulación de políticas públicas para la promoción del desarrollo científico, tecnológico y de innovación. Entre sus tareas están: promoción de la investigación básica y aplicada; gestión de programas de formación de recursos humanos calificados, y fomento de innovación productiva.

Adicionalmente, existen consejos estatales de ciencia y tecnología en los distintos estados, los que a su vez se coordinan con el nivel federal a través de la Conferencia Nacional de Ciencia y Tecnología.

Asimismo, se cuenta con un conjunto de Centros de Investigación y universidades coordinados por CONACYT. Además de otros organismos de servicios científicos y tecnológicos, tales como INFOTEC y Canacindra.

China

En China los esfuerzos realizados por parte del Estado para el desarrollo de la ciencia y la tecnológica, principalmente, se realiza a través de las siguientes instituciones:

- Ministerio de Ciencia y Tecnología
- Academia China de Ciencias
- Fundación Nacional China de la Ciencia
- Ministerio Nacional de la Defensa de China
- Centros e institutos de investigación, los cuales son parcial o totalmente de propiedad estatal.

Por su parte el Ministerio de Ciencia y Tecnología de la República Popular China, como componente del Consejo de Estado, se encarga de dirigir la ciencia y la tecnología. Sus facultades principales consisten en estudiar y presentar la estrategia de desarrollo, a nivel macroeconómico, de la ciencia y la tecnología y las orientaciones de políticas y reglamentos para promover el desarrollo económico y social.

También se encarga de estudiar los problemas importantes relacionados con el fomento del desarrollo económico y social mediante la ciencia y tecnología. Y promueve la construcción del sistema estatal de innovación y el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas.

A su vez, el Ministerio mantiene nueve departamentos funcionales: la oficina general, el departamento de personal, el de políticas y reglamentos y reforma del sistema, el de planificación del desarrollo, el de condiciones y asuntos financieros, el de cooperación internacional, el de investigación básica, el de desarrollo e industrialización de los logros de la alta y nueva tecnología, y el de desarrollo rural y social (Ministerio de Ciencia y Tecnología de la República Popular de China, 2015).

India

El Gobierno Central de la India con el objetivo de promover las actividades científicas y tecnológicas y apoyar los proyectos de I+D que se llevan a cabo en las universidades y laboratorios locales ha creado una serie de instituciones y departamento. Entre ellos:

- Departamento de Ciencia y Tecnología

- Departamento de Biotecnología
- Departamento de Energía Atómica
- Departamento de Investigación Científica e Industrial
- Departamento de Investigación y Educación Agrícola
- Departamento de Investigación de la Salud
- Ministerio de Fuentes de Nuevas Energías y Renovables
- Ministerio de Tecnología de la Comunicación e Información
- Ministerio de Medioambiente y Bosques
- Departamento Espacial
- Organización de Investigación para la Defensa y el Desarrollo
- Ministerio de Ciencias Terrestres

Adicionalmente, los gobiernos regionales cuentan con sus propias instituciones de investigación, las que generalmente se componen por universidades y centros de I+D. A su vez los gobiernos regionales establecen Consejos Regionales de Ciencia y Tecnología.

2.3.1.1. Sistema de propiedad intelectual

En América Latina se adoptaron medidas estrictas en materia de derecho intelectual en el marco de los acuerdos internacionales que se suscribieron con la OMC. En su mayoría las leyes se formularon en los años 90, aunque de manera diferencial entre los países (Guzmán, 2014).

Brasil

El Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) de Brasil, fue creado en 1970. Su creación fue vinculada al Ministerio de Industria, Comercio Exterior y Servicios. Dentro de los principales servicios que brinda el INPI están los registros de marcas, diseños industriales, indicaciones geográficas, programas de computadora y topografías de circuitos integrados; las concesiones de patentes y las anotaciones de contratos de franquicia y de las distintas modalidades de transferencia de tecnología.

Brasil ha cimentado un sistema de propiedad intelectual en conformidad con los acuerdos de la OMC sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual. Incluso en algunos casos supera los niveles internacionales.

Sin embargo, pese al esfuerzo en el fortalecimiento de los derechos de propiedad intelectual, la entidad encargada de otorgar los derechos de patentes ha sido fuertemente criticada por los periodos prolongados entre la solicitud y la concesión de las patentes y los altos pagos de derechos (Guzmán, 2014). Es así que experimentó retrocesos conforme a la fortaleza de su sistema de propiedad intelectual pasó de ocupar el puesto 65 al puesto 83 (Informe Global de Competitividad, 2006-2007 y 2015-2016).

México

En México, luego del agotamiento del modelo de industrialización por sustitución de importaciones, se emprendieron medidas de apertura comercial y de orientación hacia las exportaciones. De esa manera el país se unió como miembro del GATT en 1986 y, posteriormente, en 1995 se incorporó a la OMC.

Adicionalmente, el país pasó a formar parte de un mercado de libre comercio con sus países vecinos en América del Norte en el marco del TLCAN en 1993. Por tal razón en el año 1991 se realizó una reforma en las leyes de patentes, la cual se preveía para 1997 conforme a las negociaciones con la OMC (Guzmán y Zuñiga, 2004).

En este contexto México se vio en la obligación de armonizar sus leyes y garantizar los derechos de propiedad intelectual de acuerdo con los lineamientos de la OMC y acuerdos internacionales. Así, en 1993 fue creado el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI). Este organismo posee la facultad legal de otorgar o rechazar el título de propiedad de marcas y patentes a nivel nacional.

Al igual que Brasil, México también experimentó retrocesos conforme a la fortaleza de su sistema de propiedad intelectual pasó de ocupar el puesto 57 al puesto 76 (Informe Global de Competitividad, 2006-2007 y 2015-2016).

China

La Oficina Estatal de Propiedad Intelectual de la República Popular de China fue fundada en 1980. Esta entidad es responsable del otorgamiento de patentes y la coordinación integral de asuntos de propiedad intelectual.

Dentro del desarrollo institucional orientado a las capacidades de innovación en China, una de las tareas más importantes es continuar fortaleciendo el sistema de protección intelectual. No obstante se han logrado progresos sustanciales, la protección de los derechos de propiedad intelectual aun es relativamente débil (Fu, 2015). Situación que ha sido ampliamente señalada por los inversores extranjeros y las empresas transnacionales. Dado que es una restricción significativa en el uso de tecnología más avanzada en su producción en territorio Chino.

El fortalecimiento de la protección de los derechos de propiedad intelectual en China es de gran significado debido a que favorecerá la atracción de inversiones intensivas en I+D por parte de las empresas transnacionales, además. promoverá la colaboración tecnológica a nivel internacional.

Por tal razón se reconocen los esfuerzos del gobierno en materia de derechos de propiedad intelectual, es así que China ha logrado avanzar en relación a otros países. En una década, específicamente entre 2006 y 2016, pasó de ocupar el puesto 70 al puesto 63 conforme a la fortaleza de su sistema de propiedad intelectual (Informe Global de Competitividad, 2006-2007 y 2015-2016).

India

En India el gobierno ha mostrado claras intenciones de establecer un mercado que brinde garantías para los productos extranjeros, es así que las primeras legislaciones relacionadas con la protección de patentes se implantaron en el año 1856, cuando aún no se había fundado la primera universidad en el país (Shiva, 2003).

No obstante, las leyes otorgaban ciertos privilegios al titular de la patente durante un periodo de 14 años, no contemplaba patentes en los sectores de alimentación, medicina y fármacos. Posteriormente, hubieron revisiones sucesivas hasta que en 2005 se homologaron con el acuerdo de la OMC sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual. En adelante, se amplían a todos los campos tecnológicos y la vida útil de las patentes se extiende de 14 a 20

años. Todas las demás leyes, concretamente la Ley de *Copyright*, la Ley de Registro de Diseños y la Ley de Marcas Registradas, están en concordancia con los tratados internacionales.

En comparación con Brasil, México y China, India posee y ha mantenido un sistema de propiedad intelectual más fuerte. Esto a pesar de que en la última década de acuerdo con el informe global de competitividad retrocedió 11 lugares en relación a los demás países del mundo, es decir, experimentó retrocesos conforme a la fortaleza de su sistema de propiedad intelectual, pasando del puesto 39 al puesto 50 (Informe Global de Competitividad, 2006-2007 y 2015-2016).

2.3.2. Políticas científicas y tecnológicas

2.3.2.1. Políticas científicas, tecnológicas y de innovación en Brasil

En América Latina fue común la introducción de fondos financieros para las actividades de ciencia y tecnología. El caso brasileño tiene ciertas particularidades que lo distinguieron de los demás países.

La recaudación de los recursos y las formas de administración de los fondos en Brasil se regían bajo un modelo complejo y selectivo en el que había una coordinación entre la oferta y la demanda de conocimiento científico y tecnológico, es decir, una coordinación entre las universidades y centros de investigación, y el sector productivo (Cimoli, 2008).

Bajo esta postura selectiva, se crearon fondos sectoriales, cuyos recursos provenían de las empresas pertenecientes a cada sector. Además el número de fondos correspondía de sectores considerados estratégicos, los cuales fueron: petróleo, energía, transportes, recursos hídricos, actividades espaciales, telecomunicaciones, informática, biotecnología, agronegocios y salud.

Igualmente, en Brasil se esforzaron por crear una infraestructura institucional a nivel sectorial. Por ejemplo, en el sector agrícola se creó la Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa) en 1973. Para la industria aeroespacial se creó el Centro Técnico Aeroespacial (CTA) a principios de los años cincuenta. Además, se crearon algunos centros de investigación dirigidos por empresas estatales, tales como: el Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL) fundado en 1973 y dirigido por Eletrobras, y el Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo M. de Mello (CENPES), fundado en 1995 y administrado por Petrobrás (Pacheco, 2003).

Asimismo, era de preocupación del Estado brasileño realizar actividades de formación y capacitación de los recursos humanos para la economía en general y, específicamente, para el funcionamiento del sistema institucional y de las empresas estatales. Así se crearon otras instituciones apoyo tales como la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Ministério da Educação (CAPES) y la Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). En la siguiente tabla se muestra un recuento de las principales políticas aplicadas con la finalidad de promover desarrollo científico y tecnológico en Brasil.

Tabla 17. *Brasil: Principales políticas científicas y tecnológicas*

Año	Política	Descripción
1985	Creación del Ministerio de Ciencia y Tecnología	Como órgano central del sistema federal de ciencia y tecnología de Brasil.
1996	Creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CCT)	Como un instrumento de asesoramiento al Presidente de la República para la formulación de actividades de planeamiento, seguimiento y evaluación del sistema de ciencia y tecnología, con la finalidad de instruir los procesos decisorios, contribuir para la solución de problemas y concretar las aspiraciones nacionales en el área.
A partir de 1999	Se crearon los Fondos Sectoriales de Ciencia y Tecnología	El mecanismo más importante de estímulo y fortalecimiento del sistema nacional de CyT.
2004	Ley de Innovación	Dispone sobre incentivos a la innovación y la investigación científica y tecnológica en el ambiente productivo, por medio de la concesión de recursos financieros.
2005	Ley del Bien	Consolidó los incentivos fiscales que las personas pueden usufructuar de forma automática desde que realizan investigación tecnológica y desarrollo de innovación tecnológica.
2006	El decreto N° 5.906 y varias leyes	Disponen sobre la capacitación y la competitividad del sector de tecnologías de la información.
2007	Ley 11.484	Establece incentivos para las empresas para instalar equipos para la TV digital y semiconductores, a cambio de inversiones en I+D en Brasil.
2011	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012 – 2015	Se enfoca en formación y capacitación de recursos humanos para I+D; infraestructura para I+D; incentivos a las actividades de I+D en las empresas; áreas estratégicas prioritarias; actuación transversal del Ministerio; biodiversidad y desarrollo regional, e inversiones.
2016	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016 - 2019	Define las 11 áreas prioritarias del país. También establece como pilares la promoción de la investigación científica básica y tecnológica; la modernización y ampliación de la infraestructura de ciencia, tecnología e innovación; la ampliación del financiamiento para el desarrollo de la ciencia, tecnología e

innovación; la formación y la atracción de recursos humanos, y la promoción de la innovación tecnológica en las empresas.

Fuente: Elaboración propia con base en Políticas CTI y Pacheco (2007)

2.3.2.2. Políticas científicas y tecnológicas y de innovación en México

En México bajo el modelo de la industrialización por sustitución de importaciones se buscó ampliar sectores específicos y fortalecer capacidades tecnológicas y de producción mediante la integración de nuevos segmentos, en combinación con cierta protección del comercio y los incentivos fiscales y financieros.

A finales de los años ochenta, en México, igual que en otros países de América Latina, se emprendieron transformaciones fundamentales en su política industrial. El principio general fue asignar al mercado un papel protagónico, es decir, como regulador y orientador de la actividad económica (Máttar y Peres, 1997).

Después del agotamiento del modelo de industrialización por sustitución de importaciones y la crisis de la deuda. Sobre la bases del nuevo modelo de apertura comercial, el Estado fue suplantado por el mercado para el fomento del desarrollo y se fortaleció la tendencia de la importación de tecnología a través de las inversiones extranjeras.

En América Latina fue rasgo común la introducción de fondos financieros para las actividades de ciencia y tecnología. El modelo en el caso mexicano se basó en el subsidio a la demanda (Cimoli, 2008), es decir, al sector productivo.

Bajo este modelo, los recursos financieros para los fondos provenían del sector público y de organismos internacionales. Diversos agentes, empresas y centros de investigación, podían acceder a estos fondos, después de un concurso o evaluación bajo una lógica de gestión horizontal.

Los objetivos principales de esta estrategia fueron, en primer lugar, crear y/o fortalecer el mercado de servicios tecnológicos para poder dar soporte al sector productivo, tales servicios podían ser consultorías, asistencia técnica, capacitación, etc.

En segundo lugar, se buscó promover las actividades de investigación y desarrollo de las universidades, centros de innovación y empresas con el fin de fortalecer sus capacidades. A pesar de los esfuerzos, este modelo generó un aumento de la heterogeneidad, porque favorecía a los

agentes con mayores ventajas y más proactivos, debido a que sólo los estos agentes más avanzados tendrían mayores incentivos para acceder a los apoyos (Cimoli, 2008).

Igualmente, se introdujeron incentivos fiscales para las actividades de ciencia y tecnología, y de I+D de acuerdo a las categorías de los actores. Sin embargo, estos incentivos fueron subutilizados debido a la poca cultura de innovación y a la falta de políticas que promovieran la difusión de conocimientos científicos y tecnológicos.

En los años posteriores, la modificación de la estructura productiva dificultó la aplicación de las políticas del nuevo modelo, debido a que éstas últimas se vieron frente a una estructura productiva débil para expresar la demanda que era la clave del modelo.

En México, el patrón de especialización se orientó hacia los sectores en los que gozaban de ventajas comparativas, estos correspondían a aquellos sectores intensivos en mano de obra no calificada lo que llevó al país a un modelo de industrialización tipo maquila. La especialización fue en sectores o tramos de producción que generan o demandan poco conocimiento tecnológico (Contreras y Munguía, 2007).

Esta situación estuvo acompañada de otros cambios en el sector empresarial. Las reformas económicas favorecían las privatizaciones de las empresas nacionales, reduciendo el tamaño del sector público y hacían que la presencia de las empresas transnacionales y los conglomerados locales sean mas importantes en el sector productivo (Sacristán, 2006).

Lo que llevó a que la generación y difusión de conocimiento científico y tecnológico dependa en menor medida de los esfuerzos locales, y más bien pasen a obedecer a la importación de bienes de capital y a las actividades de I+D del extranjero (Carrillo, Gomis, & Bensusán, 2017).

Sin embargo, también se puede observar la creación de instituciones y empresas públicas orientadas a apoyar la producción científica y tecnológica de sectores específicos, tales como energía, transporte, química y acero (Casalet y González, 2003). Entre las principales instituciones y empresas tenemos: el Servicio de Información Consultoría y Capacitación Tecnológica (Infotec), el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).

En México las políticas que promueven el desarrollo científico y tecnológico y las de fomento de la innovación son relativamente recientes. A partir los inicios del milenio se han

puesto en marcha nuevos instrumentos para fomentar las actividades relacionadas con la ciencia, tecnología e innovación, tales como los fondos sectoriales, los fondos mixtos, los subsidios a empresas, la Red de talentos, etc. (Valenti, 2008). En la siguiente tabla se muestra un recuento de las principales políticas científicas y tecnológicas en México.

Tabla 18. *México: Principales políticas científicas y tecnológicas*

Año	Política	Descripción
1970	Ley de Creación del CONACYT	Define todas las atribuciones con las que cuenta este organismo.
1984	Ley de Coordinación y Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico	Fija procedimientos administrativos y legislativos destinados a promover e instaurar el sistema nacional de ciencia y tecnología.
1991	Ley de Protección a la Propiedad Industrial	Vinculada en forma subsidiaria al terreno de la ciencia y la tecnología.
1999	Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica	Establece instrumentos oficiales de apoyo a la investigación científica y tecnológica, implementa mecanismos de coordinación entre los organismos competentes y regula la administración de los fondos destinados al área.
2002	Ley de Ciencia y Tecnología	Establece a CONACYT como cabeza del sector Ciencia y Tecnología, dependiente directo de la Presidencia de la República. Establece fondos sectoriales y mixtos.
2002	Ley Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	Determina la personalidad jurídica del CONACYT, así como sus instancias de gobierno y sus responsabilidades.
2002	Programa Especial de Ciencia y Tecnología	Dispone de una política de Estado en ciencia y tecnología; busca incrementar la capacidad científica y tecnológica del país, y la competitividad y el espíritu innovador de las empresas.
2002	Ley de Creación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico	Crea el foro y asigna sus funciones: fungir como organismo asesor autónomo y permanente del Poder Ejecutivo, el Consejo General, la Junta de Gobierno del CONACYT y el Poder Legislativo (federal y estatales), y ser un órgano de expresión y comunicación de los usuarios del Sistema de CTI.
2002	Ley de Presupuesto del CONACYT	Crea una rama presupuestaria propia del CONACYT.
2008	Ley de Aplicación de Estímulos Fiscales	Establece las reglas generales para la aplicación del estímulo fiscal a los gastos e inversiones en I+D.
2009	Decreto de Reforma de la Ley de Ciencia y Tecnología	Determina el funcionamiento del sistema mexicano de CTI y establecen las funciones de los actores públicos en CTI.
2014	Programa Especial de Ciencia,	Derivado del Objetivo 3.5 del Plan Nacional de

Tecnología e Innovación 2014-2018 (PECiTI) Desarrollo (PND) que establece: “Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible.”

Nota: CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. CTI: Ciencia, tecnología e innovación.
Fuente: Elaboración propia con base en Políticas CTI , Villavicencio (2008) y Gordon (2016)

2.3.2.3. Políticas científicas y tecnológicas y de innovación en China

“La estrategia central de desarrollo del gobierno chino ha sido fomentar la innovación indígena y construir una economía orientada a la innovación en el nuevo siglo” (Fu, 2015; p. 149). En ese sentido, se ha prestado mucha atención al diseño y a la realización de políticas de ciencia y tecnología, industriales y macroeconómicas con la finalidad de estimular la innovación tecnológica y, en consecuencia, mejorar la competitividad del país. Al mismo tiempo, los responsables políticos han seguido procurando que el mercado interno y el entorno institucional sean más abiertos, y favorables para la difusión de las innovaciones.

Desde las reformas económicas y la apertura en 1978, China ha experimentado una transformación sustancial en el panorama de la innovación. En las últimas décadas, en cuanto al entorno de las actividades de innovación tecnológica la postura política se orientó a conducir dichas actividades hacia un escenario abierto con el extranjero y a la vez cooperativo. Aunque la innovación abierta no es considerada como una estrategia nacional clara (Fu & Xiong, 2011).

Durante los primeros tiempos de las reformas, las empresas chinas, han sido motivadas y facilitadas por distintas políticas. En particular, las empresas se apoyaron en la transferencia de tecnología extranjera para la mejora tecnológica. La cual se dio principalmente a través de las importaciones y la inversión extranjera directa. Esta etapa se caracterizó por ser de una innovación de tipo imitativa.

En efecto, las empresas chinas adquirieron grandes cantidades de conocimiento tecnológico y equipos del extranjero para intentar acortar la enorme brecha en I+D. Esta estrategia para la introducción y absorción de tecnología se vio beneficiada por las políticas que alentaban las importaciones.

Más adelante, a mediados de la década de los noventa, en el marco de la transformación hacia una economía de mercado, el gobierno señaló de manera clara las políticas para liberar las vías de comercialización e industrialización de los logros científicos y tecnológicos (Fu, 2015).

Juntamente, el gobierno desplegó una serie de políticas relacionadas con infraestructura e impuestos para promover la transformación de las actividades de innovación. En particular, el gobierno destinó fondos a las empresas que desarrollaban actividades científicas y tecnológicas, y a las empresas que realizaran inversiones en activos fijos y de actualización tecnológica. El gobierno también adoptó una política fiscal preferencial con respecto a estas empresas.

De esa manera se fue creando un ambiente donde las empresas chinas pudieran comenzar su transición de una estrategia de innovación basada en la transferencia y absorción de tecnología a una estrategia orientada a la innovación (Fu, 2015).

Otro objetivo primordial de la política de innovación de China fue acelerar el desarrollo de la industria de alta tecnología, así, el gobierno ha llevado a cabo diversas medidas para fomentar la innovación y fomentar la modernización de las industrias tradicionales (Chow, 2015).

Desde los años 2000 junto con la creciente globalización, la postura política de innovación ha tendido en mayor grado hacia la internacionalización. De tal manera, el gobierno procuró un entorno institucional de apoyo a la comercialización externa de la innovación del cual podían beneficiarse tanto las empresas locales y como las extranjeras.

A nivel mundial se han venido desarrollando proyectos de cooperación en I+D y alianzas estratégicas internacionales, lo que también se ha podido dar en China gracias al levantamiento y fortalecimiento de las capacidades tecnológicas de las empresas nacionales. Especialmente, después del ingreso de China a la OMC en 2001, se ha producido una rápida internacionalización de las actividades de innovación. Igualmente empezaron a darse los emprendimientos tecnológicos conjuntos entre agentes públicos y privados (Chen, 2009).

En los últimos años, algunas empresas chinas lograron crear sus propios centros de I+D y han adquirido empresas extranjeras intensivas en tecnología mediante fusiones y adquisiciones. También, algunas empresas nacionales han comenzado a utilizar las licencias y la venta de propiedad intelectual para aprovechar las oportunidades de comercialización de las invenciones que poseen (Fu, 2015).

De esa manera, las fuentes externas han venido desempeñando un papel crucial en el proceso de innovación. Dichas fuentes darían lugar a la innovación basada en la introducción y la absorción. Igualmente, la estrategia china, hace hincapié en la utilización e integración de recursos internos y externos de I+D y de las rutas comerciales lo que se orientaría a la innovación integrada (Fu, 2015).

Estas formas de innovación son claramente consideradas en las medidas de políticas, como en el Plan Científico y Tecnológico y el fortalecimiento de la capacidad de innovación independiente y la Guía Nacional para el Plan de Mediano y Largo Plazo para el Desarrollo Científico y Tecnológico (2006-2020).

En suma, las políticas se puede agrupar de acuerdo a su etapa en el desarrollo del entorno de las actividades de innovación en China. En primer lugar, ubicamos el punto de partida, el cual correspondería a un periodo de atraso bajo la estrategia de innovación cerrada dentro de una economía planificada.

Luego esta etapa daría lugar, a partir de 1978 a un periodo de recuperación bajo una nuevo paradigma donde la ciencia y la tecnología se orientaron al desarrollo económico, y viceversa. Más adelante, a partir de 1985, se buscó fortalecer la ciencia y la tecnológica, y la educación, junto con la mejora del sistema nacional. Y en los años más recientes el desarrollo de la estrategia nacional de innovación nativa. En la siguiente tabla se muestra una lista de políticas públicas ordenadas de manera cronológica.

Tabla 19. *China: Principales políticas relacionadas con la innovación*

Año	Política	Orientación
1985	Reglamento sobre la administración de contratos de adquisición de tecnología	Fomento de la importación de tecnologías avanzadas y útiles; tecnología que permita desarrollar nuevos productos o para mejorar la calidad y el rendimiento y reducir los costos y el menor consumo de energía o materias primas, favorecer la mejora de la gestión, y contribuir al avance de los niveles científico y técnico.
1986	Reglamento de promoción de introducción, digestión y absorción de la tecnología	Exploración tecnológica e incentivos fiscales para importar, aprender y localizar tecnología avanzada.
1986	Disposiciones sobre el fomento de la inversión extranjera	Exploración tecnológica e incentivos fiscales para inversiones extranjeras en sectores de uso intensivo de tecnología.
1993, 2007	Ley sobre la ciencia y la tecnología	Gasto en I+D; créditos y préstamos; financiamiento para actividades de I+D entre organizaciones e individuos nacionales y extranjeros y creación de redes de intercambio de información; y sistemas de seguridad para proteger la PI.

1996	Ley de promoción de la transformación de logros científicos y tecnológicos	Explotación tecnológica; política fiscal preferencial, préstamos, fondos de riesgo; construcción del banco de datos de los logros de ciencia y tecnología.
1999	Plan para vitalizar el comercio por ciencia y tecnología	Explotación tecnológica; impuestos y exportación de apoyo preferencial para productos de alta tecnología.
1999	Decisión sobre el fortalecimiento de la innovación tecnológica, el desarrollo de la alta tecnología y la realización de su industrialización	Explotación tecnológica; Insumos de investigación y tecnología; insumos financieros directos para la comercialización de conocimiento, y reforma de la gestión de las instituciones nacionales de ciencia y tecnología.
2001	Reglamento sobre la administración de importación y exportación de tecnologías	Fomento de importación y exportación de tecnologías, con ciertas restricciones en el caso de la exportación de tecnología.
2002	Medidas para la administración de planes de innovación tecnológica del Estado	Desarrollo de tecnologías y experimentos industriales; aplicación popularizada de nuevas tecnologías; desarrollo conjunto; centros tecnológicos y sistema de servicios, etc.
2002, 2009	Políticas de tecnología industrial estatal	Explotación tecnológica; inversión y contratación pública, y apoyo a las empresas para aumentar la inversión en innovación.
2006	Aplicación del esquema del plan científico y tecnológico y la mejora de la capacidad de innovación independiente	Explotación tecnológica, fomento de venta de propiedad intelectual y transferencia de ideas a la innovación externa, innovación independiente y estrategia de talento innovador, cultivando un lote de grandes empresas, grupos empresariales y alianzas técnicas.
2006	Guía nacional para el plan de mediano y largo plazo para el desarrollo de la ciencia y la tecnología (2006-2020)	Apoyo para la introducción de I+D externo e innovación, junto con adquisiciones gubernamentales para la innovación nacional.
2008	Aviso sobre la impresión y distribución del esquema de la estrategia nacional de propiedad intelectual	Explotación tecnológica, mejorando los sistemas de aplicación y administración de la ley de propiedad intelectual.
2009	Opiniones de promoción de la exportación de tecnología	Explotación tecnológica, fomento del intercambio de IP y exportación de alta tecnología.
2008, 2009, 2010	Aviso de promoción de la alianza estratégica de innovación tecnológica en la industria	Alentar a empresas nacionales a formar instituciones técnicas de I+D fuera de China mediante la creación de empresas conjuntas, la cooperación, la fusión, etc. establecer alianzas de I+D y utilizar fuerzas superiores en el extranjero para desarrollar tecnologías industriales con derechos de propiedad intelectual independientes.

Fuente: Tomado de Fu & Xiong, 2011, p. 18, y Fu, 2015, p. 156.

2.3.2.4. Políticas científicas y tecnológicas y de innovación en India

Las reformas económicas han llevado a una mayor conciencia sobre la innovación entre las empresas, la academia y el gobierno indio. Además, el gasto en I+D de las empresas indias en muchos sectores ha aumentado con los años, especialmente, después las reformas que llevaron a la entrada de empresas extranjeras. Como resultado, el número de solicitudes y concesiones de patentes ha aumentado gradualmente (Nair, Guldiken, Fainshmidt & Pezeshkan, 2015).

Después durante el periodo de reformas económicas y apertura comercial y en tiempos posteriores, en India se consideró que una mayor inversión extranjera era un elemento clave para el éxito de la política industrial. Principalmente, para mejorar el nivel tecnológico y de esa manera favorecer el crecimiento de las exportaciones (Khilnani, 2014). Así, obtuvieron buenos resultados en ingresos inversión extranjera directa, principalmente, a partir de los años 2000. Tal inversión se dirigió en mayor medida a sectores como la informática, las telecomunicaciones, la construcción y la energía.

Adicionalmente, se consideró firmemente que el camino hacia el desarrollo económico estaría asociado al desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). De esa manera se adoptó un plan de informatización de la sociedad india como una ruta efectiva hacia el desarrollo. El programa fue masivo, dado que abarcó tanto al sector público como al privado (Bajwa, 2003).

Hacia el año 1985, los grandes sectores ya contaban con planes de informatización. Éstos, además, incluían ferrocarriles, operaciones bancarias y escuelas, entre otros. Durante los años noventa continuó el énfasis en la tecnología de la información para producir riqueza y permitir el desarrollo.

En 1999, se estableció el Ministerio de Tecnología de la Información al reunir a las agencias gubernamentales involucradas para aprovechar las oportunidades proporcionadas por la convergencia de tecnologías de comunicación y para facilitar el uso de las TIC.

Seguidamente, en el año 2000, se elaboró un proyecto de ley de comunicación, junto con Ley de tecnología de la información con el objetivo de masificar los resultados. Más adelante, se concentraron en el desarrollo de recursos humanos. La estrategia de largo plazo buscaba aumentar el número de profesionales bien capacitados en tecnologías de la información. De tal manera India podría convertirse en una economía de conocimiento, para lo cual el papel de la

educación en el nivel primario, secundario y terciario era de suma importancia. En la siguiente tabla se muestra un recuento de las principales políticas científicas y tecnológicas en India.

Tabla 20. *India: Principales políticas de ciencia y tecnología*

Año	Política	Orientación
1951	Ley de Desarrollo y Regulación de la Industria	Regulaba el desarrollo industrial a través de licencias industriales y otras medidas
1956	Resolución de 1956	Con el objetivo acelerar el crecimiento industrial sobre el esquema de una sociedad socialista
1973	La Declaración de Política Industrial de 1973	Permitió la inversión por parte de grandes firmas y empresas extranjeras en industrias identificadas como altamente prioritarias
1977	La Declaración de Política Industrial de 1977	Definió el papel de la industria local y adoptó varias medidas para impulsarla.
1980	La Declaración de Política Industrial de 1980	Centraba su atención en la necesidad de promover la competencia en el mercado domestico, la actualización tecnológica y la modernización. Esta política sentó los cimientos para la exportación tecnológica e impulsó la inversión extranjera en áreas de alta tecnología.
1983	Declaración sobre Política Tecnológica	Reconoce la importancia de la globalización, la liberalización del comercio y de la tecnología . Favorece la prevalencia de un fuerte régimen de propiedad intelectual.
1991	La Declaración de 1991	Política Industrial con cambios substanciales. Permitió la inversión extranjera directa hasta el 51%. permitió a la industria privada negociar acuerdos y honorarios tecnológicos libremente.
1998	Se creo el grupo de trabajo nacional sobre tecnología de la información y desarrollo de software.	Se busca crear una amplia red de grupos de trabajo en niveles gubernamentales y no gubernamentales.
1999	Creación del Ministerio de Tecnología de la Información	Busca aprovechar las oportunidades relacionadas con las tecnologías de comunicación y facilitar el uso de TIC.
2000	Ley de Tecnología de la Información	Ampliar los sistemas de información.

Fuente: Elaboración propia con base en Bawja (2003) y (Khilnani, 2014).

2.3.3. Capacidades educativas y de capital humano

2.3.3.1. Educación y formación

Durante el periodo 2000-2012 se puede notar que el gasto público en educación como porcentaje del PIB tiene una tendencia creciente en Brasil, y en menor grado en México. Mientras China e India muestran cifras más variables.

Mientras en el mundo el gasto público en educación como porcentaje del PIB en 2010 fue 4.6%. En los casos de Brasil y México fueron 5.7% y 5.2%, respectivamente. En India fue 3.7%, (Banco Mundial, 2010). En China fue 3.5%, sin embargo, esta cifra sólo corresponde a Hong Kong.

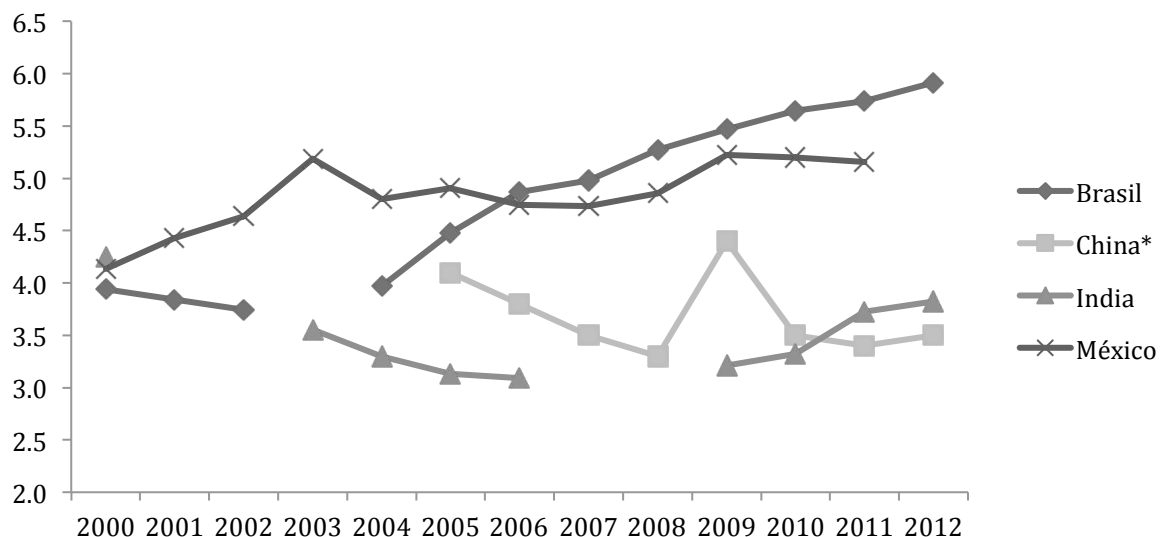


Gráfico 14. Brasil, México, China e India: Gasto en educación como porcentaje de PIB, 2000-2012

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial y UNESCO.

Nota: Los datos corresponden a China, Hong Kong, Región Administrativa Especial.

En cuanto al número de graduados de educación superior por millón de habitantes, en los casos de Brasil y México se han logrado grandes avances, siendo mayor en Brasil donde casi se ha triplicado la cantidad de graduados. En China los avances son más importantes, estuvo cerca de quintuplicar su cifra entre los años 2000 y 2012. Para India sólo se han podido encontrar datos

del año 2013, lo que limita la misma comparación, sin embargo, con ese dato se puede apreciar que India registra un mayor número de graduados respecto a los otros países.

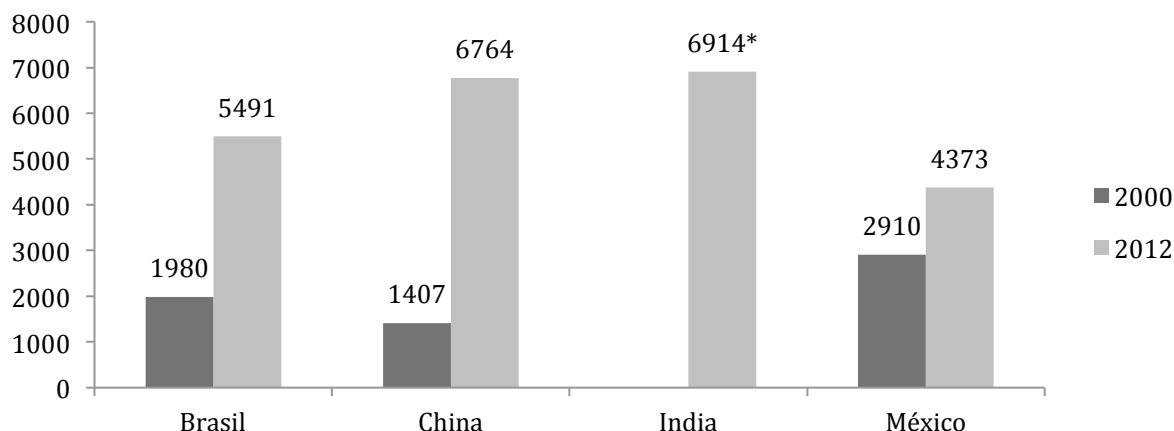


Gráfico 15. Brasil, México, China e India: Graduados de educación superior por millón de habitantes, 2000 y 2012

Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial y UNESCO.

Nota: Los datos de India corresponden a 2013.

De acuerdo con el Informe Global de Competitividad³¹, en cuanto a los indicadores de educación y formación los cuatro países no muestran grandes diferencias entre ellos. Sin embargo, se puede ver algunas variaciones de un periodo a otro. Por ejemplo, en cuando a la enseñanza superior y formación tanto Brasil como India han reducido su nivel de competitividad, mientras que en China y México ocurre lo contrario, pero en menor grado en el caso del último.

Tabla 21. Brasil, México, China e India: Indicadores de educación y formación, 2006-2007 y 2015-2016

Años	2006-2007				2015-2016			
	Brasil	México	China	India	Brasil	México	China	India
Enseñanza superior y formación	4.1	3.9	3.6	4.2	3.8	4.0	4.3	3.9
Entrenamiento en el trabajo	4.5	3.9	3.9	4.7	3.9	4.1	4.2	4.2
Calidad de la educación	3.3	3.6	3.7	5.0	3.1	3.4	4.3	4.1
Cantidad de educación	4.5	4.2	3.4	3.0	4.6	4.5	4.5	3.4

Fuente: Elaboración propia con base en The Global Competitiveness Report 2006-2007 y 2015-2016.

³¹ El reporte organiza diversos indicadores de competitividad a nivel de país en una escala de 1 a 7, donde 7 es el nivel más alto.

2.3.4. Esfuerzos de investigación y desarrollo

Las inversiones en I+D como porcentaje del PIB de cada país se han mantenido sin muchas variaciones en Brasil, México e India. Por otro lado, en China durante el periodo 2000-2014 se ve una tendencia creciente significativa, así pasó de 0.9 % en el año 2000 a 2.0% en 2013. Además, a partir del año 2002 ha logrado ubicarse sobre los otros tres países.

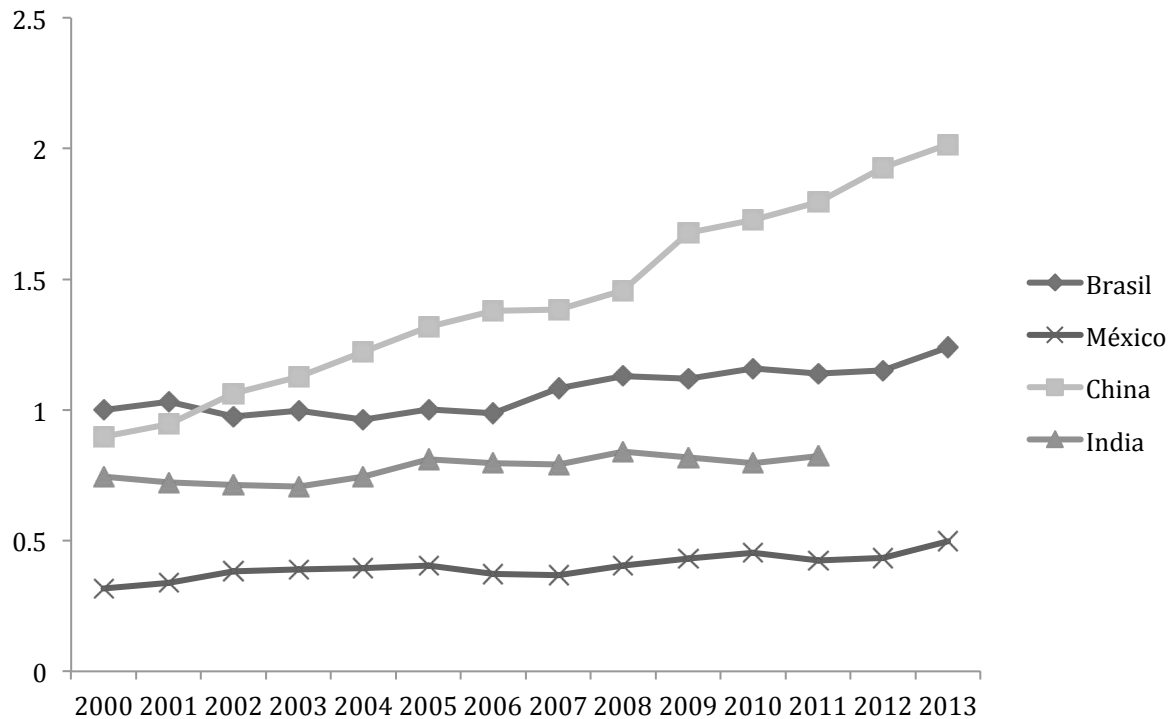


Gráfico 16. Brasil, México, China e India: Gasto en I+D como porcentaje del PIB, 2000-2013
Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial y The Global Economy

Los gastos en I+D también se pueden diferenciar de acuerdo a su origen, conforme a los datos de las Naciones Unidas, el porcentaje del gasto en I+D que realizaron las empresas de Brasil, México, China e India han sido muy diferentes.

Mientras las empresas de Brasil realizan aproximadamente el 45% del total de gasto en I+D en casi todo el periodo. En México esta cifra ha ido aumentando, así pasó de ser el 19.4% en el año 1996 a alcanzar el 35.5% en 2011.

Por su parte India muestra una tendencia similar a México. Por otro lado, en China las empresas realizan la mayor parte del gasto en I+D en el país. Incluso esta cifra ha experimentado una tendencia creciente, así alcanzó el valor de 74% en el año 2012.

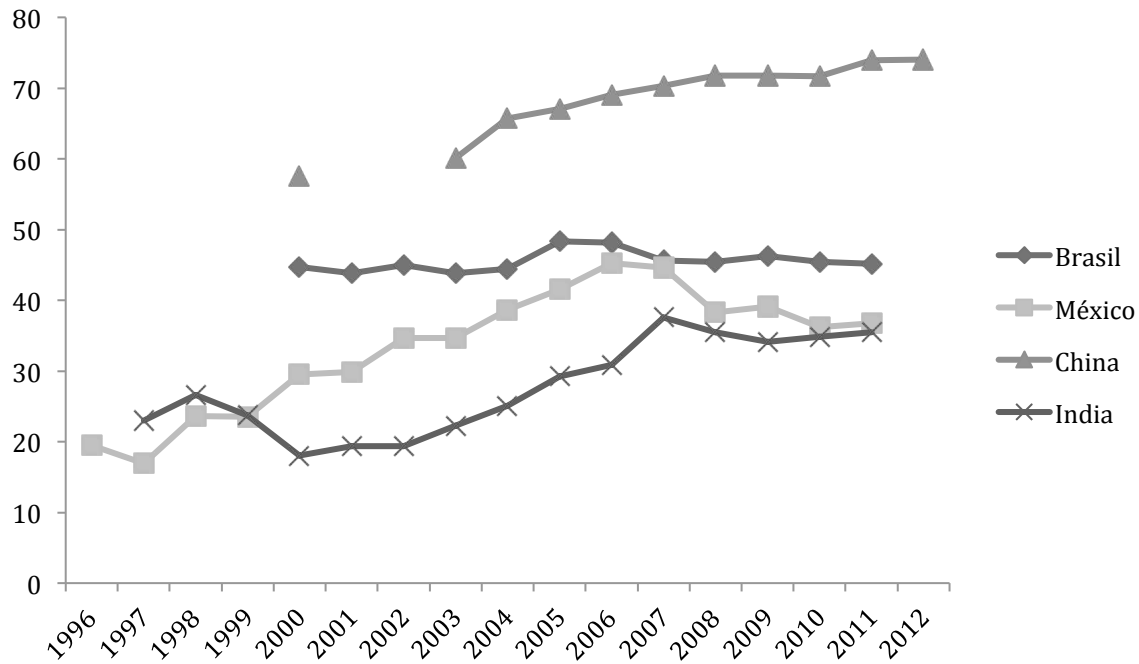


Gráfico 17. Brasil, México, China e India: Porcentaje del gasto en I+D realizado por las empresas
Fuente: Elaboración propia con base en UNDATA.

Igualmente, respecto a los investigadores en I+D por millón de habitantes, China lidera el grupo de países, además, muestra una tendencia creciente, aunque interrumpida en el año 2009. Le siguen Brasil, México e India, estos países han mostrado un leve aumento en el número de investigadores.

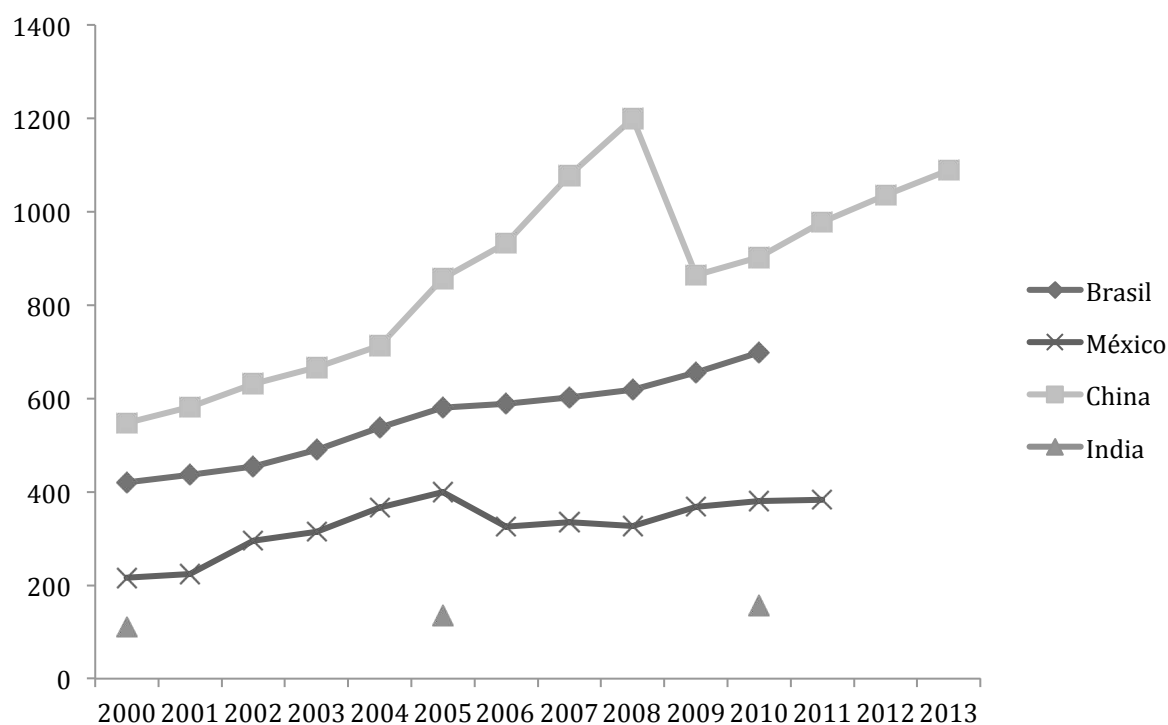


Gráfico 18. Brasil, México, China e India: Investigadores en I+D por millón de habitantes, 2000-2013
Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial

Según el Informe Global de Competitividad 2015-2016, las capacidades de adopción de tecnología son similares en los cuatro países, aunque México sobre sale por un pequeño margen sobre el resto. En cuanto a las capacidades de innovación, es China el país que lidera el grupo, impulsado principalmente por su disponibilidad de científicos e ingenieros y las colaboraciones entre las universidades y la industria en actividades de I+D.

Tabla 22. Brasil, México, China e India: Indicadores de adopción tecnológica e innovación, 2006-2007 y 2015-2016

Años	2006-2007				2015-2016			
	Brasil	México	China	India	Brasil	México	China	India
Indicadores								
Adopción tecnológica	4.7	4.5	4.4	5.3	4.6	4.9	4.5	4.1
IED y transferencia de tecnología	5.2	5.3	4.5	5.3	4.6	5.1	4.4	4.1
Absorción de la tecnología a nivel de empresa	4.9	4.3	5.0	5.6	4.8	4.6	4.7	4.2
Disponibilidad de las últimas tecnologías	3.9	3.9	3.6	5.0	4.5	5.0	4.3	4.0
Innovación	3.5	3.2	3.5	4.0	3.2	3.4	3.9	3.6
Disponibilidad de científicos e ingenieros	4.4	3.9	4.2	6.3	3.3	4.1	4.5	4.2
Compra de productos tecnológicos avanzados	3.8	3.5	4.5	4.0	3.1	3.1	4.3	3.9

Colaboración universidad-industria en I+D	3.4	3.3	3.9	3.5	3.8	4.0	4.4	3.9
Gasto de la empresa en I+D	3.8	3.1	3.6	4.0	3.3	3.2	4.2	3.9
Calidad de las instituciones de inv. científica	4.2	3.8	3.7	5.2	3.6	4.1	4.2	4.1
Capacidad para la innovación	4.0	3.3	3.7	4.1	3.8	4.0	4.2	4.2

Fuente: Elaboración propia con base en The Global Competitiveness Report 2015-2016

2.4. Producción científica y tecnológica

2.4.1. Artículos científicos: producción y difusión

La distribución de los artículos según área científica también es diferenciada entre estos países. En los casos de Brasil y México las tres áreas de mayor participación son: ciencias agrícolas y biológicas, ingeniería, y bioquímica, genéricos y biología molecular.

Mientras tanto en China sólo dos áreas, ingeniería y ciencias de la computación, cubren más del 50% de los artículos científicos publicados. Por otro lado, en India son ingeniería y química las áreas más importantes.

Tabla 23. *Brasil, México, China e India: Artículos científicos, según área científica, 1996-2015*

Fuente: Elaboración propia con base en Scimago Journal & Country Rank

País	Brasil		México		China		India		
	Áreas	Artículos	%	Artículos	%	Artículos	%	Artículos	%
Ciencias agrícolas y biológicas		118,420	18%	37,581	16%	232,295	6%	109,949	10%
Ingeniería		80,277	12%	36,987	16%	1,520,514	37%	215,550	19%
Bioquímica, genéricos y biología molecular		76,939	11%	25,642	11%	407,905	10%	142,441	12%
Ciencias de la computación		49,296	7%	21,454	9%	611,752	15%	122,005	11%
Química		53,514	8%	20,638	9%	540,481	13%	176,897	16%
Farmacología, toxicología y farmacéutica		27,848	4%	7,363	3%	125,336	3%	99,301	9%
Otros		262,986	39%	83,163	36%	638,131	16%	274,574	24%
Total		669,280	100%	232,828	100%	4,076,414	100%	1,140,717	100%

La difusión de los artículos puede medirse a partir de las citas recibidas por los mismos. En ese sentido, podemos encontrar que los artículos mexicanos reciben más citas, relativamente, en promedio son 9.9 citas por artículo científico. Además, sólo el 20% de las citas se realizan por otros artículos nacionales, es decir, la mayor parte de las citas se realizan por artículos en el extranjero.

En el caso de Brasil, en promedio las citas que recibe cada artículo son 8.96. Además, la presencia de citas nacionales cubren la tercera parte de las citas. Esta situación es similar a la de India, donde en promedio los artículos científicos reciben 7.41 citas.

Por otro lado en China, en comparación con los otros países sus artículos reciben menos citas, pero más de la mitad de esas citas son realizadas por artículos nacionales, lo que probablemente se deba a una barrera del idioma.

Tabla 24. *Brasil, México, China e India: Citas de artículos científicos, 1996-2015*

País	Brasil	México	China	India
Citas	5 998 898	2 305 554	24 175 067	8 458 373
propias	2 007 696	469 296	13 297 607	2 906 102
Citas por documento	8.96	9.9	5.93	7.41
% propias	33%	20%	55%	34%

Fuente: Elaboración propia con base en Scimago Journal & Country Rank

2.4.2. Patentes: dependencia tecnológica y difusión de conocimiento tecnológico

Después de tener en cuenta las diferencias de los criterios que podrían tener las oficinas de patentes nacionales, el siguiente gráfico muestra la evolución de las patentes registradas en cada país. Haciendo una diferenciación de acuerdo al origen del solicitante de cada patente, se distinguen las patentes concedidas a residentes y las patentes concedidas a no residentes.

Estos datos nos permiten calcular la tasa de dependencia tecnológica, la cual se estima a partir de la relación entre el número de patentes de no residentes y el número de patentes de residentes (Ramírez, 2004). Así, cuanto menor sea el valor de la tasa quiere decir que el país tiene una baja dependencia tecnológica, y viceversa. Por ejemplo, si la tasa es menor a 1 quiere decir que las patentes en su mayoría son de titulares residentes.

Conforme a la medición de la dependencia tecnológica, durante el periodo 2000-2014 las tasas para Brasil, México, China e India son 6.9, 44.2, 0.7 y 3.7, respectivamente. Estos datos nos

dicen que en México existe una gran dependencia de la tecnología proveniente del extranjero. El caso de Brasil muestra una dependencia mucho menor, pero es todavía mayor que India. En cambio China es el país que ha logrado reducir su dependencia tecnológica, especialmente por el despunte de sus patentes nacionales a partir de los 2000.

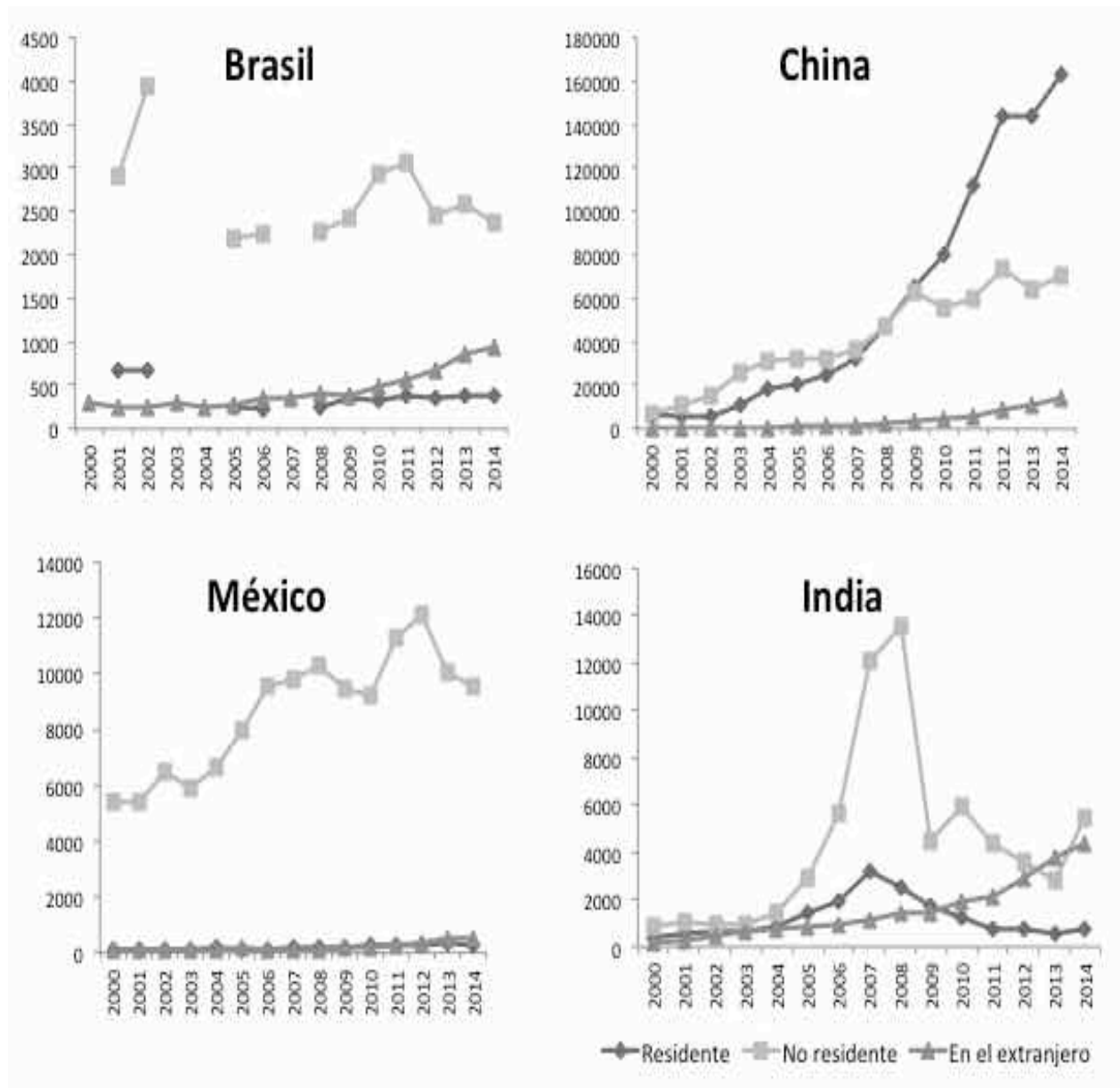


Gráfico 19. Brasil, México, China e India: Patentes registradas en oficinas nacionales y en el extranjero, 2000-2014

Fuente: Elaboración propia con base en World Intellectual Property Organization (WIPO).

Igualmente, podemos calcular la tasa de autosuficiencia tecnológica, la cual se estima a partir de la relación entre el número de patentes de residentes y el número de patentes totales (Ramírez, 2004). Así, cuanto mayor sea el valor de la tasa quiere decir que el país goza de autosuficiencia tecnológica, y viceversa.

Conforme a la medición de la dependencia tecnológica, durante el periodo 2000-2014 las tasas para Brasil, México, China e India son 0.13, 0.02, 0.58 y 0.21, respectivamente. Estos datos nos dicen que China e India han logrado mayores avances en el largo camino hacia la autosuficiencia tecnológica, mientras Brasil y México se muestran profundamente rezagados.

También, podemos calcular la tasa de internacionalización tecnológica, a partir de la relación entre el número de patentes registradas por residentes en las oficinas nacionales con las patentes registradas en el extranjero por estos mismos titulares (Picci & Savorelli, 2012). Así mientras más se acerque la tasa al 100% quiere decir que el país difunde altamente sus patentes, y si la tasa se acerca al 0% quiere decir que existe una difusión tecnológica muy baja.

De esa manera, obtuvimos que, durante los años 2000 y 2014, en Brasil se han difundido hacia el exterior el 23% de sus patentes, mientras que en México sólo el 2%. Por otra parte, India es el país con mayor difusión, los residentes de este país lograron registrar en el extranjero 35% de las patentes registradas en su oficina nacional. En cambio, para China sólo fue 9%, aunque considerando las cifras de patentes registradas en términos absolutos, este país supera a los otros tres países.

2.5. Taxonomía de los sistemas nacionales y sectoriales de innovación

En este último apartado presentamos un resumen de la revisión comparativa realizada en el capítulo conforme al contexto donde los países, Brasil, México, China e India, cimientan sus capacidades tecnológicas y orientan sus especializaciones.

Tabla 25. *Brasil, México, China e India: Taxonomía de los sistemas nacionales y sectoriales de innovación*

Aspecto \ País	Brasil	México	China	India
Desempeño económico	Crecimiento bajo e inestable, muy afectado por la crisis mundial. PIB per cápita relativamente alto y variable, pero creciente.	Crecimiento bajo e inestable, fuertemente afectado por la crisis mundial. PIB per cápita relativamente alto y variable, pero creciente.	Crecimiento económico dinámico, poco afectado por la crisis mundial. PIB per cápita relativamente bajo, pero altamente creciente. Mayoría de empresas son privadas.	Crecimiento económico dinámico, afectado por la crisis mundial. PIB per cápita relativamente bajo y poco creciente.
Entorno empresarial	Mayoría de empresa son privadas. Poco competitivas internacionalmente. Pocas empresas exportadoras. Muchas usan insumos extranjeros.	Casi todas son empresas privadas. Varias competitivas internacionalmente. Pocas empresas exportadoras. Muchas usan insumos extranjeros.	Importante participación de empresas estatales. La mayoría competitivas internacionalmente. Varias empresas exportadoras. Pocas usan insumos extranjeros.	Casi todas son empresas privadas. Varias competitivas internacionalmente. Pocas empresas exportadoras. Pocas usan insumos extranjeros.
Empresas transnacionales e IED	Moderada participación de ETN. Ingreso de IED relativamente bajo, pero muy creciente. Principales inversores: Países Bajos y EEUU. Se dirige a varios sectores.	Alta participación de ETN. Ingreso de IED relativamente bajo y variable. Principales inversores: EEUU y España. Casi la mitad a manufacturas.	Moderada participación de ETN. Ingreso de IED muy alto y muy creciente. La mayor parte proviene de Hong Kong. Casi la mitad a manufacturas.	Baja participación de ETN. Ingreso de IED relativamente bajo, pero creciente. Principales inversores: Isla Mauricio y Singapur. La mayor parte a los sectores de servicios y telecomunicaciones.
Producción sectorial	Concentrada. Principales sectores: alimentos, petróleo, productos químicos y automotores.	Concentrada. Principales sectores: alimentos, petróleo, productos químicos y automotores.	Relativamente diversificada. Principales sectores: metales básicos, productos químicos y alimentos.	Relativamente diversificada. Principales sectores: productos químicos, petróleo y metales básicos.

Balanza comercial sectorial	Sectores con superávit son generalmente aquellos de bienes primarios, mientras los sectores con déficit son aquellos más intensivos en conocimiento tecnológico.	Balanza bastante equilibrada en una gran parte de sectores, superávit en los sectores relacionados con las industria automotriz y déficit en productos químicos.	Superávit muy marcado en los principales sectores de exportación.	Déficit comercial es muy marcado en los principales sectores de exportación.
Esfuerzos institucionales	Instituciones relativamente débiles. Moderada eficiencia del Gobierno.	Instituciones relativamente débiles. Baja eficiencia del Gobierno.	Instituciones relativamente fuertes, con avances. Alta eficiencia del Gobierno.	Instituciones relativamente fuertes, con retrocesos. Alta eficiencia del Gobierno.
Sistema de propiedad intelectual	Relativamente fuerte, aunque con críticas.	Relativamente fuerte, en obligación con el TLCAN.	Relativamente débil con fuertes críticas, pero con avances.	Relativamente muy fuerte, pero con retrocesos.
Políticas de CTI	Activa, aunque desarticulada. Orientada a sectores.	Activa, aunque desarticulada. Fomento de innovación es reciente.	Muy activa con plan de aprendizaje nacional.	Muy activa, aunque desarticulada. Orientada a sectores estratégicos.
Formación de capital humano	Gasto en educación relativamente alto, calidad moderada.	Gasto en educación relativamente alto, calidad moderada.	Gasto en educación relativamente bajo, calidad alta. Relativamente alto y creciente.	Gasto en educación relativamente bajo, calidad alta.
Esfuerzos en I+D	Moderado. Principalmente público. Moderado personal. Baja calidad de las instituciones de inv. científica.	Relativamente muy bajo. Principalmente público. Poco personal. Calidad de las instituciones de inv. científica moderada.	Principalmente privado. Mayor cantidad de personal. Alta calidad de las instituciones de inv. científica. Alta colaboración universidad-industria en I+D.	Relativamente bajo. Escaso personal. Moderada calidad de las instituciones de inv. científica.
Adopción tecnológica	Moderada. Relación IED y transferencia de tecnología moderada. Disponibilidad de las últimas tecnologías moderada.	Moderada. Relación IED y transferencia de tecnología alta. Disponibilidad de las últimas tecnologías muy alta.	Moderada. Relación IED y transferencia de tecnología moderada. Disponibilidad de las últimas tecnologías moderada.	Baja. Relación IED y transferencia de tecnología baja. Disponibilidad de las últimas tecnologías baja.

Producción científica	Principales: ciencias agrícolas y biológicas, ingeniería, y bioquímica, genéricos y biología molecular. Alta difusión principalmente nacional.	Principales: ciencias agrícolas y biológicas, ingeniería, y bioquímica, genéricos y biología molecular. Mayor difusión principalmente en el extranjero.	Principales: ingeniería y química. Baja difusión principalmente nacional.	Principales: ciencias agrícolas y biológicas, ingeniería, y ciencias de la computación. Alta difusión principalmente extranjera.
Producción tecnológica	Número de patentes reducido, pero creciente.	Número de patentes muy reducido, pero creciente.	Número de patentes muy alto y creciente.	Número de patentes alto, pero variable.
Dependencia tecnológica	Alta.	Muy alta.	Muy baja.	Baja.
Autosuficiencia tecnológica	Baja.	Muy baja.	Alta.	Moderada.
Internacionalización tecnológica	Moderada.	Muy baja.	Baja.	Alta.

Fuente: Elaboración propia con base en Scimago Journal & Country Rank, USPTO, WIPO y fuentes nacionales.

CAPÍTULO 3

PERFILES DE ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA DE BRASIL, MÉXICO, CHINA E INDIA

Este capítulo tiene como objetivo estimar la especialización tecnológica de Brasil, México, China e India. Para la medición de la especialización a nivel sectorial se calculan los índices de ventajas tecnológicas reveladas para cada clase tecnológica a partir de las patentes registradas por titulares de Brasil, México, China e India en la UPSTO durante el periodo 1996-2015, en subperiodos de cinco años. Después, se mide la especialización a nivel nacional a partir de la evolución de las patentes y los índices de ventajas tecnológicas reveladas, lo que permitirá un análisis más detallado.

3.1. Metodología

En primer lugar, con base en la información de las patentes otorgadas por la USPTO se ordenan las clases tecnológicas conforme al valor que representan en el universo de patentes, durante el periodo 1996-2015. Asimismo, se dividen las clases de acuerdo al dinamismo que experimentaron.

En segundo lugar, se caracterizan las patentes registradas por titulares de Brasil, México, China e India en la USPTO. En tercer lugar, se define el universo de patentes de referencia para la estimación de la especialización tecnológica sectorial y los perfiles de especialización tecnológica.

Después, se estima la especialización tecnológica sectorial mediante el cálculo de los índices de ventaja tecnológica revelada para las 35 clases tecnológicas en los periodos: 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010 y 2011-2015. Luego, se ubican las clases tecnológicas con ventajas y desventajas tecnológicas reveladas de acuerdo al dinamismo que muestran en el universo de referencia.

En quinto lugar, se estiman los perfiles de especialización tecnológica con base en los índices de ventaja tecnológica revelada calculados y la distribución de patentes de los cuatro países mediante diferentes indicadores. Por último, se subrayan algunas reflexiones del trabajo empírico realizado en el capítulo.

3.1.1. Datos y fuente de información:

En esta investigación nos basamos en las patentes otorgadas por la USPTO, dado que es una fuente de información completa de cada invención patentada y, por tanto, de más variables de análisis disponibles para este estudio³². No obstante que la información de estas patentes es un subconjunto de las patentes otorgadas a los nacionales de los cuatro países incluidos en el análisis, porque no todas las patentes registradas en la oficinas nacionales de propiedad intelectual se registran en la oficina homóloga en Estados Unidos³³, dicha fuente se considera más conveniente conforme a los objetivos de esta investigación³⁴.

Particularmente, la información recopilada de las patentes del portal de la USPTO, permitirá identificar i) el número de registro del invento, ii) el título de la patente, iii) el año de solicitud y otorgamiento, y iv) clasificación por clase y campo tecnológico del invento.

El criterio por el que se identificaron las patentes fue respecto a la nacionalidad del titular o propietario de la patente. La identificación de las clases tecnológicos de las patentes se hizo de acuerdo a la Clasificación Internacional de Patentes.

3.2. Patentes registradas en la USPTO

Cada oficina de patentes recibe solicitudes de inventores nacionales y extranjeros, aunque la proporción puede variar significativamente de un país a otro. Los países con bajos presupuestos en I+D, generalmente, tienen un mercado interno restringido y no son particularmente atractivos para los inventores extranjeros, mientras los países más desarrollados tecnológicamente reciben mayores números de solicitudes extranjeras (Archibugi & Pianta, 1992). Además, las oficinas de patentes que reciben un gran número de patentes extranjeras son también las que están mejor situadas para realizar comparaciones internacionales sobre las actividades tecnológicas de los diferentes países (Giannitsis & Kager, 2009), como es el caso de la USPTO.

Con la finalidad de mostrar la dinámica de las patentes de acuerdo a su distribución por clases tecnológicas e identificar las clases más dinámicas presentamos las dos tablas siguientes. En primer lugar, distribuimos las patentes registradas en la USPTO durante el periodo 1996-2015

³² USPTO o United States Patent and Trademark Office, es considerada una de las tres oficinas más importantes del mundo, junto a la Oficina Europea de Patentes (EPO) y la Organización de Información Japonesa de Patentes (JAPIO).

³³ Por ejemplo en Brasil entre los años 2001-2012 el 29.4% de las patentes que se registraron en el INPI fueron también registradas en la USPTO.

³⁴ En el anexo 2 se muestra un ejemplo de documento de patente publicado en la página web de la USPTO.

en las 35 clases tecnológicas consideradas de acuerdo al criterio de clasificación de patentes elegido. Lo que permite ver la importancia de cada clase dentro del universo de patentes.

Seguidamente, distribuimos las patentes de acuerdo a la condición de residencia del titular por clases tecnológicas. De esa manera, podemos ver la participación de los inventores extranjeros dentro del mercado estadounidense e identificar las clases con mayor participación.

Tabla 26. USPTO: Patentes, según nacionalidad del propietario, 1996-2015

Clase tecnológica	Patentes	Patentes de no residentes	Participación de no residentes
Comunicación digital	177,159	121,405	68.5%
Química macromolecular, polímeros	74,489	49,218	66.1%
Telecomunicaciones	221,309	141,056	63.7%
Maquinaria eléctrica, aparatos, energía	208,177	129,768	62.3%
Tecnología computacional	228,725	136,230	59.6%
Procesos básicos de comunicación	40,442	23,783	58.8%
Ingeniería civil	51,234	28,846	56.3%
Tecnología de superficie, revestimiento	87,616	49,091	56.0%
Química de Alimentos	92,062	50,932	55.3%
Biotecnología	62,016	32,206	51.9%
Tecnología Medica	78,013	40,369	51.7%
Otras máquinas especiales	98,964	51,154	51.7%
Tecnología Ambiental	137,478	70,482	51.3%
Semiconductores	168,277	84,916	50.5%
Otros bienes de consumo	82,754	41,280	49.9%
Máquinas textiles y de papel	4,034	2,009	49.8%
Métodos informáticos para la gestión	29,570	14,416	48.8%
Manejo	63,752	30,459	47.8%
Transporte	174,042	82,148	47.2%
Química de materiales básicos	82,522	38,749	47.0%
Ingeniería Química	72,275	33,762	46.7%
Controlar	35,765	16,262	45.5%
Tecnología audiovisual	151,859	67,546	44.5%
Herramientas de máquina	38,074	16,674	43.8%
Muebles, juegos	69,799	29,251	41.9%
Motores, bombas, turbinas	88,827	37,095	41.8%
Materiales, metalurgia	92,042	37,614	40.9%
Análisis de materiales biológicos	63,154	25,468	40.3%
Óptica	468,700	187,823	40.1%
Química fina orgánica	22,945	8,525	37.2%
Productos Farmacéuticos	77,281	28,186	36.5%
Microestructura y nanotecnología	85,557	28,753	33.6%

Procesos y aparatos térmicos	92,811	29,812	32.1%
Elementos mecánicos	181,827	52,541	28.9%
Medición	39,056	7,448	19.1%
Total	3,742,607	1,825,277	48.8%

Fuente: Elaboración propia con base en USPTO

Se observa que la participación de las patentes de titulares no residentes representa prácticamente la mitad del total de patentes. Salvo en algunas clases con muy alta o muy baja participación, en general los no residentes tienen participaciones similares en todas las clases tecnológicas.

Luego, ordenamos las clases tecnológicas en 3 categorías de acuerdo a la tasa de crecimiento promedio anual, para identificar las clases de acuerdo al crecimiento que experimentaron. Así, identificamos 3 grupos de clases tecnológicas: i) las clases muy dinámicas; ii) las clases dinámicas, y iii) las clases poco dinámicas³⁵.

Con base en la información de la tablas 26 y 27, podemos ver que la clase de tecnología computacional, la más importante en número de patentes, es una de las clases muy dinámicas junto a otras 3 clases con participaciones marginales, haciendo un total de 17.7%.

Siguen, las 17 clases tecnológicas dinámicas, éstas representan el 56.5% del total de patentes. Por último, las 14 clases tecnológicas de crecimiento menos dinámico que representan el 25.8% del total de patentes. Además, cabe señalar que la participación de los titulares no residentes no tiene una relación clara con el dinamismo de cada clase tecnológica.

Tabla 27. USPTO: Clases tecnológicas según tasa de crecimiento promedio anual

Muy dinámicas		Dinámicas		Poco dinámicas	
Métodos informáticos para la gestión	18%	Semiconductores	8%	Ingeniería civil	3%
Microestructura y nanotecnología	17%	Telecomunicaciones	7%	Tecnología Ambiental	3%
Comunicación digital	15%	Maquinaria eléctrica, aparatos, energía	6%	Herramientas de máquina	3%
Tecnología computacional	10%	Controlar	6%	Química fina orgánica	3%
		Tecnología audiovisual	6%	Procesos y aparatos térmicos	2%
		Tecnología Medica	6%	Ingeniería Química	2%
		Productos Farmacéuticos	5%	Química de materiales básicos	2%
		Biotecnología	5%	Muebles, juegos	2%

³⁵ En el Anexo 3 se muestran las tendencias de crecimiento para cada clase tecnológica.

Procesos básicos de comunicación	5%	Otras máquinas especiales	2%
Tecnología de superficie, revestimiento	5%	Manejo	2%
Química de Alimentos	4%	Otros bienes de consumo	2%
Análisis de materiales biológicos	4%	Materiales, metalurgia	2%
Medición	4%	Máquinas textiles y de papel	1%
Transporte	4%	Química macromolecular, polímeros	1%
Motores, bombas, turbinas	4%		
Óptica	4%		
Elementos mecánicos	4%		

Fuente: Elaboración propia con base en USPTO

3.3. Las patentes de Brasil, México, China e India

El análisis se concentra en las patentes registradas en la USPTO con origen en Brasil, México, China e India, es decir, patentes concedidas a titulares con la nacionalidad de dichos países. Además, se considera el periodo de análisis entre los años 1996 y 2015.

De acuerdo a los criterios descritos en el párrafo anterior, fueron identificadas 63,809 patentes concedidas a titulares de los cuatro países. Las patentes de Brasil son 2,400, éstas representan el 4% del conjunto, con una tasa de crecimiento promedio anual de 5.8%. En el caso de México, fueron 1,430 patentes cubriendo el 2% de total y con una tasa de crecimiento promedio anual de 7.1%.

Para China fueron 37,566 patentes que constituyen el 59% del total, con una tasa de crecimiento promedio anual de 31.3%. E India con 22,413 patentes representando el 35% de total de patentes y tuvieron una tasa de crecimiento promedio anual de 21.5%.

Incluso ya desde este punto se hacen evidentes las grandes diferencias entre los cuatro países. Hasta ahora podemos distinguir dos grupos de países, por un lado, Brasil y México, con una escasa participación y con tasas de crecimiento promedio anual de patentes muy bajas, por otro lado, están China e India, con mayores participaciones que representan en conjunto más del 90% del total de patentes, además, con altas tasas de crecimiento promedio anual.

Sin embargo, durante los primeros años los cuatro países tuvieron participaciones similares. Y fue a partir del año 2000 que tanto China como India fueron incrementando el

número de patentes registradas y alejándose considerablemente de Brasil y México, siendo aún más notorio en el caso de China.

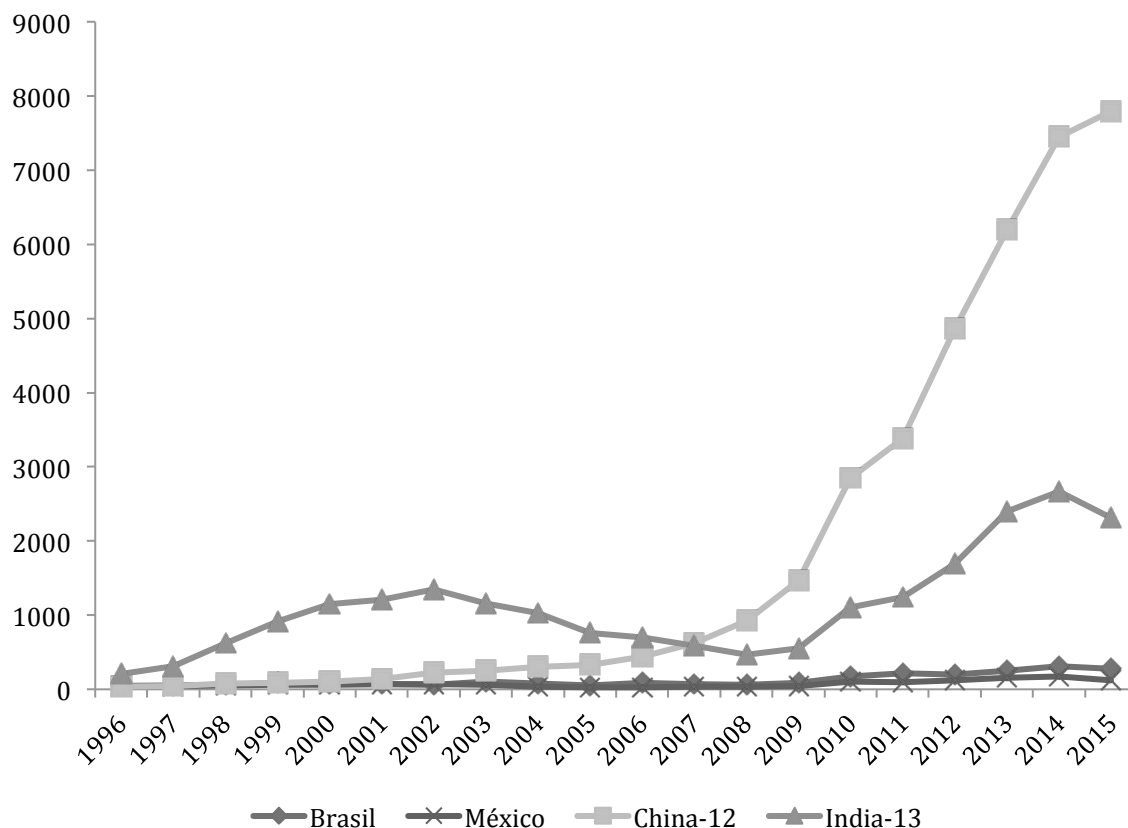


Gráfico 20. Brasil, China, India y México: Patentes concedidas en USPTO, 1996-2015
Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO

Como se puede observar la participación de India a lo largo del periodo se ve variable, por ejemplo muestra una caída entre los años 2002-2008, lo cual se debe a la tendencia de las clases tecnológicas semiconductores y tecnología computacional, estas clases son las que tienen mayor participación para el país.

También se pudieron revelar diferencias entre los países respecto a las categorías tecnológicas en las que se suscriben sus patentes. De esa manera podemos apreciar que Brasil, México y China muestran una concentración de patentes, de acuerdo a las clases tecnológicas, más baja que India.

Tabla 28. *Brasil, México, China e India: Distribución de patentes, según clase tecnológica, 1996-2015*

País	Brasil		México		China		India	
	Pat.	%	Pat.	%	Pat.	%	Pat.	%
Clase tecnológica								
Análisis de materiales biológicos	19	1%	5	0%	97	0%	59	0%
Biotecnología	71	3%	34	2%	424	1%	359	2%
Comunicación digital	33	1%	4	0%	4,103	11%	1,528	7%
Controlar	57	2%	21	1%	628	2%	346	2%
Elementos mecánicos	129	5%	54	4%	628	2%	79	0%
Herramientas de máquina	56	2%	40	3%	632	2%	167	1%
Ingeniería civil	109	5%	86	6%	625	2%	75	0%
Ingeniería Química	108	5%	39	3%	612	2%	237	1%
Manejo	115	5%	69	5%	500	1%	58	0%
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	129	5%	108	8%	4,812	13%	388	2%
Máquinas textiles y de papel	63	3%	26	2%	226	1%	37	0%
Materiales, metalurgia	66	3%	83	6%	344	1%	167	1%
Medición	75	3%	42	3%	1,420	4%	855	4%
Métodos informáticos para la gestión	28	1%	10	1%	150	0%	297	1%
Microestructura y nanotecnología	2	0%	0	0%	66	0%	10	0%
Motores, bombas, turbinas	123	5%	18	1%	363	1%	232	1%
Muebles, juegos	45	2%	78	5%	825	2%	40	0%
Óptica	15	1%	21	1%	1,372	4%	347	2%
Otras máquinas especiales	87	4%	72	5%	381	1%	89	0%
Otros bienes de consumo	72	3%	44	3%	442	1%	63	0%
Procesos básicos de comunicación	20	1%	9	1%	821	2%	782	3%
Procesos y aparatos térmicos	45	2%	40	3%	392	1%	51	0%
Productos farmacéuticos	92	4%	62	4%	717	2%	919	4%
Química de Alimentos	43	2%	47	3%	92	0%	142	1%
Química de materiales básicos	101	4%	65	5%	450	1%	324	1%
Química fina orgánica	101	4%	42	3%	906	2%	1,525	7%
Química macromolecular, polímeros	30	1%	29	2%	319	1%	181	1%
Semiconductores	11	0%	5	0%	2,017	5%	4,091	18%
Tecnología Ambiental	27	1%	27	2%	203	1%	76	0%
Tecnología audiovisual	31	1%	28	2%	2,997	8%	482	2%
Tecnología computacional	136	6%	42	3%	5,835	16%	7,218	32%
Tecnología de superficie, revestimiento	31	1%	24	2%	455	1%	196	1%
Tecnología Médica	143	6%	79	6%	530	1%	184	1%
Telecomunicaciones	42	2%	14	1%	2,680	7%	709	3%
Transporte	145	6%	63	4%	502	1%	100	0%
Total	2,400	100%	1,430	100%	37,566	100%	22,413	100%

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO

Igualmente, se pueden ver algunos cambios dentro de cada país conforme a las principales clases tecnológicas. En la siguiente tabla se muestran las principales clases tecnológicas por país para el inicio y el final del periodo de análisis.

Tabla 29. *Brasil, México, China e India: principales clases tecnológicas, 1996 y 2015*

País/año	1996	2015
Brasil	Elementos mecánicos Transporte Maquinaria eléctrica, aparatos, energía	Tecnología computacional Tecnología médica Motores, bombas, turbinas
México	Otras máquinas especiales Química de Alimentos Manejo	Química de materiales básicos Maquinaria eléctrica, aparatos, energía Transporte
China	Maquinaria eléctrica, aparatos, energía Productos farmacéuticos Materiales, metalurgia	Maquinaria eléctrica, aparatos, energía Productos farmacéuticos Materiales, metalurgia
India	Tecnología computacional Semiconductores Procesos básicos de comunicación	Tecnología computacional Comunicación digital Química fina orgánica

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO

3.4. Medición de la especialización tecnológica sectorial

El cálculo de los índices de VTR se realizó para cada clase tecnológica en cada país dividiendo el periodo de análisis de la siguiente manera: 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010 y 2011-2015.

Los índices se calculan a partir de la siguiente fórmula:

$$VTR_{ij} = \frac{\left(\frac{P_{ij}}{\sum_i P_{ij}} \right)}{\left(\frac{\sum_j P_{ij}}{\sum_i \sum_j P_{ij}} \right)}$$

donde:

P_{ij} es el número de patentes del país i en el sector j .

En Archibugi y Pianta (1992) estimaron los índices de VTR para un grupo de países avanzados con base a las patentes de la USPTO y la EPO. Los autores mostraron que existe un

correlación alta entre los índices. Salvo el rezago que podrían tener los índices con base en la USPTO debido a que es una oficina nacional y en mayor parte los titulares son residentes.

En este apartado haremos un ejercicio similar, sin embargo, en lugar de usar datos de diferentes oficinas haremos la comparación de los índices utilizando diferentes grupos de referencia. El primer grupo estará compuesto por las patentes registradas por titulares de Brasil, México, China e India (1.7%). El segundo grupo serán las patentes de titulares no residentes (48.8%). Y el tercer grupo se compondrá por las patentes registradas en la USPTO en su totalidad (100%). En el siguiente gráfico se muestra un esquema de cómo se distribuyen estos 3 grupos.

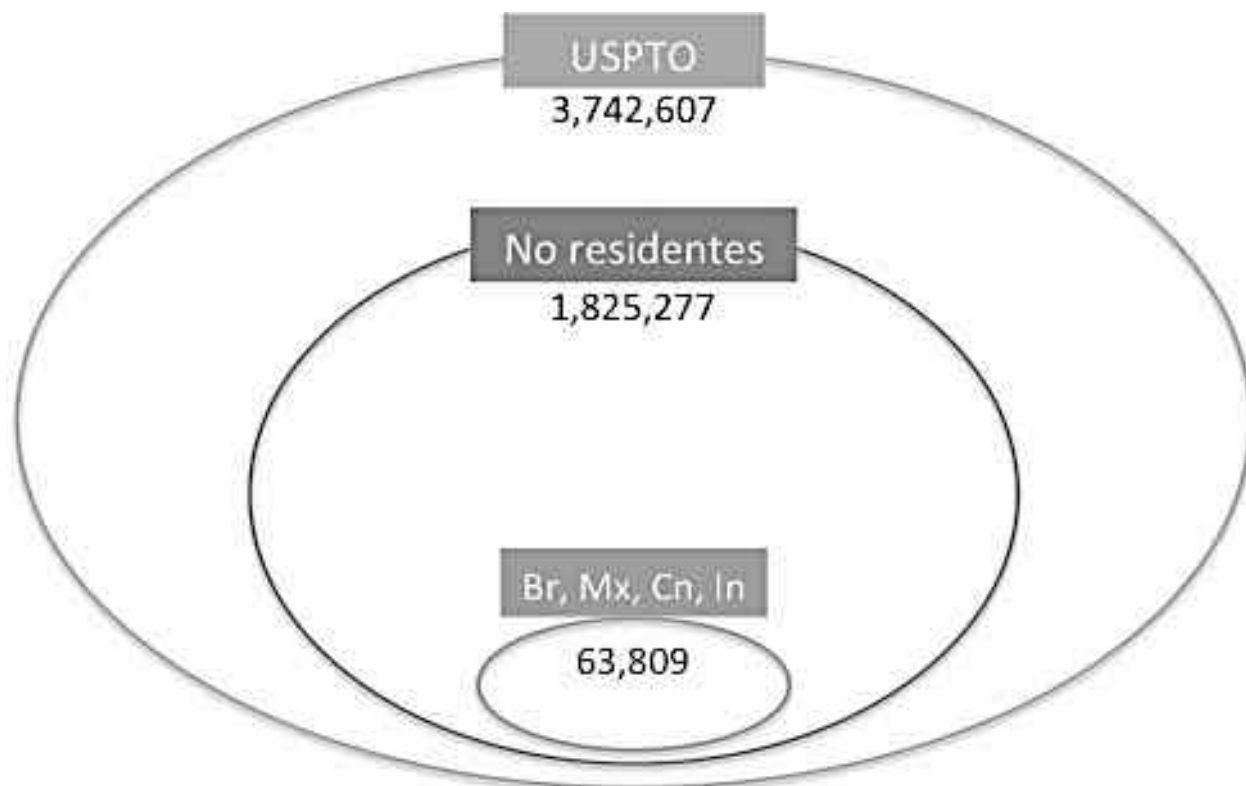


Gráfico 21. Universos de referencia para el cálculo de los índices de VTR
Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO

Los índices de VTR se muestran en el Anexo 4, considerando los criterios descritos en el párrafo anterior. Una vez ordenados los índices por clase tecnológica y por periodo calculamos el coeficiente de Pearson³⁶ para verificar la existencia de una correlación lineal entre estos 3 grupos de datos, tomados de 2 en 2. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

³⁶ El coeficiente de correlación de Pearson es una medida de la relación lineal entre dos variables cuantitativas. El valor del índice de correlación varía en el intervalo [-1,1], indicando el signo el sentido de la relación:

Tabla 30: Correlación de índices de VTR, según universo, periodo y país

Grupos correlacionados	País/Periodo	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	1996-2015
Sólo 4 países - No residentes	Brasil	0.87	0.77	0.70	0.68	0.68
	México	0.87	0.77	0.79	0.82	0.85
	China	0.77	0.69	0.47	0.34	0.37
	India	0.67	0.67	0.88	0.91	0.88
Sólo 4 países - Total	Brasil	0.90	0.81	0.71	0.71	0.75
	México	0.93	0.95	0.95	0.95	0.94
	China	0.73	0.70	0.51	0.51	0.47
	India	0.60	0.57	0.87	0.82	0.87
No residentes - Total	Brasil	0.95	0.93	0.94	0.89	0.87
	México	0.84	0.76	0.75	0.79	0.84
	China	0.95	0.96	0.91	0.91	0.93
	India	0.97	0.97	0.97	0.87	0.90

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

Según los datos obtenidos podemos ver que el grupo 2 (universo = patentes de no residentes) y el grupo 3 (universo = total de patentes) son lo que muestran correlación positiva más alta, durante todos los periodos y para los cuatro países.

En la comparación del grupo 1 (universo = patentes de Brasil, México, China e India) y el grupo 2, y en la comparación del grupo 1 y el grupo 3 se muestran correlaciones más bajas, especialmente para los casos de China e India, es posible que se debe al rezago que ofrecen los índices del grupo 1 dado que el universo de comparación es pequeño.

Se ha verificado que en la mayoría de los estudios revisados en el apartado de evidencia empírica se ha tomado como universo de referencia el total de patentes del conjunto de países analizados. Sin embargo, en nuestro caso, al analizar un grupo pequeño de países y emergentes, lo que hace que presenten un número reducido de patentes. Podemos esperar que los índices de VTR calculados tengan un mayor rezago.

Si $r = 1$, existe una correlación positiva perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables denominada relación directa: cuando una de ellas aumenta, la otra también lo hace en proporción constante.

Si $0 < r < 1$, existe una correlación positiva.

Si $r = 0$, no existe relación lineal. Pero esto no necesariamente implica que las variables son independientes: pueden existir todavía relaciones no lineales entre las dos variables.

Si $-1 < r < 0$, existe una correlación negativa.

Si $r = -1$, existe una correlación negativa perfecta. El índice indica una dependencia total entre las dos variables llamada relación inversa: cuando una de ellas aumenta, la otra disminuye en proporción constante.

Por otro lado, si consideramos utilizar el tercer grupo como universo de referencia debemos tener en cuenta el rezago que pueda generar la participación de Estados Unidos, dado que la USPTO es una oficina nacional, lo que no sucedería si los cálculos se realizaran con base en las patentes registradas en la EPO.

Al emplear el grupo 2 como universo de referencia podríamos evitar los rezagos descritos en los párrafos anteriores y, al mismo tiempo, ubicaríamos el análisis de la especialización tecnológica de nuestros países en un escenario donde tanto países avanzados y emergentes buscan ingresar y competir.

El análisis de los índices para identificar las clases tecnológicas en las que estos países cuentan con ventajas tecnológicas relativas a partir de ahora se hará en referencia al universo de patentes registradas en la USPTO por titulares no residentes. En el Anexo 5 se muestran por periodo las clases tecnológicas con ventajas y desventajas tecnológicas reveladas para cada país.

De esa manera, se han identificado las clases tecnológicas en las que sobresale cada país para cada periodo considerado. De acuerdo a estos resultados podemos identificar las ventajas que los países logran conseguir o mantener y las ventajas que pierden convirtiéndose en desventajas tecnológicas relativas.

Así, tenemos que Brasil ha mantenido o ha ganado ventajas tecnológicas reveladas en 5 clases tecnológicas. Según la clasificación de acuerdo al dinamismo que mostraron las clases tecnológicas en la USPTO, 4 clases en las que Brasil tiene ventaja tecnológica respecto a los otros 3 países tuvieron un crecimiento dinámico en el periodo y son: análisis de materiales biológicos, biotecnología, elementos mecánicos y motores, bombas, turbinas. Mientras la quinta clase, ingeniería química, fue de crecimiento poco dinámico.

También, Brasil perdió ventajas tecnológicas en dos clases de crecimiento poco dinámico, las cuales son herramientas de máquina e ingeniería civil.

Tabla 31. *Brasil: Clases tecnológicas con ventajas tecnológicas reveladas, 1996-2015*

Años	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Clase tecnológica	Elementos mecánicos	Análisis de materiales	Análisis de materiales	Análisis de materiales
	Herramientas de máquina	biológicos	biológicos	biológicos
	Ingeniería civil	Biotecnología	Biotecnología	Biotecnología
	Manejo	Controlar	Elementos mecánicos	Controlar
	Motores, bombas, turbinas	Elementos mecánicos	Herramientas de máquina	Elementos mecánicos
	Otros bienes de consumo	Ingeniería Química	Ingeniería Química	Ingeniería Química
	Tecnología Médica	Métodos informáticos para la gestión	Máquinas textiles y de papel	Manejo
	Transporte	Motores, bombas, turbinas	Máquinas textiles y de papel	Máquinas textiles y de papel
		Otras máquinas especiales	Motores, bombas, turbinas	Medición
		Otros bienes de consumo	Química de Alimentos	Motores, bombas, turbinas
	Química de materiales básicos	Química de materiales básicos	Tecnología Médica	
	Tecnología Médica		Transporte	
	Transporte			

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

Por su parte, México mantuvo ventajas tecnológicas reveladas en 4 clases tecnológicas poco dinámicas, las cuales son: ingeniería civil, materiales y metalurgia, química macromolecular, polímeros, y tecnología Ambiental. Y perdió ventajas en análisis de materiales biológicos, clase tecnológica dinámica, y máquinas textiles y de papel, clase tecnológica poco dinámica.

Tanto Brasil como México han ganado o mantenido ventajas tecnológicas reveladas en aquellas clases tecnológicas maduras, tales como ingeniería civil, transporte y elementos mecánicos. También muestran ventajas en ciertas clases relacionadas con las ciencias, es el caso de la biotecnología, ingeniería química y productos farmacéuticos.

Tabla 32. México: Clases tecnológicas con ventajas tecnológicas reveladas, 1996-2015

Años	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Clase tecnológica	Análisis de materiales biológicos	Ingeniería civil	Ingeniería civil	Herramientas de máquina
	Máquinas textiles y de papel	Manejo	Manejo	Ingeniería civil
	Materiales, metalurgia	Máquinas textiles y de papel	Materiales, metalurgia	Materiales, metalurgia
	Métodos informáticos para la gestión	Materiales, metalurgia	Métodos informáticos para la gestión	Muebles, juegos
	Muebles, juegos	Química de Alimentos	Muebles, juegos	Otras máquinas especiales
	Otras máquinas especiales	Química macromolecular, polímeros	Otras máquinas especiales	Otros bienes de consumo
	Procesos y aparatos térmicos	Tecnología Ambiental	Otros bienes de consumo	Procesos y aparatos térmicos
	Química de Alimentos		Procesos y aparatos térmicos	Productos farmacéuticos
			Química macromolecular, polímeros	Química de Alimentos
			Tecnología Ambiental	Química de materiales básicos
			Tecnología de superficie, revestimiento	Química macromolecular, polímeros
			Tecnología Medica	Tecnología Ambiental
			Transporte	Tecnología de superficie, revestimiento

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

Por otro lado, hay un rasgo común en los casos de China e India. Las clases tecnológicas en las que ganaron o mantuvieron ventajas son, en general, las clases con mayor dinamismo. Mientras las clases en las que perdieron las ventajas tecnológicas suelen ser menos dinámicas.

Además, sus ventajas se ubican en clases tecnológicas relativamente nuevas, tal es el caso de la nanotecnología, y en clases relacionadas con las TIC y el paradigma electrónico.

Tabla 33. *China: Clases tecnológicas con ventajas tecnológicas reveladas, 1996-2015*

Años	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Clase tecnológica	Biotecnología	Herramientas de	Controlar	Comunicación digital
	Ingeniería Química	máquina	Maquinaria, aparatos,	Maquinaria, aparatos,
	Maquinaria, aparatos,	Maquinaria, aparatos,	energía eléctrica	energía eléctrica
	energía eléctrica	energía eléctrica	Medición	Microestructura y
	Óptica	Muebles, juegos	Óptica	nanotecnología
	Productos	Procesos básicos de	Tecnología audiovisual	Óptica
	farmacéuticos	comunicación	Telecomunicaciones	Tecnología audiovisual
	Química de materiales	Procesos y aparatos		Telecomunicaciones
	básicos	térmicos		
	Química fina orgánica	Productos		
	Química	farmacéuticos		
	macromolecular,	Tecnología audiovisual		
	polímeros	Telecomunicaciones		
	Tecnología Ambiental			
Tecnología audiovisual				
Tecnología de				
superficie,				
revestimiento				

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

Tabla 34. *India: Clases tecnológicas con ventajas tecnológicas reveladas, 1996-2015*

Años	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Clase tecnológica	Comunicación digital	Comunicación digital	Comunicación digital	Métodos informáticos
	Procesos básicos de	Medición	Procesos básicos de	para la gestión
	comunicación	Óptica	comunicación	Procesos básicos de
	Tecnología	Química fina orgánica	Productos	comunicación
	computacional	Semiconductores	farmacéuticos	Química fina orgánica
	Semiconductores	Tecnología	Química fina orgánica	Tecnología
Telecomunicaciones	computacional	Semiconductores	computacional	
	Tecnología de	Tecnología		
	superficie,	computacional		
	revestimiento			

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

El número de clases con ventajas tecnológicas son mayores en Brasil y México, en comparación con China en India. En ese sentido, se puede decir que China e India concentran su especialización en pocos sectores, mientras Brasil y México muestra una especialización más dispersa.

Estos resultados contrastan con los resultados obtenidos por Archibugi y Pianta (1992), donde señalaban que los países más grandes en términos tecnológicos podían desarrollar

actividades en toda la gama de clases tecnológicas, mientras que los países más pequeños se veían obligados a concentrarse en pocos sectores.

Por ello, se esperaba que Brasil y México tuvieran ventajas en menos clases tecnológicas en relación a China e India. Para complementar este análisis mediremos el grado de especialización tecnológica con base a los valores de los índices de VTR y la distribución de patentes. Esto con la finalidad de verificar en qué medida los valores de estos índices son homogéneos o heterogéneos entre un país y otro.

3.5. Medición del grado de especialización tecnológica

La medición del grado de especialización tecnológica de los países se puede realizar a través de diferentes indicadores. Considerando lo señalado por Khramova et al. (2013), es útil medir la especialización tecnológica mediante varios indicadores con la finalidad de evitar resultados engañosos. Por consiguiente, en este apartado mediremos el grado de la especialización tecnológica de Brasil, México, China e India durante el periodo 1996-2015 en 4 subperiodos mediante los siguientes indicadores: valores chi cuadrado, índice de Krugman, coeficiente de variación y coeficiente de Gini.

Para estimar en qué medida los patrones de especialización de estos países se diferencian del resto de países, es decir, del universo de referencia, calcularemos los valores chi cuadrado con base en la distribución de sus patentes. Lo que refleja este indicador es la comparación de la distribución porcentual de las patentes a través de las clases tecnológicas de cada país con la distribución porcentual por clases del universo.

De esa manera, si un país tiene la misma distribución porcentual que el universo de referencia, su valor chi cuadrado será igual a cero. En otras palabras, el país no mostraría diferencias respecto al universo, lo que quiere decir que no está especializado. De forma análoga, cuando un país presenta fortalezas y debilidades más marcadas a nivel sectorial, mayor será el valor chi cuadrado, es decir tendrá un alto grado de especialización tecnológica.

Tabla 35. *Brasil, México, China e India: Valores Chi cuadrado, 1996-2015*

País\Periodo	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	1996-2015
Brasil	1.0	0.9	1.0	0.7	0.6
México	1.7	2.2	3.2	2.9	2.2
China	1.6	4.9	8.2	5.3	5.3

India	8.3	6.0	5.6	9.3	6.3
-------	-----	-----	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO

Así tenemos que India y China tienen ventajas y desventajas sectoriales más diferenciadas del universo que Brasil y México, en otras palabras, son más especializados tecnológicamente. Igualmente, podemos verificar la evolución de tal especialización, por ejemplo, aunque India ha reducido su grado de especialización tecnológica desde 1996 hasta 2015, sigue siendo el país más especializado.

Otro índice útil para medir en qué grado un país se especializa tecnológicamente de manera relativa es el índice de Krugman, cuyos valores van desde 0 a 2. En su límite inferior, la estructura tecnológica de un país es la misma que el universo, por tanto se puede decir que no está especializado. Y en su límite superior, el país no comparte ninguna tecnología con el universo, es decir, muestra un alto grado de especialización.

Tabla 36. *Brasil, México, China e India: Índice de Krugman, 1996-2015*

País/Periodo	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	1996-2015
Brasil	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7
México	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8
China	0.7	0.8	1.0	1.0	1.0
India	1.3	1.3	1.1	1.2	1.1

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO

Conforme a los resultados de este índice se ven diferencias menos marcadas respecto a cómo estos países se muestran más especializados en comparación al universo de países. Sin embargo, otra vez India logra resaltar sobre el resto de países mostrando una estructura de fortalezas y debilidades tecnológicas relativas un poco más diferentes que el universo de referencia.

Con base en los resultados obtenidos de los índices de VTR podemos calcular el coeficiente de variación, otro indicador del grado de especialización de los países. De acuerdo con tal criterio, un mayor valor del coeficiente de variación representa una mayor heterogeneidad de los datos, por tanto un mayor grado de especialización. Así, vemos que India es el país con mayor heterogeneidad respecto a los demás países, lo que quiere decir que tiene sectores con ventajas y desventajas tecnológicas más marcadas.

Tabla 37. *Brasil, México, China e India: Coeficientes de variación de los índices de VTR, 1996-2015*

Periodo\País	Brasil	México	China	India
1996-2000	98%	95%	74%	180%
2001-2005	77%	87%	80%	137%
2006-2010	74%	91%	56%	108%
2011-2015	57%	80%	47%	110%

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO

Por el último el coeficiente de Gini, este indicador se calcula a partir de los índices de VTR y da como resultado una medida de la uniformidad en la que se distribuyen las capacidades tecnológicas de un determinado país. Los valores toman valores entre 0 y 1, donde 0 se corresponde con la perfecta uniformidad, es decir, el país posee capacidades tecnológicas en el mismo grado en todas las clases tecnológicas, y el valor 1 se corresponde a todo lo opuesto, el país posee ventajas y desventajas tecnológicas muy diferenciadas.

Tabla 38. *Brasil, México, China e India: Coeficiente de Gini, 1996-2015*

País/Periodo	Brasil	México	China	India
1996-2000	0.43	0.42	0.33	0.21
2001-2005	0.32	0.38	0.37	0.53
2006-2010	0.33	0.40	0.27	0.47
2011-2015	0.24	0.36	0.23	0.47

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO

Conforme a los resultados de este indicador, podemos ver que mientras Brasil, México y China se han acercado al umbral de la uniformidad, es decir, redujeron su grado de especialización, India tiene ventajas y desventajas tecnológicas más marcadas en el último periodo respecto al primero.

En el siguiente gráfico se puede apreciar la evolución y la manera en que coincidan los resultados de los cuatro indicadores descritos en este apartado, por país y por periodo.

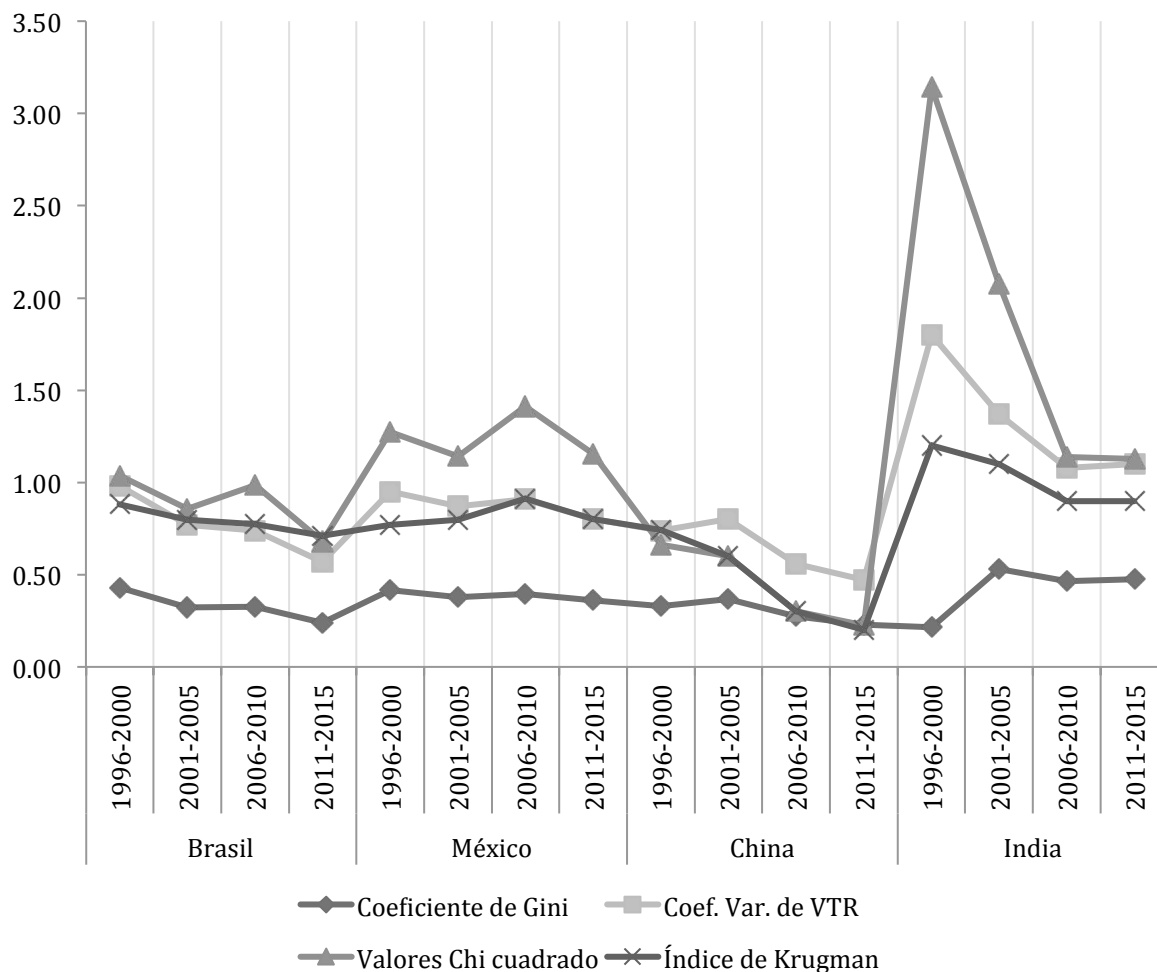


Gráfico 22. Brasil, México, China e India: Grado de especialización tecnológica, 1996-2015
 Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO

Igualmente, con base en estos indicadores se calcularon las correlaciones. Salvo el caso en particular, que corresponde a la correlación entre los coeficientes de variación y los índices de Krugman para México y algunos datos para India. Encontramos que, generalmente, estos cuatro indicadores muestran correlación positiva muy alta entre todos tomados de dos en dos. En ese sentido se puede deducir que se obtendrían resultados similares al emplear cualquiera de los indicadores.

Tabla 39. *Brasil, México, China e India: Correlaciones de los indicadores del grado de especialización tecnológica, 1996-2015*

Grupos \ países	Brasil	México	China	India
Coefficientes de variación y Valores chi cuadrado	0.87	0.63	0.96	1.00
Coefficientes de variación e Índices de Krugman	1.00	0.09	0.92	0.96
Valores chi cuadrado e Índices de Krugman	0.83	0.76	0.99	0.98
Coefficientes de Gini y Valores chi cuadrado	0.91	0.64	0.92	-0.78
Coefficientes de Gini e Índices de Krugman	0.98	0.05	0.87	-0.64
Coefficientes de variación y Coeficientes de Gini	0.99	0.99	0.99	-0.82

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO

3.6. Conclusiones

En suma, el objetivo de este capítulo corresponde a la primera parte del trabajo empírico, cuyo propósito fue la medición de la especialización tecnológica de Brasil, México, China e India durante el periodo 1996-2015. Asimismo, con este capítulo se contrastó con la evidencia empírica la primera hipótesis de investigación suscrita. La cual se enuncia de la siguiente manera: se espera que Brasil y México tengan ventajas tecnológicas reveladas, en relación a China e India, en tecnologías maduras y relacionadas con los recursos naturales, y desventajas en tecnológicas vinculadas a las TIC y al paradigma electrónico.

El trabajo empírico realizado en este capítulo se puede dividir en cuatro partes:

1. caracterización las clases tecnológicas con base en la información de las patentes de la USPTO durante el periodo 1996-2015;
2. caracterización de las patentes otorgadas por la USPTO a titulares de Brasil, México, China e India;
3. limitación del universo de patentes de referencia para la estimación de la especialización tecnológica sectorial y los perfiles de especialización tecnológica de Brasil, México, China e India durante el periodo 1996-2015;
4. cálculo de los índices de ventaja tecnológica revelada para las 35 clases tecnológicas en los periodos: 1996-2000, 2001- 2005, 2006-2010 y 2011-2015, y

5. medición de los perfiles de especialización tecnológica con base en los índices de ventaja tecnológica revelada calculados y la distribución de patentes de los cuatro países mediante diferentes indicadores.

De los resultados obtenidos en cada parte del trabajo empírico podemos resaltar algunos. En primer lugar, en función de las patentes registradas en la USPTO durante el periodo 1996-2015. Las clases tecnológicas más importantes son: tecnología computacional; maquinarias y aparatos de energía eléctrica; semiconductores, y tecnología audio visual. Estas 4 clase tecnológicas cubren casi la tercera parte del total de patentes.

Después de ordenar las clases tecnológicas en función de la tasa de crecimiento promedio anual que experimentaron sus patentes registradas, se observó que las 4 clases tecnológicas de crecimiento muy dinámico representan sólo el 17.7% del total. Mientras las 17 clases tecnológicas de crecimiento dinámico representan el 56.5% del total. Y las 14 clases tecnológicas de crecimiento menos dinámico representan el 25.8% del total de patentes.

En segundo lugar, la limitación del universo de referencia se hizo procurando evitar rezagos en los resultados obtenidos y, a su vez, ubicar el análisis de la especialización tecnológica de nuestros cuatro países en un escenario internacional donde tanto países avanzados y emergentes compiten.

En ese sentido, el universo de referencia empleado en la medición de las especialización tecnológica de Brasil, México, China e India está conformado por las patentes registradas en la USPTO por titulares no residentes durante el periodo 1996-2015. Este universo incluye a 1,825, 277 patentes distribuidas en 35 clases tecnológicas.

En tercer lugar, respecto a la medición de la especialización tecnológica sectorial. Se calcularon los índices de ventajas tecnológicas reveladas para los cuatro países en las 35 clases tecnológicas en los periodos: 1996-2000, 2001- 2005, 2006-2010 y 2011-2015.

De acuerdo con los resultados obtenidos se identificaron las clases tecnológicas en las que sobresale cada país para cada periodo considerado, y se notaron las ventajas que los países lograron conseguir o mantener y las ventajas que perdieron convirtiéndose en desventajas tecnológicas.

De esa manera, Brasil ha mantenido ventajas tecnológicas reveladas en 5 clases tecnológicas. Cuatro de ellas son de crecimiento dinámico, las cuales son: análisis de materiales

biológicos; biotecnología; elementos mecánicos, y motores, bombas y turbinas. Y la quinta clase es ingeniería química, la cual pertenece a las clases de crecimiento poco dinámico. También, Brasil perdió ventajas tecnológicas en dos clases de crecimiento poco dinámico, las cuales son herramientas de máquina e ingeniería civil.

Por su parte, México mantuvo ventajas relativas en 4 clases tecnológicas poco dinámicas, las cuales son: ingeniería civil; materiales y metalurgia; química macromolecular y polímeros, y tecnología ambiental. Y perdió ventajas en análisis de materiales biológicos, clase tecnológica dinámica, y en máquinas textiles y de papel, clase tecnológica poco dinámica.

En su lugar, China mantuvo una ventaja tecnológica en maquinarias y aparatos de energía eléctrica, clase de crecimiento muy dinámico. Y logró ventajas en tecnología audiovisual y telecomunicaciones, clases dinámicas. Mientras que las ventajas que perdió son de clases tecnológicas poco dinámicas en su mayoría.

Respecto a India, este país mantuvo ventajas en 2 clases tecnológicas de crecimiento muy dinámico, las cuales son comunicación digital y tecnología computacional. Además, en comparación con el resto es el país que tiene ventajas tecnológicas en un menor número de clases al final del periodo de análisis.

Con base en estos resultados podemos llegar a las siguientes conclusiones. El número de clases con ventajas tecnológicas son mayores en Brasil y México, en comparación con China e India. En ese sentido, se puede decir que China e India concentran su especialización en pocos sectores, mientras Brasil y México muestra una especialización menos concentrada.

Además, en los casos de China e India, las clases tecnológicas en las que ganaron o mantuvieron ventajas son, en general, las clases con mayor dinamismo. Y las clases en las que perdieron las ventajas tecnológicas suelen ser menos dinámicas. Mientras que en Brasil y México sucede lo contrario.

En cuarto lugar, se realizó la medición del grado de especialización tecnológica de los cuatro países, con base en los índices de VTR y la distribución de patentes, mediante los siguientes indicadores: valores chi cuadrado, coeficiente de Krugman, coeficiente de variación y coeficiente de Gini.

Cabe señalar que los resultados obtenidos mediante estos cuatro indicadores son equivalentes. Ahora conforme a estos resultados, China e India tienen ventajas y desventajas

sectoriales más diferenciadas del universo que Brasil y México, en otras palabras, China y India muestran mayores grados de especialización tecnológica que Brasil y México.

CAPÍTULO 4

FACTORES DE LA ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA DE BRASIL, MÉXICO, CHINA E INDIA

Una vez que se ha estimado la especialización tecnológica de los cuatro países emergentes que conforman esta investigación, donde apreciamos sus ventajas y desventajas tecnológicas así como su grado de especialización tecnológica, en este capítulo nos interesa identificar los factores que influyen en tal especialización.

Como se ha señalado en el capítulo teórico, el análisis y la medición de la especialización tecnológica se puede realizar tanto a nivel sectorial como a nivel nacional. La especialización tecnológica a nivel sectorial surge de la comparación entre el peso relativo de una variable de referencia, en nuestro caso las patentes, en una determinada clase tecnológica de un país, respecto a un universo, de patentes, compuesto por un grupo definido de países. Mientras la especialización tecnológica a nivel nacional surge de la comparación de la estructura conformada a partir de la especialización sectorial de un país comparada con los resultados de otros países.

En el capítulo 3 se estimó la especialización tecnológica sectorial a partir de los índices de ventaja tecnológica revelada, para las 35 clases tecnológicas en los periodos: 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010 y 2011-2015, con base en esta información se pudieron identificar las áreas en las que los países cuentan con ventajas tecnológicas y las áreas que representan desventajas para estos mismos países.

Igualmente, se evaluaron los perfiles de especialización tecnológica nacional con base en el cálculo del grado de especialización a partir de los índices de ventaja tecnológica revelada y la distribución sectorial de patentes. El grado de especialización tecnológica se refiere a la medida en que la estructura de patentes se diferencia del universo de referencia. Es decir, cuanto mayor sea dicho indicador el país contará con ventajas y desventajas tecnológicas más marcadas relativamente.

Una vez identificadas las ventajas tecnológicas que poseen estos países, así como el grado de especialización tecnológica que presentan, la pregunta que corresponde es ¿cuáles son los factores que explican dicha especialización?

En ese sentido, en este capítulo proponemos dos modelos econométricos con la finalidad de contrastar con la evidencia empírica las siguientes hipótesis:

1. Se espera que el grado de especialización tecnológica relativa de Brasil, México, China e India esté asociada a los siguientes factores: i) disponibilidad de capital humano; ii) capacidades de las empresas; iii) fortaleza de las instituciones; iv) presencia de empresas multinacionales, e v) indicadores económicos
2. Se espera que los factores que determinan que un sector tecnológico cuente con una ventaja tecnológica sean: acumulación de conocimiento tecnológico, capacidad de absorción de conocimiento tecnológico de frontera, vínculos con el sector académico, amplitud tecnológica, capacidad inventiva, cooperación tecnológica, valor tecnológico, novedades y participación de las firmas en las patentes.

El primer modelo propuesto corresponde a uno de tipo de panel de datos, el cual intenta identificar los factores que influyen en el grado de especialización tecnológica relativa a nivel nacional de Brasil, México, China e India de 1996 a 2015, en cuatro sub-periodos.

El segundo modelo tiene como objetivo identificar los factores que determinan que sector tenga ventaja tecnológica revelada, en Brasil, México, China e India de 2011 a 2015, a partir de las variables relacionadas con la naturaleza de la actividad inventiva de estos países.

La base empleada en este segundo modelo se obtuvo a partir de un muestreo de microdatos de patentes durante el periodo de análisis para los cuatro países y para las clases tecnológicas en las que estos países cuentan con ventajas tecnológicas reveladas. La muestra está conformada por 344 patentes de una población de 19,673 patentes.

Cabe señalar que en su mayoría los estudios que se ocuparon de este tema orientaron su estudio empírico a la especialización tecnológica sectorial, descuidando la dimensión nacional de tal especialización, es el caso de Morales y Sifontes (2012), Ruiz (2005), entre otros. Igualmente, son pocos los estudios que emplearon microdatos de patentes (Malerba et al., 2001). Por lo cual parte de la contribución de esta tesis doctoral se ubica en subsanar dichas carencias.

Este capítulo está conformado por cuatro secciones. En la primera sección se establece la metodología a seguir. La segunda sección corresponde al primer modelo econométrico el cual examina el grado de especialización de Brasil, México, China e India. En la tercera sección se presenta el segundo modelo econométrico orientado a identificar los factores que determinan las

ventajas tecnológicas de los países incluidos en la investigación. En la última sección se destacarán los principales hallazgos del trabajo realizado en este capítulo.

4.1. Metodología

En esta investigación se toma como principal fuente de información a las patentes. Teniendo en cuenta los alcances y las limitaciones del uso de datos de patentes en el análisis empírico³⁷, se puede afirmar que no obstante las patentes solamente logran captar parte de toda la actividad inventiva que se lleva a cabo en una economía, proporciona información importante y confiable, que además, permite análisis de series de tiempo como de corte transversal (Mancusi, 2003).

Así, existen muchos estudios orientados a analizar los perfiles tecnológicos y la especialización tecnológica de los países. Por mencionar algunos: Archibugi y Pianta (1992), Globerman (1997), Malerba et al. (2001), Mancusi (2001), Malerba y Montobbio (2003), Archibugi y Coco (2005).

Por nuestra parte proponemos dos modelos econométricos. Un primer modelo econométrico de panel de datos para identificar los factores que influyen en el grado de las especializaciones tecnológicas en Brasil, México, China e India. Y un segundo modelo econométrico de MCO para identificar los factores que influyen en que Brasil, México, China e India cuenten con una ventaja o desventaja tecnológica en clases determinadas.

4.2. Factores que influyen en el grado de la especialización tecnológica de Brasil, México, China e India.

En esta investigación consideramos que las capacidades tecnológicas se cimientan en el marco de los sistemas de innovación, tanto nacionales como sectoriales. Además, son estas capacidades tecnológicas las que dan forma a los perfiles de especialización tecnológica de los países (Archibugi & Pianta, 1991, 1992; Giannitsis & Kager, 2009; Lall, 1992, 2004; Malerba et al., 2001; Mancusi, 2001; Pianta & Meliciani, 1996; Picci & Savorelli, 2012, 2013; Ruiz, 2013a y 2013b).

La razón principal de usar el enfoque sistémico para el análisis de las capacidades tecnológicas es que dentro del proceso de innovación se involucra una variedad de agentes

³⁷ Revisar sección 1.1.3.1.

decisivos los cuales interactúan entre si y se ven influenciados por el entorno (Johnson & Lundvall, 2000). Igualmente, este tipo de análisis es una herramienta útil para entender las diferencias en las tasas de progreso tecnológico que experimentan los países y regiones, que a su vez explican las diferencias en sus resultados económicos (Kuramoto, 2007).

En general, los estudios coinciden en que los agentes involucrados son: capital humano, firmas, instituciones u organizaciones públicas y privadas tales como laboratorios, entidades de formación profesional y técnica, asociaciones empresariales, entidades que brindan apoyo financiero, educativo, entre otros (Lundvall, 1992; Nelson & Rosenberg, 1993; Intxaurburu y Ozerin, 1996).

En consecuencia, en este apartado proponemos analizar los perfiles de especialización tecnológica mediante el enfoque de los sistemas nacionales de innovación. Donde las capacidades tecnológicas están asociadas con otras capacidades, tales como las capacidades institucionales, las capacidades del capital humano, las capacidades tecnológicas de las firmas, las capacidades de innovación y de absorción de conocimiento, entre otras.

Específicamente, nos proponemos identificar los factores que determinan el grado de especialización tecnológica relativa a nivel nacional de Brasil, México, China e India de 1996 a 2015, en cuatro subperiodos.

Para la variable proxy del grado de especialización tecnológica tenemos cuatro opciones: coeficiente de Gini, coeficiente de variación, valores chi cuadrado e índice de Krugman. Se decidirá cuál es la más adecuada conforme a algún criterio determinado. Mientras tanto sabemos que estas variables muestran altos niveles de correlación.

Las variables explicativas asociadas al grado de especialización tecnológica que se incluyen en el modelo propuesto se organizan en 5 grupos: i) capital humano; ii) firmas; iii) instituciones; iv) empresas transnacionales, y v) entorno. A continuación se justifica la presencia de cada grupo de variables.

En primer lugar, el capital humano es uno de los principales motores de crecimiento económico de los países, asimismo, goza de especial importancia dentro de las actividades innovadoras (Archibugi & Coco, 2005). A medida que los inventores generan nuevas ideas, que se traducen en nuevos productos o procesos, lo cual conlleva al desarrollo de competencias tecnológicas nacionales, de esa manera se va perfilando su especialización tecnológica.

Sin embargo, la orientación de tal especialización dependerá de las áreas en las cuales se sitúe la formación del capital humano, es decir, cuanto más especializado sea el capital humano las capacidades tecnológicas de un país se desarrollaran en determinadas áreas, por lo tanto, será mayor el grado de especialización tecnológica de dicho país.

Segundo, las firmas son actores clave dentro de la orientación de la especialización tecnológica. Éstas constituyen un ambiente favorable para la invención y la generación de innovaciones, dado que destinan fondos para realizar actividades tecnológicas con la finalidad de desarrollar ventajas competitivas o favorecer su crecimiento empresarial (García y Romero, 2010).

Por tanto, las asimetrías en las actividades tecnológicas de las empresas afectan a los patrones de actividades innovadoras entre países y sectores, a su vez, determinarán el grado de especialización tecnológica de los mismos (Malerba et al., 1997).

En ese sentido, cuanto mayores sean las capacidades tecnológicas de las firmas serán más competentes para generar innovaciones. Así cuanto mayores sean las actividades tecnológicas que realicen las empresas será mayor el número de áreas tecnológicas que puedan abarcar y, por lo tanto, contribuirán a reducir el grado de especialización tecnológica nacional.

Tercero, las instituciones desempeñan un papel importante en relación a la organización de la actividad innovadora y son capaces de influir de manera diferenciada en la gama de sectores tecnológicos. Las actividades de las instituciones pueden incluir normas, rutinas, prácticas establecidas, reglas, leyes, etc. De esa manera son capaces de influir en el comportamiento de los agentes y actores involucrados en las actividades relacionadas con la innovación tecnológica, además, pueden moldear las interrelaciones entre éstos (Malerba, 2003).

Es así que se concibe un conjunto de entidades diversas con la finalidad de ofrecer una infraestructura de apoyo a la innovación (Porter & Stern, 1999). En este contexto existen instituciones que ofrecen apoyo financiero, también, realizan actividades de investigación científica y desarrollan tecnologías y fomentan su difusión mediante organismos públicos de investigación, universidades y centros de transferencia tecnológica.

Adicionalmente, las instituciones son capaces de influir en el sistema de innovación en su conjunto mediante regulaciones y adaptaciones del marco jurídico que afecten directamente a las actividades de innovación. Como es el caso de la regulación de la competencia, la regulación de los derechos de propiedad intelectual, entre otros (Heijs, 2001).

Cuarto, las empresas transnacionales juegan un rol muy importante en el contexto internacional, debido a que la especialización tecnológica de los países no sólo es resultado de factores internos (Pianta & Meliciani, 1996; Lall, 2004). Mediante las externalidades que generan estas empresas pueden favorecer la formación de competencias tecnológicas nacionales y contribuir en el perfilamiento de su especialización tecnológica (Patel & Pavitt, 1995; Cantwell, 1995).

De acuerdo con sus actividades en I+D y el registro de patentes estas empresas forman parte de los principales productores de conocimiento tecnológico. Los beneficios de su ingreso al espacio nacional comprenden no sólo los efectos directos asociados con el aumento de la actividad en I+D, sino también los efectos indirectos que se derivan de los vínculos y la difusión de conocimientos. Por ello, la presencia de este tipo de empresas es un importante conducto para la transferencia de nuevas tecnologías entre los países (Zeile, 2014).

Sin embargo, el efecto de la presencia de este tipo de empresas dependerá de la naturaleza de sus actividades tecnológicas en el país hospederero. Si éstas tienden a realizar actividades tecnológicas en áreas donde cuentan con ventajas en su país de origen, contribuirán así a ampliar la gama de áreas tecnológicas en los países receptores por lo que efecto de su presencia contribuirá a la desespecialización (Patel & Vega, 1999; Ruiz, 2005).

Mientras que si ocurre lo contrario, cuando las empresas transnacionales aprovechan las ventajas tecnológicas relativas del país receptor, su presencia no destruirá los perfiles nacionales de especialización, sino que tenderá a reforzarlos (Cantwell & Vertova, 2004).

Por último, el entorno. En este grupo de variables se incluyen a aquellas que de forma directa o indirecta pueden influir en las capacidades de un sistema de innovación, tales como las condiciones macroeconómicas, el crecimiento económico y las inversiones en I+D.

4.2.1. Datos y fuentes de información

El grado de especialización tecnológica ha sido medido a través de diferentes indicadores en los estudios empíricos, tales como coeficiente de Gini (Amiti, 1999; Mancusi, 2001), valores Chi cuadrado (Archibugi & Pianta, 1991, 1992; Wong & Singh 2005; Ruiz 2005, 2013a), índice de especialización de Krugman (Picci & Savorelli; 2012,2013), índice de Hirschmann (Ruiz, 2013a), índice de Herfindahl (Wong, 2005) y coeficiente de variación (Unión Europea, 2013).

Conforme a una de las recomendaciones de Khramova et al. (2013), cuando los números de patentes son reducidos, especialmente en los casos de los países menos avanzados, se requiere la utilización de una mayor variedad de indicadores, así se procura conseguir resultados más precisos ya que el uso de un sólo índice puede no dar resultados confiables.

En tal sentido, con base en la información proporcionada por la USPTO en el capítulo anterior calcularon los coeficientes de Gini, los valores Chi cuadrado, los coeficientes de variación y los índices de especialización de Krugman, para cada país durante cada periodo. De esa manera se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 40. *Brasil, México, China e India: Indicadores del grado de especialización tecnológica, 1996-2015*

País	Periodo	Coeficiente de Gini	Coef. Var. de VTR	Valores Chi cuadrado	Índice de Krugman
Brasil	1996-2000	0.43	98%	1.0	0.9
	2001-2005	0.32	77%	0.9	0.8
	2006-2010	0.33	74%	1.0	0.8
	2011-2015	0.24	57%	0.7	0.7
México	1996-2000	0.42	95%	1.3	0.8
	2001-2005	0.38	87%	1.1	0.8
	2006-2010	0.40	91%	1.4	0.9
	2011-2015	0.36	80%	1.2	0.8
China	1996-2000	0.33	74%	0.7	0.7
	2001-2005	0.37	80%	0.6	0.6
	2006-2010	0.27	56%	0.3	0.3
India	2011-2015	0.23	47%	0.2	0.2
	1996-2000	0.21	180%	3.1	1.2
	2001-2005	0.53	137%	2.1	1.1
	2006-2010	0.47	108%	1.1	0.9
	2011-2015	0.47	110%	1.1	0.9
Coeficiente de variación		25%	36%	63%	32%

Fuente: Elaboración propia con base en USPTO.

También se calcularon las correlaciones entre estos índices, encontrando que, en general, estos indicadores muestran correlación positiva muy alta entre todos tomados de dos en dos. En ese sentido se puede deducir que se obtendría resultados similares al emplear cualquiera de los indicadores como variable explicativa.

Con la finalidad de elegir un indicador más idóneo para el modelo econométrico nos valemos de una prueba ampliamente utilizada para medir la confiabilidad de una serie de datos. Esta es la prueba de dispersión empleando como indicador el coeficiente de variación³⁸.

De acuerdo con esta prueba cuanto menor es el valor de dicho coeficiente la confiabilidad en el indicador es mayor. Por consiguiente, el indicador más confiable es el coeficiente de Gini. A partir de este punto emplearemos como indicador del grado de especialización tecnológica de los cuatro países en los cuatro subperiodos al coeficiente de Gini.

Por otro lado, teniendo en cuenta que la especialización tecnológica esta asociada a las capacidades tecnológicas y a otras capacidades con las que goza cada país, en los últimos años se han dedicado esfuerzos para la construcción de indicadores nacionales, entre los principales programas desarrollados con este fin encontramos el Foro Económico Mundial, el Programa de Desarrollo de Naciones Unidas y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), y la Corporación RAND (Research And Development). Igualmente, diversos estudios emplearon diferentes indicadores para medir las capacidades de los países.

Con base en la revisión de la literatura las variables independientes consideradas han sido organizadas en 5 grupos. A continuación describiremos cada grupo y las variables que los conforman.

Tabla 41. *Variables independientes, descripción, unidades de medida y fuentes de información*

Variable	Definición	Unidad de Medida	Fuente
Capital humano			
Investigadores	Investigadores en actividades de I+D	Por millón de habitantes	WDI-WB
Técnicos	Técnicos en actividades de I+D	Por millón de habitantes	WDI-WB
Científicos e ingenieros	Medida de disponibilidad de científicos e ingenieros	[1 = no en absoluto; 7 = ampliamente disponible]	GCI-WEF
Firmas			
I+D de las firmas	% del gasto en I+D gastado por las firmas	% gasto I+D	UNSD
Investigadores en firmas	Investigadores en el sector privado	Cantidad de personas	WDI-WB

³⁸ Revisar por ejemplo: Ciro (2016)

Absorción de la tecnología en firmas	Medida de adopción de nuevas tecnologías	[1 = no en absoluto; 7 = adoptan ampliamente]	GCI-WEF
Universidad-empresa	Medida de colaboración entre universidades y empresas en actividades de I+D	[1 = no en absoluto; 7 = en gran medida]	GCI-WEF
Instituciones			
Calidad de Instituciones	Medida de la calidad de las instituciones	[1 = pobre; 7 = muy bueno]	GCI-WEF
Instituciones de investigación científica	Medida de la calidad de las instituciones de investigación científica	[1 = pobre; 7 = muy bueno]	GCI-WEF
Propiedad intelectual	Medida en que se protege la propiedad intelectual	[1 = no en absoluto; 7 = en gran medida]	GCI-WEF
Empresas transnacionales			
Inversión extranjera directa	Flujo de IED	% de PIB	WDI-WB
IED y transferencia de tecnología	Medida en que la IED aporta nuevas tecnologías	[1 = no en absoluto; 7 = en gran medida]	GCI-WEF
Indicadores económicos			
Crecimiento económico	Tasa de crecimiento del PIB	%	WDI-WB
Entorno	Medida del ambiente macroeconómico	[1 = pobre; 7 = muy bueno]	GCI-WEF
Gasto en I+D	Gasto en Investigación y desarrollo	% de PIB	WDI-WB

Fuente: Elaboración propia.

WDI-BM : Indicadores de desarrollo mundial, base de datos del Banco Mundial.

GCI-WEF Índices de competitividad global del Foro Económico Mundial.

UNSD: División de Estadística de las Naciones Unidas.

Con base en las fuentes de información señaladas en la tabla de anterior se ha construido una serie de datos para los cuatro países en los cuatro periodos considerados, 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010 y 2011-2015. Dado que, en gran parte de las series de datos no se disponen los datos completos para todo el periodo considerado, se emplearon cálculos de extrapolación para poder subsanar esta deficiencia.

4.2.2. Modelo panel

La naturaleza de la base de datos que empleamos en este primer modelo corresponde un conjunto de datos de panel, dado que consta de una serie temporal para cada país. Por consiguiente podemos estimar un modelo Panel Data que ofrece una serie de ventajas en cuanto al proceso de los datos y a la consideración de algunos aspectos que no son directamente observables (Rosales, 2010).

Algunos ejemplos de datos que son analizados con este modelo son: la inversión extranjera en cada uno de los países de América Latina, como una función de un grupo de variables como el PBI y el índice de riesgo país, en un periodo de tiempo determinado; La influencia de la renta y el tamaño familiar en el consumo de alimentos en diferentes momentos de tiempo, entre otros.

Este tipo de modelo econométrico ofrece algunas ventajas sobre los otros modelos (Wooldridge, 2006; Gujarati & Porter, 2011). En primer lugar permite cuantificar efectos no observables en modelo de series de tiempo o de corte transversal, en otras palabras, considera los efectos de variables invariantes en el tiempo o espacio, pero que pueden afectar a la variable dependiente.

Segundo, permite analizar datos sobre cualquier tipo de variable a lo largo del tiempo, por lo cual no existe limite alguno para la heterogeneidad entre las unidades. Así, al combinar las series de tiempo con las observaciones de corte transversal, los datos de panel proporcionan mayor cantidad de información, menos colinealidad, mas grados de libertad y por tanto una mayor eficiencia en las estimaciones.

4.2.2.1. Especificación general de un modelo con datos de panel

Considerando una base de datos que contiene a una variable dependiente y varias variables independientes para un conjunto de individuos en diferentes instantes del tiempo. Siendo N el número de individuos y T el número de instantes de tiempo. En la regresión a estimar la variable dependiente y_{it} , es una función lineal de K variables independientes. La función se define:

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{kit} + u_{it}$$

Donde:

$k = 1, 2, \dots, K$

$i = 1, 2, \dots, N$

$t = 1, 2, \dots, T$

u_{it} = término de error

El término de error representa los efectos de las variables omitidas en el modelo, es decir, incorpora la variación observada de la variable dependiente que no se consigue explicar mediante la variación observada en las K variables independientes.

Básicamente, existen tres tipos de modelos de panel de datos los cuales tienen ciertas especificidades. Los tres tipos son: i) panel de regresión agrupada, el cual supone que no existen diferencias entre las unidades transversales; ii) panel de efectos fijos, se caracteriza por que las características de las unidades transversales son distintas, también asume que el término error puede estar relacionado con las variables explicativas, y iii) panel de efectos aleatorios, igualmente, se caracterizan por la heterogeneidad existente entre cada unidad transversal, pero a diferencia de los modelos de efectos fijos, este último modelo se basa en el supuesto de que el término error no puede estar relacionado con las variables explicativas.

Para elegir el modelo correcto para una determinada base de datos se emplean dos pruebas estadísticas. La primera es el Test de Breusch y Pagan, en honor a dos autores que formularon la prueba conocida como Prueba del multiplicador de Lagrange. En esta prueba la hipótesis nula es que $\sigma^2 = 0$. Si la prueba se rechaza será preferible usar el modelo panel de efectos aleatorios. Si no se rechaza será preferible el modelo panel de regresión agrupada.

La segunda es la prueba de Hausman, este autor demostró que la diferencia entre los coeficientes de efectos fijos y aleatorios puede ser usada para probar que u_{it} y las variables X no están correlacionadas. De esa manera en esta prueba la hipótesis nula es que los estimadores de efectos aleatorios y de efectos fijos no difieren sustancialmente. Si se rechaza la hipótesis nula será preferible usar el modelo panel de efectos fijos que el modelo panel de efectos aleatorios. Si no se rechaza la hipótesis nula no habrá sesgo de estimación y será preferible el modelo panel de efectos aleatorios.

En el siguiente diagrama se describen los pasos para determinar el tipo de modelo idóneo.

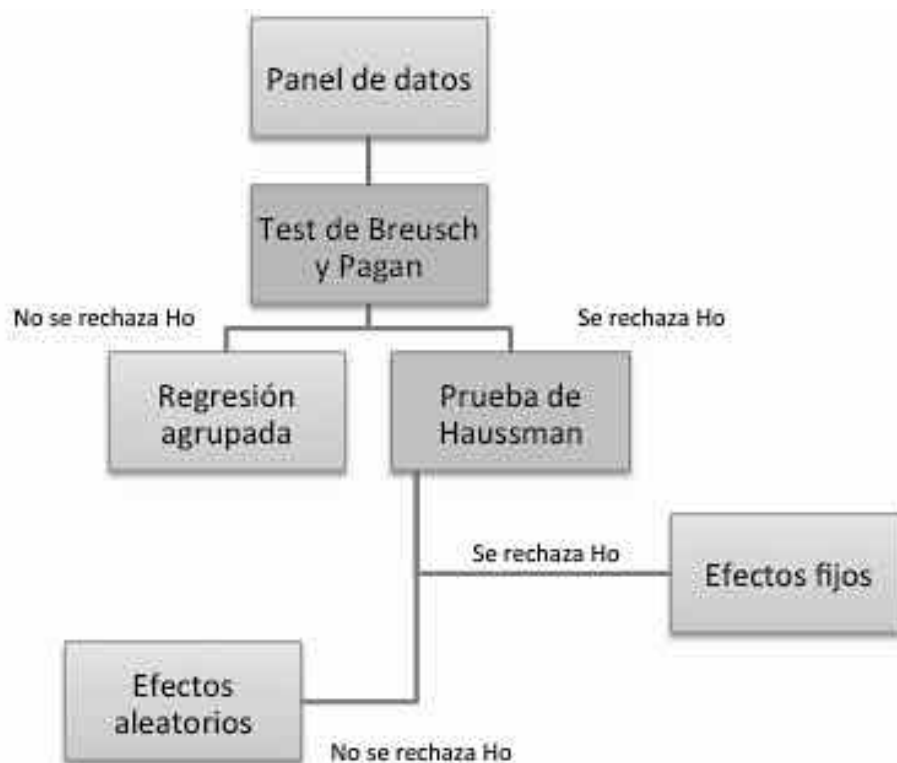


Ilustración 8. Diagrama para encontrar la especificación correcta utilizando datos de panel
 Fuente: Elaboración propia con base en Wooldridge (2006), Rosales (2010) y Gujarati y Porter, (2011).

Adicionalmente, los paneles de datos se pueden diferenciar de acuerdo con la disponibilidad de información. Son paneles balanceados si todas las observaciones de corte transversal y de series temporales están disponibles. Son paneles no balanceados si algunas observaciones no están disponibles.

4.2.3. Propuesta de modelo panel para estimar el grado de especialización tecnológica

Con este modelo de tipo de panel de datos pretendemos identificar los factores que influyen en el grado de especialización tecnológica relativa de Brasil, México, China e India de 1996 a 2015, en cuatro subperiodos.

El modelo se especifica mediante la siguiente fórmula:

$$Gini_VTR_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 X1_{it} + \beta_2 X2_{it} + \beta_3 X3_{it} + \beta_4 X4_{it} + \beta_5 X5_{it} + \mu_{it}$$

Donde:

i: Brasil, México, China, India.

t: 1, 2, 3, 4

μ : Término de error

La variable dependiente Gini_VTR representa los coeficientes de Gini como variables proxy del grado de especialización tecnológica. Esta variable está en función de cinco subconjuntos de variables independientes, $X1$, $X2$, $X3$, $X4$ y $X5$.

El subconjunto $X1$ corresponde a las variables de capital humano y se compone de la siguiente manera:

$$X1_{it} = [Inv_ID, Tec_ID, Cientf_Ing]$$

Donde:

Inv_ID: Número de investigadores en I+D por millón de habitantes

Tec_ID: Número de técnicos en I+D por millón de habitantes

Cientf_Ing: Medida de disponibilidad de científicos e ingenieros

El subconjunto $X2$ corresponde a las variables de empresas y se compone de la siguiente manera:

$$X2_{it} = [Firm_ID, Firm_Inv, Firm_AbsrTec, Firm_Univ]$$

Donde:

Firm_ID: Porcentaje del gasto en I+D gastado por las firmas

Firm_Inv: Número de investigadores en las firmas

Firm_AbsrTec: Medida de absorción de nuevas tecnologías a nivel de empresa

Firm_Univ: Medida de colaboración entre universidades y empresas en actividades de I+D

El subconjunto $X3$ corresponde a las variables de instituciones y se compone de la siguiente manera:

$$X3_{it} = [Instit, Instit_IC, Protec_PI]$$

Donde:

Instit: Medida de la calidad de las instituciones

Instit_IC: Medida de la calidad de las instituciones de investigación científica

Protec_PI: Medida en que se protege la propiedad intelectual

El subconjunto *X4* corresponde a las variables de empresas transnacionales y se compone de la siguiente manera:

$$X4_{it} = [IED, \quad IED_TransfTec]$$

Donde:

IED: Flujos de inversión extranjera directa

IED_TransfTec: Medida en que la IED aporta nuevas tecnologías

El subconjunto *X5* corresponde a las variables de Indicadores económicos y se compone de la siguiente manera:

$$X5_{it} = [Macro, \quad Crec, \quad Gasto_ID]$$

Donde:

Crec: Tasa de crecimiento del PIB

Macro: Medida del ambiente macroeconómico

Gasto_ID: Gasto en Investigación y desarrollo

Hipótesis particulares:

- Capital humano:
 - *Inv_ID*: Se espera que a mayor número de investigadores en I+D se reduzca el grado de especialización, debido a que mayor tamaño de las actividades en I+D será más amplia la gama de áreas tecnológicas en las cuales se desarrollen capacidades tecnológicas (Archibugi & Pianta; 1991, 1992).
 - *Tec_ID*: Se espera que a mayor número de técnicos en I+D se reduzca el grado de especialización, debido a que mayor tamaño de las actividades en I+D será más amplia la gama de áreas tecnológicas en las cuales se desarrollen capacidades tecnológicas (Archibugi & Pianta; 1991, 1992).
 - *Cient_Ing*: Se espera que la disponibilidad de científicos e ingenieros aumente el grado de especialización, debido a que sus actividades se orientan en mayor grado a

áreas científicas y de ingenierías, por tanto favorecerán las ventajas tecnológicas en tales áreas y concentrarán su especialización tecnológica (Archibugi & Coco, 2005; Breschi & Tarasconi, 2013).

- Firmas:

- *Firm_ID*: Se espera que las inversiones en I+D por parte de las firmas contribuyan a reducir el grado de especialización tecnológica. Dado que cuanto mayores sean las inversiones que realicen las empresas serán mayores las capacidades tecnológicas que puedan lograr y en más áreas tecnológicas (Archibugi & Pianta; 1991, 1992).
- *Firm_Inv*: Se espera que un mayor número de investigadores en las firmas contribuya a reducir el grado de especialización tecnológica. Dado que cuanto mayores sean los recursos con los que cuenten las empresas será mayores las capacidades tecnológicas y en más áreas tecnológicas (Archibugi & Pianta; 1991, 1992).
- *Firm_AbsrTec*: Se espera que la capacidad de absorción de nuevas tecnologías de las firmas contribuyan a incrementar el grado de especialización tecnológica. Dado que cuanto mayor conocimiento nuevo sean capaces de absorber podrán fortalecer sus capacidades en ciertas áreas tecnológicas (Viotti, 2001; Narula, 2004; Gebauer et al., 2012).
- *Firm_Univ*: Se espera que la colaboración entre empresas y universidades contribuyan a reducir el grado de especialización tecnológica. Dado que en la medida que colaboraren empresas y universidades podrán fortalecer sus capacidades tecnológicas (Malerba et al., 2001).

- Instituciones:

- *Instit*: Se espera que instituciones más fuertes favorezcan al grado de especialización tecnológica, debido a que impulsarán la innovación tecnológica (Lall, 2004).
- *Instit_IC*: Se espera que las actividades de las instituciones de investigación científica favorezcan al grado de especialización tecnológica, debido a que estas instituciones ayudan a desarrollar nuevas tecnologías (Archibugi et al., 2009)
- *Protec_PI*: Se espera que un sistema más fuerte de protección intelectual favorezca al grado de especialización tecnológica, debido fomentará la innovación tecnológica (Archibugi & Filippetti, 2010).

- Empresas transnacionales:
 - *IED*: Se espera que la IED contribuya a reducir el grado de especialización tecnológica. Debido a que las ETN tienden a realizar actividades tecnológicas en áreas donde cuentan con ventajas en su país de origen, contribuyendo así a ampliar la gama de áreas tecnológicas en los países receptores (Patel & Vega, 1999; Ruiz, 2005).
 - *IED_TranfTec*: Se espera que un mayor grado de transferencia tecnológica proveniente de las ETN contribuyan a incrementar el grado de especialización tecnológica. Dado que en la medida que se logre absorber nuevo conocimiento favorecerá el fortalecimiento de capacidades tecnológicas nacionales (Ruiz, 2005; Picci & Savorelli, 2012).

- Entorno:
 - *Crec*: Se espera que mayores tasas de crecimiento reduzcan el grado de especialización tecnológica, debido a que un mejor desempeño económico favorece el desempeño en las actividades de innovación en más áreas (Pianta & Meliciani, 1996).
 - *Macro*: Se espera que mejores condiciones del entorno macroeconómico contribuyan a reducir el grado de especialización tecnológica, debido a que estas condiciones permiten que los países puedan realizar actividades en mayor número de campos tecnológicos.
 - *Gasto_ID*: Se espera que mayor gasto en I+D reduzca el grado de especialización, debido a que a mayor tamaño de las actividades en I+D será más amplia la gama de áreas tecnológicas en las cuales se desarrollen capacidades tecnológicas (Archibugi & Pianta, 1991, 1992).

Estadística descriptiva de las variables del modelo Nacional

En este apartado se analiza el comportamiento de cada variable incluida en el modelo propuesto en el conjunto de los países que integran el estudio con el propósito de examinar la distribución

de los datos y hacer una exploración inicial del comportamiento estadístico de dichas variables. El análisis se realiza con base en la media, la varianza y la desviación estándar.

En primer lugar la variable dependiente, coeficiente de Gini, presenta una dispersión baja. El valor máximo es 0.53 que corresponde a India en el periodo 2011-2015 y el valor mínimo es 0.21 que también corresponde a India en el periodo 1996-2000. Lo que nos indica que India pasó de tener un grado de especialización tecnológica muy bajo en el primer periodo, respecto a los demás, a ser el país más especializado en el último periodo.

En cuanto a los investigadores en I+D por millón de habitantes, el país líder es China en el periodo 2011-2015 mostrando el valor máximo, 1,068, de esa manera se ubicó ampliamente por encima del valor promedio. Mientras que India en el periodo 2001-2005 se muestra más rezagado, relativamente, con el valor mínimo igual a 120.

Respecto a los técnicos en I+D por millón de habitantes, el país que alcanzó el valor máximo fue Brasil, 809 técnicos, en el periodo 2011-2015, ubicándose ampliamente por encima del valor promedio, 266. Por otro lado, India mostró el valor mínimo, 88, en el periodo 2001-2005.

Estas dos últimas variables revelan, además, que a pesar de haber diferencias entre los países todos han incrementado el número de investigadores y técnicos en I+D, aunque en menor grado en India.

Con relación a las variables del grupo de firmas, éstas muestran dispersiones variadas. Además, los valores máximos son ocupados por China e India, mientras los valores mínimos por Brasil y México. Por ejemplo, en el caso del porcentaje de la inversión que I+D que cubren las empresas, en China se llegan a alcanzar cifras sobre el 70%, mientras en México sólo se supera el 40%. También, China e India muestran cifras superiores en la medida de capacidad de absorción de tecnología en las empresas que Brasil y México.

En cuanto a las variables de instituciones se muestran dispersiones moderadas. En el caso de la medida de calidad de las instituciones, se muestra cierto declive en Brasil y México, mientras China e India experimentaron mejorías a lo largo del periodo de análisis. Una situación similar se puede apreciar en la medida de calidad de las instituciones de investigación científica. En contraste, en la medida de protección intelectual, los cuatro países mostraron mejorías.

Respecto a las variables relacionadas con las empresas transnacionales, éstas muestran dispersiones bajas. En el caso del flujo promedio de inversión extranjera directa, como porcentaje

del PIB, China sobresale mostrando cifras mayores en todos los periodos. Mientras India es el país que muestra cifras menores relativamente. En cuanto a la medida de la relación entre la IED y las transferencia de conocimiento tecnológico los cuatro países muestran cifras similares entre periodos.

Por último, las variables de entorno muestran dispersiones variadas. En el caso de la medida del entorno macroeconómico, Brasil, México e India muestran cifras más variables, aunque India con mejorías importantes hacia el final del periodo. Mientras tanto China muestra cifras más estables y mayores respecto a los otros países. Conforme al gasto en I+D como porcentaje del PIB, los todos países mostraron mejorías modestas a los largo del periodo, excepto China donde estas mejorías se dan en mayor magnitud.

Tabla 42: Estadística descriptiva de las variables del modelo de la especialización tecnológica nacional

Variables \ Medida	Media	Desviación	Coefficiente de Variación	Máximo	País, periodo	Mínimo	País, periodo	Correlación con Gini
Gini	0.36	0.09	25%	0.53	In, 4	0.21	In, 1	1.000
Inv_ID	451	290	64%	1068	Cn, 4	120	In, 2	-0.646
Tec_ID	266	190	72%	809	Br, 4	88	In, 2	-0.564
Cient_Ing	4.65	1.41	30%	8.21	In, 1	1.89	Cn, 1	0.135
Firm_ID	43.43	15.20	35%	72.63	Cn, 4	22.61	Mx, 1	-0.404
Firm_Inv	186068	342598	184%	1294518	Cn, 4	12895	Mx, 4	-0.444
Firm_AbsrTec	4.36	0.97	22%	5.51	In, 3	1.81	Br, 1	-0.038
Firm_Univ	2.70	1.62	60%	4.42	Cn, 4	-1.70	Br, 1	-0.216
Instit	3.44	1.63	47%	6.86	In, 4	-0.40	Cn, 1	-0.112
Instit_IC	3.99	1.10	27%	6.18	In, 4	1.19	Cn, 1	-0.002
Protec_PI	4.00	1.80	45%	8.70	In, 4	-0.20	Cn, 1	-0.344
IED	2.68	0.97	36%	4.00	Cn, 1	0.70	In, 1	0.324
IED_TranfTec	4.66	0.73	16%	5.80	Mx, 1	2.90	In, 1	-0.366
Crec	4.45	3.07	69%	10.98	Cn, 3	0.31	Br, 4	-0.366
Macro	4.77	1.76	37%	8.44	Cn, 1	0.42	Br, 1	-0.496
Gasto_ID	0.91	0.44	49%	2.03	Cn, 4	0.31	Mx, 1	-0.334

Fuente: Elaboración propia con base en WDI-BM, GCI-WEF y UNSD.

Nota: País: Br=Brasil, Mx=México, Cn= China e In=India. Periodo: 1=1996-2000, 2=2001-2005, 3=2006-2010 y 4=2011-2015.

4.2.3.1. Estimación del modelo panel para el grado de especialización tecnológica

El análisis econométrico, las estimaciones de los modelos y la ejecución de los contrastes, fue realizado en el programa software GRETLL 1.9.4. Con base en el modelo propuesto en el apartado anterior y conforme a lo descrito en el inciso 4.2.2.1. se realizaron diferentes estimaciones con la finalidad de hallar el mejor modelo econométrico que permita explicar el grado de especialización tecnológica a partir de las variables explicativas.

Después, de eliminar algunas variables que no resultaron estadísticamente significativas dentro del modelo se realizaron las pruebas estadísticas³⁹. En primer lugar, realizamos la prueba de Breusch-Pagan para verificar la conveniencia de usar un modelo panel de regresión agrupada.

- Prueba de Breusch-Pagan:

Estadístico de contraste de Breusch-Pagan:

$$LM = 1.45853 \text{ con valor } p = \text{prob}(\text{chi-cuadrado}(1) > 1.45853) = 0.227165$$

Conclusión: No se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto es preferible el modelo panel de regresión agrupada.

De esa manera se obtuvo como mejor modelo econométrico al de regresión agrupada, el cual supone que no hay diferencias entre los países. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 43. *Brasil, México, China e India: Estimación del modelo panel para el grado de especialización tecnológica, 1996-2015*

Modelo panel de regresión agrupada			
Utilizando 16 observaciones			
Se han incluido 4 unidades de sección cruzada			
Largura de la serie temporal = 4			
Variables explicativas	Coeficiente	Valor p	
Investigadores en I+D	-0.000182445	0.0606	*
Disponibilidad de científicos e ingenieros	0.0699064	0.0287	**
Absorción tecnológica a nivel de empresa	0.0418163	0.0829	*
Calidad de las instituciones de investigación científica	-0.0988077	0.0448	**
Relación entre IED y transferencia de tecnología	0.0706947	0.0025	***

³⁹ Las pruebas fueron realizadas con un 95% de confiabilidad

Fuente: Elaboración propia con base en el programa GRET.L.

* variables significativa con 90% de confiabilidad

** variables significativa con 95% de confiabilidad

*** variables significativa con 99% de confiabilidad

Las siguientes pruebas se realizaron para verificar la validez del modelo panel de regresión agrupa que obtuvimos.

- Prueba de heterocedasticidad:

Estadístico de contraste: $TR^2 = 12.069166$,

con valor $p = P(\text{Chi-cuadrado}(10) > 12.069166) = 0.280454$

Conclusión: no existen problemas de heterocedasticidad debido a que la probabilidad es mayor al 5%.

- Prueba de multicolinealidad:

Estadístico de Durbin-Watson = 2.20379

valor $p = 0.587157$

Conclusión: no existen problemas de multicolinealidad.

- Prueba de normalidad de residuos:

Contraste de la hipótesis nula de distribución normal:

Chi-cuadrado(2) = 0.784 con valor $p = 0.67573$

Conclusión: Los residuos tienen una distribución normal.

Asimismo, los resultados de la estimación muestran que el modelo goza de una bondad de ajuste aceptable de 74.6%. Además, excepto dos variables, investigadores en I+D y absorción tecnológica a nivel de empresa que son significativas con 90% de confiabilidad, las demás son significativas con 95% de confiabilidad.

El siguiente gráfico nos permite ver la capacidad explicativa del modelo. En él se aprecia que las líneas que representan el grado de especialización tecnológica observado y estimado son muy parecidas y siguen la misma tendencia en casi todo el periodo, en consecuencia podemos decir que el modelo goza de buena capacidad explicativa de la variable dependiente.

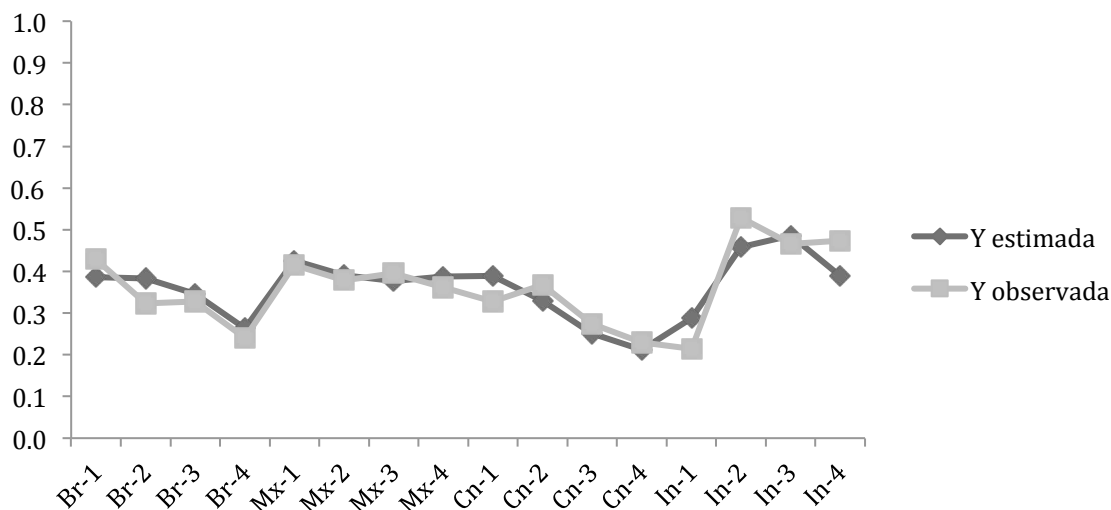


Gráfico 23. Brasil, México, China e India: Grado de especialización tecnológica observado y estimado
Fuente: Elaboración propia con base en el programa GRETLL.

Interpretación de resultados

- Investigadores en I+D: $\beta_1 = -0.000182445$

De acuerdo al valor del coeficiente obtenemos una elasticidad de -0.23, lo que quiere decir que si el número de investigadores en I+D por millón de habitantes se incrementa en 1% el coeficiente de Gini calculado a partir de los índices de VTR se reduce en 0.23%.

El resultado es conforme a la evidencia empírica sobre el tamaño de las actividades tecnológicas, un mayor número de investigadores en I+D reduciría el grado de especialización, debido a mayor tamaño de las actividades en I+D será más amplia la gama de áreas tecnológicas en las cuales se desarrollen capacidades tecnológicas (Archibugi & Pianta, 1991, 1992).

- Disponibilidad de científicos e ingenieros $\beta_2 = 0.0699064$

De acuerdo al valor del coeficiente obtenemos una elasticidad de 0.90, lo que quiere decir que si la medida de disponibilidad de científicos e ingenieros se incrementa en 1% el coeficiente de Gini calculado a partir de los índices de VTR se incrementa en 0.90%.

Este resultado coincide con la literatura, la cual afirma que a mayor disponibilidad de científicos e ingenieros se espera un aumento en el grado de especialización tecnológica, debido a que las actividades de estos profesionales se orientan en mayor grado a áreas relacionadas con la ciencia (Archibugi & Coco, 2004; Breschi & Tarasconi, 2013).

- Absorción tecnológica a nivel de empresa $\beta_3 = 0.0418163$

De acuerdo al valor del coeficiente obtenemos una elasticidad de 0.51, lo que quiere decir que si la medida de absorción tecnológica a nivel de empresa se incrementa en 1% el coeficiente de Gini calculado a partir de los índices de VTR se incrementa en 0.51%.

De manera congruente con la literatura este resultado nos indica que la capacidad de absorción de nuevas tecnologías de las firmas contribuyen a incrementar el grado de especialización tecnológica. Dado que cuanto mayor conocimiento nuevo sean capaces de absorber podrán fortalecer sus capacidades tecnológicas (Viotti, 2001; Narula, 2004; Gebauer et al., 2012).

- Calidad de las instituciones de investigación científica $\beta_4 = -0.0988077$

De acuerdo al valor del coeficiente obtenemos una elasticidad de -1.10, lo que quiere decir que si la medida de calidad de las instituciones de investigación científica se incrementa en 1% el coeficiente de Gini calculado a partir de los índices de VTR se reduce en 1.10%.

La literatura nos indica que este tipo de instituciones y sus actividades ayudan a producir nueva tecnología (Archibugi et al., 2009), por lo cual se esperaría que favorezcan al grado de especialización tecnológica. Sin embargo, el coeficiente obtenido para esta variable nos indica lo contrario, esta situación podría deberse a que las actividades de estas instituciones se orienten a muchas áreas en general de tal modo favorece a que los países no cuentan con ventajas o desventajas tecnológicas muy marcadas, es decir, reduce el grado de especialización.

- Relación entre IED y transferencia de tecnología $\beta_5 = 0.0706947$

De acuerdo al valor del coeficiente obtenemos una elasticidad de 0.92, lo que quiere decir que si la medida de relación entre IED y transferencia de tecnología a se incrementa en 1% el coeficiente de Gini calculado a partir de los índices de VTR se incrementa en 0.92%.

Este resultado coincide con la literatura, la cual señala que un mayor grado de transferencia tecnológica proveniente de las ETN contribuirían a incrementar el grado de especialización tecnológica. Esto en la medida que se logre absorber nuevo conocimiento ayudará al fortalecimiento de las capacidades tecnológicas nacionales (Ruiz, 2005; Picci & Savorelli, 2012).

4.3. Factores que determinan las ventajas tecnológicas de Brasil, México, China e India.

En este apartado se estima el segundo modelo econométrico el cual tiene como objetivo identificar los factores que determinan que un sector tenga una ventaja tecnológica revelada, en Brasil, México, China e India durante el periodo 2011-2015, a partir de las variables relacionadas con la naturaleza de la actividad inventiva de estos países, tales como el tamaño de los equipos de investigadores, la cooperación tecnológica entre agentes de diferente índole, la capacidad de absorción de conocimiento plasmada en cada patente, entre otras.

La base empleada en este modelo se obtuvo a partir de un muestreo de microdatos de patentes durante el periodo de análisis para los cuatro países y para las clases tecnológicas en las que estos países cuentan con ventajas tecnológicas reveladas. A continuación se describirán los lineamientos metodológicos seguidos.

4.3.1. Datos y fuentes de información

En este modelo econométrico se emplean microdatos de patentes obtenidos a partir de la información publicada por la USPTO de las patentes otorgadas durante el periodo 2011-2015.

Fueron dos los criterios mediante los cuales se identificaron las patentes de nuestra población de estudio. En primer lugar, se identificaron las patentes de acuerdo a la nacionalidad del titular para el periodo 2011-2015. Las nacionalidades consideradas fueron: brasileña, mexicana, china e india.

En segundo lugar se identificaron las patentes pertenecientes a las clases tecnológicas en las que cada país goza con una ventaja tecnológica con base en los índices de ventaja tecnológica revelada obtenidos en el capítulo anterior.

De esa manera se obtuvieron cuatro grupos de patentes, uno por cada país, que en su conjunto está conformado por 19,673 patentes. Siendo 515 patentes de origen brasileño, 316 patentes de origen mexicano, 13,106 patentes de origen chino y 5,736 patentes de origen indio.

La información recopilada de las patentes del portal de la USPTO, permitió identificar: i) número de registro del invento; ii) título de la patente; iii) año de solicitud y otorgamiento; iv) nombre(s) del inventor o inventores, su posición en la patente y nacionalidad; v) nombre del

titular o titulares, vi) clasificación por campo tecnológico; vii) citas (backward y forward) asociadas a la patente; viii) citas bibliográficas, y ix) reivindicaciones que reclama la patente⁴⁰.

4.3.1.1. Obtención de la muestra

Con base en la población de 19,673 patentes, se obtuvo una muestra de 344 patentes, usando el método de muestreo aleatorio estratificado⁴¹ para obtener una muestra representativa a partir de una población finita⁴².

El tamaño de la muestra se obtuvo a través de la siguiente expresión (Anderson et al., 2001):

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 N p q}{i^2 (N-1) + Z_{\alpha}^2 p q}$$

La fórmula corresponde al tamaño de la muestra para una población finita y conocida, donde:

N es el tamaño de la población

Z es el valor correspondiente a la distribución de Gauss:

$$Z_{\alpha=0.05} = 1.96$$

p es la prevalencia esperada del parámetro a evaluar. Para la estimación de proporciones, se puede asumir que $p=q=50\%$ (Universidad de Granada, 2015), por lo cual:

$$p = 0.5$$

$$q = 0.5$$

i es el error que se prevé cometer. En este caso es del 10%, por lo cual:

$$i = 0.1$$

Después de elaborar los cálculos para cada país se obtuvieron las siguientes muestras. Para Brasil con una población de 515 patentes, la muestra es de 85 patentes. Para México con una población de 316 patentes, la muestra es de 74 patentes. Para China con una población de 13,106 patentes, la muestra es de 95 patentes. Y para India con una población de 5,734 patentes, la muestra es de 94 patentes.

⁴⁰ Ver el anexo 2 en el que se presenta un documento de patente.

⁴¹ En el Anexo 6 se muestra los códigos de clasificación de patentes para cada clase tecnológica que se emplearon para obtener la muestra.

⁴² Para mayor detalle revisar: Anderson, Sweeney y Williams (2001).

Una vez definido el tamaño de la muestra para cada país, se determinaron la cantidad de patentes por clase tecnológica de acuerdo a la proporción de cada clase. Luego se realizó la selección aleatoria de los datos siguiendo los siguientes pasos:

1. Valiéndonos de los códigos de clasificación de patentes para cada clase tecnológica se establecieron los algoritmos de búsqueda en la base de patentes de la USPTO. En la instrucción a efectuar se determina en primer lugar el país de procedencia del titular de la patente, bajo el comando ACN (*Assignee Country* en inglés). Segundo se define la clase tecnológica con el comando ICL (*International Classification* en inglés). Por último el periodo de tiempo considerando la fecha de otorgamiento de las patentes con el comando ISD (*Issue Date* en inglés). A continuación se muestra un ejemplo de instrucción:

ACN/br and (ICL/F15\$ or ICL/F16\$ or ICL/F17\$ or ICL/G05G\$)
and (ISD/1/1/2011->12/31/2015)

Donde:

br: corresponde a Brasil.

F15#, F16#, F17#, G05G: códigos que corresponden a la clase tecnológica de elementos mecánicos.

1/1/2011->12/31/2015: determina el periodo considerado, desde 01 de enero de 2011 hasta 31 de diciembre de 2015.

2. A partir del número de patentes por clase tecnológica y el número de patentes en la muestra que le corresponde a cada clase, se seleccionaron las patentes de manera aleatoria usando una hoja de calculo de Excel y con el comando =ALEATORIO.ENTRE(1,X), donde X es el número de patentes por clase tecnológica.
3. Una vez generados lo números aleatorios y reemplazados los números repetidos, se procedió a extraer los datos de cada patente definidos en el inciso anterior.

En la siguiente tabla se muestran los datos para cada país, considerando las clases en las que cada uno cuenta con ventajas tecnológicas reveladas, el número de la población y la muestra por clase.

Tabla 44. *Tamaño de la muestra de microdatos de Patentes, según país y clase tecnológica*

País	Brasil	México	China	India
------	--------	--------	-------	-------

Clases tecnológicas	Análisis de materiales biológicos	Herramientas de máquina	Comunicación digital	Métodos informáticos para la gestión
	Biotecnología	Ingeniería civil	Maquinaria, aparatos de energía eléctrica	Procesos básicos de comunicación
	Control	Materiales y metalurgia	Microestructura y nanotecnología	Química fina orgánica
	Elementos mecánicos	Muebles y juegos	Óptica	Tecnología computacional
	Ingeniería química	Otras máquinas especiales	Tecnología audiovisual	
	Manejo	Otros bienes de consumo	Telecomunicaciones	
	Máquinas textiles y de papel	Procesos y aparatos térmicos		
	Medición	Productos farmacéuticos		
	Motores, bombas y turbinas	Química de Alimentos		
	Tecnología Médica	Química de materiales básicos		
	Transporte	Química macromolecular y polímeros		
	Tecnología Ambiental			
	Tecnología de superficie y revestimiento			
Clases	11	13	6	4
Población	515	316	13106	5736
Muestra	81	74	95	94

Fuente: elaboración propia con base en USPTO.

4.3.2. Naturaleza de la actividad inventiva en Brasil, México, China e India

La muestra obtenida de microdatos de patentes nos permiten realizar un análisis cualitativo de la naturaleza de la actividad inventiva en Brasil, México, China e India para aquellas clases tecnológicas en las que estos países cuentan con ventajas tecnológicas reveladas.

Como muestra la tabla 46, los países muestran características diferentes respecto a las variables extraídas de los microdatos de patentes. A continuación se irá describiendo cada variable, al mismo tiempo se destacarán las similitudes y diferencias que muestran estos países y las clases tecnológicas consideradas.

El tamaño de los equipos de inventores se refiere al promedio del número de inventores que se registraron en las patentes a nivel de país. De esa manera vemos que en promedio los cuatro países muestran equipos de inventores pequeños de entre 2 o 3 inventores.

Sin embargo, algunas clases tecnológicas sobresalen respecto a las demás, dado que presentan en promedio grupos de inventores grandes de 5 o más inventores, es el caso de las clases microestructura y nanotecnología, para China, y materiales y metalurgia, para México. Por otro lado, otras clases tecnológicas presentan predominantemente grupos individuales. Estas clases son óptica, para China, y elementos mecánicos, para Brasil.

Cada patente de acuerdo a su uso tecnológico se ubica en las clases tecnológicas de acuerdo con la Clasificación de Internacional de Patentes o criterios propios de clasificación de cada oficina de patentes. Una patente puede ubicarse en más de una clase tecnológica, el número de clases que pueda abarcar una patente es una medida de la amplitud tecnológica que posee.

Esta medida también puede ser un indicador útil para dar luces de cómo las ventajas tecnológicas en determinadas clases tecnológicas pueden fluir y expandirse en otras clases tecnológicas. Este fenómeno es llamado por Malerba y Montobbio (2003) como vínculos de conocimiento entre tecnologías, aunque el indicador empleado por estos autores son las citas de patentes entre clases tecnológicas.

Empero, consideramos que la amplitud tecnológica es un indicador más directo de los vínculos que pueden darse entre las tecnologías y de cómo las fortalezas en determinadas clases tecnológicas pueden difundirse hacia otras tecnologías.

En cuanto a la amplitud tecnológica los cuatro países no muestran grandes diferencias, en promedio las patentes de las clases con ventajas tecnológicas pertenecen a 1.3, 1.7 y 1.9 clases según país, es decir tienen una amplitud reducida. Pero, existen áreas cuya amplitud tecnológica es mayor, tal es el caso de control y análisis de materiales biológicos, para Brasil, y otras áreas con amplitud tecnológica muy reducida como química de alimentos y otras máquinas especiales, para México.

Un indicador ampliamente utilizado para medir los flujos de conocimiento y la capacidad de absorción de conocimiento son las citas de patentes. Al respecto, de la información contenida un documento de patente se pueden recoger los siguientes datos: i) las citas a otras patentes que pertenecen a la misma oficina de patentes, que realiza cada patente, llamadas citas hacia atrás (o *backward references* en inglés), este es un indicador del flujo de conocimiento; ii) el rezago entre

la patente en cuestión y la cita de patente más reciente que realizó, este es un indicador de la capacidad de absorción de conocimiento tecnológico de frontera, así cuanto menor es el rezago dicha capacidad es mayor, y iii) las citas de artículos científicos, este es un indicador del vínculo que puede tener la patente con el ámbito académico.

En primer lugar, respecto a la citas hacia atrás México sobresale sobre el resto de países. Principalmente son las patentes de 3 clases tecnológicas las que realizaron un mayor número de este tipo de citas, éstas son tecnología de superficie y revestimiento; química macromolecular y polímeros, y muebles y juegos. Por otro lado, China es el país cuyas áreas tecnológicas con ventajas realizaron menos citas de patentes en promedio y la clase tecnológica con menor número de citas hacia atrás es óptica.

En segundo lugar, respecto al rezago de la cita de patente más reciente, las patentes de China e India tiene en promedio menor rezago que Brasil y México. Lo anterior nos indica que, en general, los países con mayor capacidad de absorción de conocimiento tecnológico de frontera son China e India, mientras que Brasil y México tienen esta capacidad más reducida.

De manera similar se pueden ver diferencias entre las clases tecnológicas, así las áreas tecnológicas con menor rezago de la cita de patente son microestructura y nanotecnología, para China, y métodos informáticos para la gestión, para India. Y las clases que presentan mayor rezago o cuentan con una capacidad de absorción de conocimiento de frontera más reducida son ingeniería química, para Brasil, y tecnología ambiental, para México.

En tercer lugar, respecto al vínculo con el ámbito académico mediante las citas de artículos científicos México sobresale sobre los otros tres de países. Así, son tecnología de superficie y revestimiento, y productos farmacéuticos las clases tecnológicas cuyas patentes realizaron un mayor número de este tipo de citas.

Tabla 45. *Brasil, México, China e India: Microdatos de patentes*

Variable \ país	Brasil	México	China	India
Tamaño de los equipos de inventores	2.9	3.1	2.6	3.0
Número de clases tecnológicas	1.9	1.7	1.7	1.3
Citas de patentes hacia atrás	9.5	20.3	8.2	12.8
Rezago de la cita más reciente	4.8	4.2	2.7	2.9
Citas de artículos científicos	2.6	12.1	2.3	5.6
Citas de patentes hacia adelante	1.1	1.1	0.8	1.3
Número de reivindicaciones	12.6	17.4	14.0	17.0

Participación de las empresas	53.1	73.0	66.3	91.5
% de copatentes	22.2	6.8	30.5	1.1

Fuente: elaboración propia con base en USPTO.

Algunos estudios consideran el número de citas hacia delante (o *forward references* en inglés) como un indicador del valor tecnológico de las patentes. De acuerdo con este indicador cuanto mayor sea el número que recibe una patente su valor tecnológico es mayor (Gay et al., 2005).

Respecto a este indicador no existen grandes diferencias entre los países en conjunto, pero si entre las clases tecnológicas. Así, las áreas que sobresalen con mayor tecnológico son procesos básicos de comunicación, para India, y otras máquinas especiales, para México, mientras las más rezagadas son análisis de materiales biológicos, y máquinas textiles y de papel, para Brasil.

El número de reivindicaciones puede perfectamente ser un complemento del indicador anterior, dado que las reivindicaciones se refiere al número de novedades que incluye cada patente. Respecto a este indicador las patentes de México e India sobresalen, mientras China y Brasil se encuentran por detrás. Mientras las clase tecnológicas que sobresalen son tecnología de superficie y revestimiento, y química macromolecular y polímeros, para México, mientras las más rezagadas son elementos mecánicos y biotecnología, para Brasil.

La información que ofrece un documento de patente también incluye el nombre del titular o propietario de la patente, a partir de este dato se pueden clasificar las patentes según el tipo de titular que tiene. Con base en la muestra distinguimos los siguientes tipos:

- Empresa
- Individuo
- Instituto
- Universidad
- Patente compartida, esta incluye 2 o más titulares que puede ser del mismo tipo o no.

Una vez realizada la clasificación podemos ver que en los cuatro países son las empresas las que son propietarias de un mayor número de patentes, aunque esta situación se da en menor grado en Brasil donde además existe una importante participación de los institutos y las patentes compartidas.

En México, las empresas cubren casi las tres cuartas partes del total de patentes. También en este país los institutos tienen un participación considerable. Mientras que en China la participación de los institutos es muy reducida. En este país son las patentes de empresas y las

patentes compartidas las que sobresalen, cabe señalar que es el país que muestra una mayor participación de las co-patentes.

Por otro lado, en India la participación de las patentes compartidas es muy reducida, alrededor de 1% del total, mientras que la participación de institutos es considerable y la participación de las empresas se da en mayor grado que en el resto de los países marcando una gran diferencia.

Tabla 46. *Brasil, México, China e India: Distribución de patentes, según tipo de titular, 2011-2015*

País	Brasil	México	China	India
Empresa	53%	73%	66%	91%
Individuo	2%	1%	2%	-
Instituto	21%	15%	-	7%
Universidad	1%	4%	1%	-
Compartida	22%	7%	31%	1%
Total	100%	100%	100%	100%

Fuente: elaboración propia con base en USPTO

Al hacer una comparación similar a nivel de clase tecnológica encontramos que las clases tecnológicas donde las empresas tienen mayor participación son motores, bombas y turbinas para Brasil, ingeniería civil, para México, comunicación digital, para China, y métodos informáticos para la gestión, para India. Y las clases tecnológicas con mayor presencia de cooperación tecnológica entre agentes son máquinas textiles y de papel, para Brasil, y tecnología audiovisual, para China.

Igualmente, tomando solo las patentes compartidas podemos clasificar a los titulares con la finalidad de ver cuales son los agentes que realizan cooperación tecnológica en la generación de patentes y si los titulares son del mismo tipo o mas bien se aprovecha la variedad de agentes y las distintas capacidades que puedan poseer.

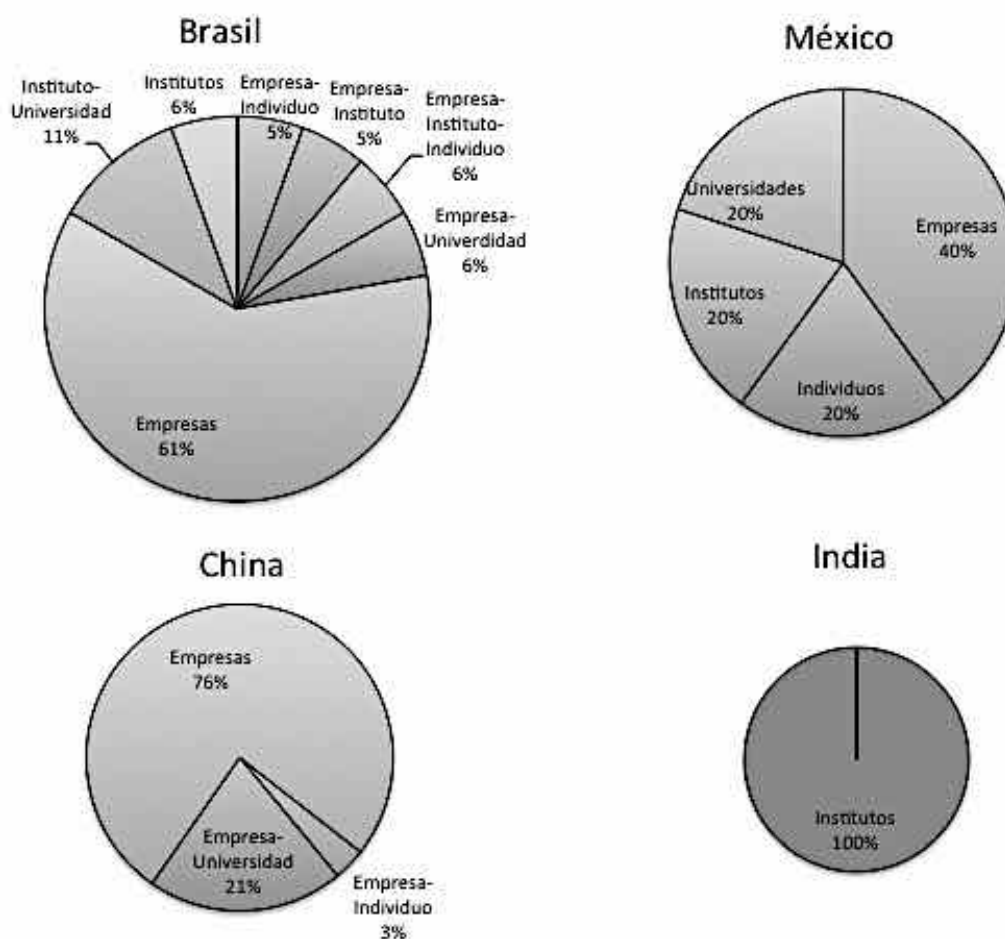


Gráfico 24. Brasil, México, China e India: Distribución de patentes compartidas, según tipo de titular
Fuente: elaboración propia con base en USPTO.

De esa manera encontramos que Brasil es uno de los países donde la cooperación tecnológica se da en mayor grado, además, dicha cooperación se da en casi toda la variedad de agentes incluyendo las múltiples combinaciones. Así se tiene, en orden de importancia, cooperación entre empresas, empresa-individuo, empresa-instituto, empresa-universidad, institutos, entre otros.

También en China la presencia de las patentes compartidas es considerable, sin embargo las actividades de cooperación sólo se dan entre empresas, o entre estas y universidades o individuos.

Por otro lado están México e India, en estos países la presencia de co-patentes es reducida y la cooperación se da entre agentes del mismo tipo, es decir, existe cooperación entre empresas o institutos o universidades.

4.3.3. Especificación general de un modelo de mínimos cuadrados ordinarios

Un modelo econométrico de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) o mínimos cuadrados lineales es un método empleado con la finalidad de encontrar los parámetros poblacionales en un modelo de regresión lineal (Wooldridge, 2006; Gujarati & Porter, 2011) .

El modelo de regresión lineal simple es el más sencillo e incluye únicamente una variable independiente, y se especifica de la siguiente manera:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \mu_i$$

Donde:

Y es la variable dependiente

X es la variable dependiente

μ es el término de error

El modelo de regresión lineal múltiple es la generalización del modelo de regresión lineal simple, para el caso de que el modelo tenga k variables exógenas y se especifica de la siguiente manera:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \mu_i$$

Existen tres supuestos que deben cumplirse para llevar a cabo una regresión lineal, estos son:

1. La varianza de los errores debe ser homocedástica.
2. Las variables explicativas deben ser ortogonales a los residuos, es decir, no comparten información.
3. Los errores no deben estar correlacionados entre sí.

Conforme a la especificación del modelo las elasticidades se calculan con la siguiente fórmula (Uriel, 2013):

$$\varepsilon_{X_i/Y} = \beta_i \frac{\bar{X}_i}{\bar{Y}}$$

4.3.4. Especificación del modelo econométrico para estimar las ventajas tecnológicas reveladas

El modelo pretende identificar las variables que determinen que una clase tecnológica cuente con una ventaja tecnológica en Brasil, México, China e India. Este modelo se propone bajo el supuesto de la existencia de una relación lineal entre la variable dependiente y las variables independientes.

El modelo a estimar se expresa en la siguiente fórmula:

$$VTR_i = \beta_0 + \beta_1 Acum_con_i + \beta_2 Cap_abs_i + \beta_3 Vinc_Acad_i + \beta_4 Amp_Tec_i + \beta_5 Cap_Inv_i + \beta_6 Coop_Tec_i + \beta_7 Val_Tec_i + \beta_8 Nov_i + \beta_9 Firm_i + \mu_i$$

Donde:

VTR: Ventaja Tecnológica Revelada. La variable proxy que emplearemos serán los valores de los índices de las ventajas tecnológicas reveladas en cada clase tecnológica.

i: 1, 2, ..., 34 clases tecnológicas.

μ : Término de error

Acum_con: es la acumulación de conocimiento tecnológico, cuya variable proxy es el promedio de citas de patentes que realizan las patentes de cada clase tecnológica.

Cap_abs: Es la capacidad de absorción de conocimiento tecnológico de frontera, cuya variable proxy es el rezago promedio de las citas de patentes más reciente de cada clase tecnológica. El rezago se calcula teniendo en cuenta la fecha de solicitud de la patente que pertenece a la clase con ventaja tecnológica y la fecha de solicitud de la patente citada más reciente, y se expresa en años.

Vinc_Acad: se refiere al vínculo con el sector académico, cuya variable proxy es el promedio de citas a artículos científicos que realizan las patentes de cada clase tecnológica.

Amp_Tec: es la amplitud tecnológica, cuya variable proxy es el número promedio de clases tecnológicas que abarcan las patentes de cada clase tecnológica.

Cap_Inv: se refiere a la capacidad inventiva integrada en las patentes, cuya variable proxy es el promedio del número de inventores de las patentes de cada clase tecnológica.

Coop_Tec: es la cooperación tecnológica, cuya variable proxy es la participación de las patentes con más de un titular de cada clase tecnológica, se expresa en porcentaje.

Val_Tec: es el valor tecnológico, cuya variable proxy es el promedio de citas de patentes que reciben las patentes de cada clase tecnológica.

Nov: Son las novedades incluidas en las patentes, cuya variable proxy es el promedio de reivindicaciones reclamadas por los solicitantes de las patentes de cada clase tecnológica.

Firms: es la participación de las firmas, cuya variable proxy es la participación de las patentes donde el titular o propietario es una empresa, se expresa en porcentaje.

Hipótesis particulares:

- **Acumulación de conocimiento tecnológico:**
Se espera que a mayor número de citas hacia atrás mayor sea el índice de VTR, debido a que el primero es un indicador del conocimiento previo acumulado en cada clase tecnológica, por tanto éste favorecerá el desarrollo de las ventajas tecnológicas.
- **Capacidad de absorción de conocimiento tecnológico de frontera:**
Se espera que cuanto menor sea el rezago de absorción de tecnología de frontera mayor sea el índice de VTR, dado que un rezago menor indica importantes esfuerzos para la absorción de conocimiento tecnológico lo cual favorecería las ventajas tecnológicas (Viotti, 2001).
- **Vínculos con el sector académico:**
Se espera que el vínculo con el ámbito académico favorezca las ventajas tecnológicas. Ya que ofrece conocimientos que pueden ser insumos para la generación de innovaciones, se refiere al flujo de conocimiento de la ciencia a la tecnología (Nomaler & Verspagen, 2007).
- **Amplitud tecnológica:**
Se espera que cuanto mayor sea el número de clases tecnológicas que abarcan las patentes mayor será el índice de VTR. Debido a que la especialización en una tecnología específica se ve afectada positivamente por los vínculos de conocimiento entre dicha tecnología y las tecnologías en las que está especializado el país (Malerba & Montobio, 2003).
- **Capacidad inventiva:**
Se espera que cuanto mayor sea el tamaño de los equipos de inventores mayor será el índice de VTR. Debido a que conjuntará las capacidades inventivas de todos los

participantes. Un grupo de inventores más grande favorece la propensión a innovar (Maldonado, Guzmán y Peredo, 2015), por tanto favorecería las ventajas tecnológicas.

- Cooperación tecnológica:

Se espera que la cooperación tecnológica tenga un impacto positivo en la construcción de la especialización tecnológica, porque favorece la difusión del conocimiento, permite la complementariedad de las capacidades de los agentes y reduce la incertidumbre que implican las actividades de innovación (Malerba et al., 2001; Malerba & Montobio, 2003).

- Valor tecnológico:

Se espera que mayor número de citas hacia adelante mayor sea el índice de VTR, debido a que cuanto mayor sea el valor tecnológico de las patentes de una clase tecnológica mayores serán las ventajas.

- Novedades:

Se espera que exista una relación positiva entre el número de reivindicaciones y el índice de VTR.

- Participación de las firmas:

Se espera que exista una relación positiva entre la participación de las firmas en cada clase tecnológica y el índice de VTR que le corresponde, dado que las empresas procuran un ambiente favorable para el desarrollo de actividades en I+D (García y Romero, 2010), lo cual favorecería las ventajas tecnológicas.

Estadística descriptiva de las variables del modelo sectorial

En este apartado se analiza el comportamiento de cada variable incluida en el modelo propuesto en el conjunto de clases que cuentan con ventajas tecnológicas reveladas, con el propósito de examinar la distribución de los datos y hacer una exploración inicial del comportamiento estadístico de dichas variables.

La información contenida en la siguiente tabla nos muestra, en general, que existe alta dispersión de los datos. Especialmente en el caso de las citas de patentes (hacia atrás y hacia adelante) y las citas a artículos científicos.

Respecto a las variables acumulación de conocimiento, vínculo con el ámbito académico y valor tecnológico, podemos notar que en promedio las patentes de las clases tecnológicas con ventajas de Brasil, México, China e India citan a 14.5 patentes de la USPTO y a 7.3 artículos científicos, y son citadas por 1.1 patentes en promedio.

Por su parte, la capacidad de absorción de conocimiento de frontera es moderada, dado que en promedio el rezago entre una patente de las clases tecnológicas con ventajas y la cita de patentes más reciente es 4.1 años.

También, estas patentes cuentan con equipos de inventores pequeños, estos se integran por 3.1 inventores en promedio. Y la cooperación tecnológica sólo se da en promedio en el 17.2% de las patentes de las clases con ventajas reveladas de Brasil, México, China e India. Mientras que la participación de las empresas si es importante, cubriendo en promedio el 63.1% de las patentes.

Tabla 47. Estadística descriptiva de las variables del modelo sectorial

VARIABLES Medida	Media	Desviación	Coefficiente de Variación	Máximo	Mínimo	Correlación con VTR
VTR	2.3	1.04	45%	4.4	0.7	1
Acum_con	14.5	15.47	107%	94.7	0.0	0.017
Cap_abs	4.1	2.52	61%	12.3	0.0	-0.105
Vinc_Acad	7.3	13.54	186%	72.7	0.0	-0.029
Amp_Tec	1.8	0.50	27%	3.5	1.0	-0.089
Cap_Inv	3.1	0.82	26%	6.0	2.1	-0.005
Coop_Tec	17.2	24.60	143%	100.0	0.0	-0.360
Val_Tec	1.1	1.35	128%	7.3	0.0	0.002
Nov	15.8	8.82	56%	60.7	5.7	-0.068
Firms	63.1	30.11	48%	100.0	0.0	0.388

Fuente: Elaboración propia con base en USPTO.

4.3.5. Estimación del modelo econométrico de las ventajas tecnológicas reveladas

El análisis econométrico, las estimaciones de los modelos y la ejecución de los contrastes, fue realizado en el programa software GRETLL 1.9.4. Con base en el modelo propuesto en el apartado anterior y conforme a lo descrito en el inciso 4.3.3. se realizaron diferentes estimaciones con la finalidad de hallar el mejor modelo econométrico que permita estimar las ventajas tecnológicas reveladas.

En consecuencia obtuvimos un modelo econométrico, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 48. Brasil, México, China e India: Estimación del modelo econométrico de las ventajas tecnológicas reveladas, 2011-2015

Variable dependiente: VTR			
Utilizando 34 observaciones			
Variables explicativas	Coefficiente	Valor p	
Constante	1.2761	0.0761	*
Capacidad de absorción de conocimiento de frontera	-0.0836	0.0731	*
Capacidad inventiva	0.4444	0.0532	*
Cooperación tecnológica	-0.0153	0.0843	*
Novedades	-0.0419	0.0088	***
Participación de las firmas	0.0145	0.0297	**
R-cuadrado Corregido	0.216703		

Fuente: Elaboración propia con base en el programa GRETTL.

* variables significativa con 90% de confiabilidad

** variables significativa con 95% de confiabilidad

*** variables significativa con 99% de confiabilidad

Después, de eliminar algunas variables que no resultaron estadísticamente significativas dentro del modelo se realizaron las pruebas estadísticas⁴³.

- Prueba de heterocedasticidad:

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
 Ho: Constant variance Variables: fitted values of VTR
 chi2(1) = 1.67 Prob > chi2 = 0.1968 .

Conclusión: no existen problemas de heterocedasticidad debido a que la probabilidad es mayor al 5%.

- Prueba de multicolinealidad:

Variable	VIF	1/VIF
Firms	1.91	0.524879
Coop_Tec	1.86	0.537103

⁴³ Las pruebas fueron realizadas con un 95% de confiabilidad

Cap_Inv	1.39	0.721646
Nov	1.30	0.768559
Cap_abs	1.12	0.893957
Mean VIF =	1.51	

Conclusión: No existe multicolinealidad porque la mean vif es menor a 5 .

- Prueba de normalidad de residuos:

Skewness/Kurtosis tests for Normality					
Variable	Obs	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	Prob>chi2
RESIDUO	34	0.1299	0.4690	3.06	0.2169

Conclusión: Los residuos tienen una distribución normal.

Los resultados de la estimación muestran que el modelo goza de una bondad de ajuste moderada de 21.6%. Además que todas las variables independientes incluida la variable constante son significativas con 90% de confiabilidad. La variable participación de las firmas significativa con 95% de confiabilidad y la variable novedades lo es incluso con 99% de confiabilidad.

El siguiente gráfico nos permite ver la capacidad explicativa del modelo. Así se aprecia que las líneas que representan los índices de VTR observados y estimados son muy parecidas y siguen la misma tendencia en casi todo el periodo, en consecuencia podemos decir que el modelo goza de una aceptable capacidad explicativa de la variable dependiente.

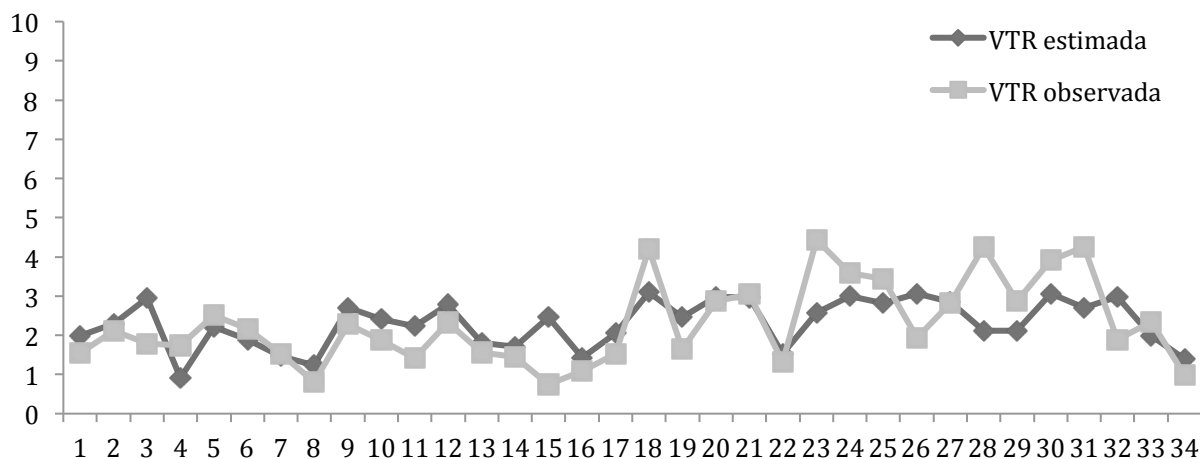


Gráfico 25. Brasil, México, China e India: Índices de ventajas tecnológicas reveladas observadas y estimadas, 2011-2015

Fuente: Elaboración propia con base en el programa GRETL.

Interpretación de resultados

- Constante: $\beta_0 = 1.2761$

El coeficiente nos indica que si mantenemos las demás variables con valor cero. El índice de VTR sería 1.2761. Sin embargo, esta variable no tiene una interpretación económica.

- Capacidad de absorción de conocimiento de frontera: $\beta_1 = -0.0836$

De acuerdo al valor del coeficiente obtenemos una elasticidad de -0.15, lo que quiere decir que si el promedio del rezago de la cita de patente más reciente se incrementa en 1% el índice de VTR se reduce en 0.15%.

Este resultado es congruente con la hipótesis suscrita para esta variable. Conforme a la literatura una mayor capacidad de absorción de conocimiento tecnológico, es decir un menor valor del rezago, favorecería las ventajas tecnológicas (Viotti, 2001).

- Capacidad inventiva: $\beta_2 = 0.4444$

De acuerdo al valor del coeficiente obtenemos una elasticidad de 0.60, lo que quiere decir que si el promedio del número de inventores de las patentes en determinada clase tecnológica se incrementa en 1% el índice de VTR se incrementa en 0.60%.

Este resultado coincide con la literatura, la cual señala que un grupo más grande de inventores favorece la propensión a innovar (Maldonado, Guzmán y Peredo, 2015), por

tanto favorecería las ventajas tecnológicas.

- Cooperación tecnológica: $\beta_3 = -0.0153$

De acuerdo al valor del coeficiente obtenemos una elasticidad de -0.11, lo que quiere decir que si la participación de las copatentes en las clases tecnológicas se incrementa en 1% el índice de VTR se reduce en 0.11%.

La literatura nos indica que la cooperación tecnológica favorece la difusión del conocimiento, permite la complementariedad de las capacidades de los agentes y reduce la incertidumbre que implican las actividades de innovación (Malerba et al., 2001; Malerba & Montobio, 2003), por lo cual se esperaría que favorezca el desarrollo de ventajas tecnológicas. Sin embargo, el coeficiente obtenido para esta variable nos indica lo contrario. Esta situación puede deberse a que las actividades de cooperación en la generación de patentes se orienten a clases tecnológicas con menores ventajas tecnológicas.

- Novedades: $\beta_4 = -0.0419$

De acuerdo al valor del coeficiente obtenemos una elasticidad de -0.29, lo que quiere decir que si el promedio del número de reivindicaciones de las patentes en determinada clase tecnológica se incrementa en 1% el índice de VTR se reduce en 0.29%.

Este resultado contradice la hipótesis suscrita para esta variable, la cual señala que existe una relación positiva entre el número de novedades y el índice de VTR.

- Participación de las firmas: $\beta_5 = 0.0145$

De acuerdo al valor del coeficiente obtenemos una elasticidad de 0.40, lo que quiere decir que si la participación de las firmas en las patentes en determinada clase tecnológica se incrementa en 1% el índice de VTR se incrementa en 0.40%.

Conforme a la literatura, se esperaba que las actividades de las empresas favorezcan las ventajas tecnológicas, dado que son los principales agentes que invierten en I+D procurando conseguir ventajas sobre sus competidoras (García y Romero, 2010), por tanto logran desarrollar capacidades tecnológicas.

4.4. Conclusiones

En suma, en el capítulo anterior se midió la especialización relativa de Brasil, México, China e India durante el periodo 1996-2015, tanto a nivel nacional como sectorial. En ese sentido el propósito de este capítulo fue identificar los factores que explican tal especialización.

Para ello se propusieron y estimaron dos modelos econométricos, los cuales sirvieron para contrastar con la evidencia empírica nuestras dos últimas hipótesis de investigación suscritas.

1. Se espera que el grado de especialización tecnológica relativa de Brasil, México, China e India esté asociada a los siguientes factores: i) disponibilidad de capital humano; ii) capacidades de las empresas; iii) fortaleza de las instituciones; iv) presencia de empresas multinacionales, e v) indicadores económicos
2. Se espera los factores que determinan que un sector tecnológico cuente con una ventaja tecnológica sean: acumulación de conocimiento tecnológico, capacidad de absorción de conocimiento tecnológico de frontera, vínculos con el sector académico, amplitud tecnológica, capacidad inventiva, cooperación tecnológica, valor tecnológico, novedades y participación de las firmas en las patentes.

El primer modelo estimado corresponde a uno de tipo de panel de datos, por el cual se identificaron los factores que influyen en el grado de especialización tecnológica relativa a nivel nacional de Brasil, México, China e India de 1996 a 2015, en cuatro subperiodos.

Conforme a los resultados arrojados por este modelo, las variables que determinan el grado de especialización tecnológica de Brasil, México, China e India son: i) número de investigadores en I+D por millón de habitantes; ii) medida de disponibilidad de científicos e ingenieros; iii) medida de absorción tecnológica a nivel de empresa; iv) medida de calidad de las instituciones de investigación científica, y v) medida de relación entre IED y transferencia de tecnología. Las elasticidades por variable son, respectivamente, -0.23, 0.90, 0.51, -1.10 y 0.92.

El segundo modelo de MCO, con datos de corte transversal, permitió identificar los factores que determinan que un determinado sector tenga ventajas tecnológicas reveladas, en Brasil, México, China e India de 2011 a 2015, a partir de las variables relacionadas con la naturaleza de la actividad inventiva de estos países.

La base empleada en este segundo modelo se obtuvo a partir de un muestreo de microdatos de patentes durante el periodo de análisis para los cuatro países y para las clases tecnológicas en las que estos países cuentan con ventajas tecnológicas reveladas.

Además, esta recolección de microdatos nos permitió identificar ciertas características propias de la naturaleza de las actividades de innovación. Entre estas podemos destacar algunas, en general, China e India poseen mayor capacidad de absorción de conocimiento tecnológico de frontera que Brasil y México.

Asimismo, existen diferencias considerables respecto a la titularidad de las patentes de estos países, por ejemplo, la participación de las empresas en la generación de patentes en México solamente cubre un poco más de la mitad, mientras que en India el sector privado representa más del 90% del total de patentes.

Igualmente, la naturaleza de la cooperación tecnológica en estos países es diferenciada, por un lado están Brasil y China donde la cooperación tecnológica se da en mayor grado y mediante mayor variedad de combinaciones de agentes cooperando, por otro lado, en México e India la presencia de co-patentes es reducida y la cooperación se da, generalmente, entre agentes del mismo tipo.

Conforme a los resultados obtenidos en el segundo modelo econométrico, los factores que determinan que una clase tecnológica cuenta con ventajas tecnológicas en Brasil, México, China e India son: i) capacidad de absorción de conocimiento de frontera; ii) capacidad inventiva; iii) cooperación tecnológica; iv) novedades, y v) participación de las firmas. Las elasticidades por factor son, respectivamente, -0.15, 0.60, -0.11, -0.29 y 0.40.

En consecuencia con el trabajo realizado en este capítulo y los resultados obtenidos se han confirmado parcialmente las hipótesis de trabajo planteadas en un principio. En efecto, en primer lugar, se confirmaron algunos factores que explican el grado de especialización tecnológica de Brasil, México, China e India y, en segundo lugar, se confirmaron algunos factores que explican las ventajas tecnológicas en estos mismos países.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA

El estudio de la especialización tecnológica nos permite comprender el desempeño tecnológico de los países y contrastarlo con las tendencias tecnológicas mundiales. Además, la medición de tal especialización aporta información valiosa para el diseño de políticas públicas que impulsen el desarrollo económico, tecnológico e industrial.

Con base en la revisión del concepto de la especialización tecnológica se ha elaborado un concepto propio de la investigación. Consecuentemente, entendemos por especialización tecnológica de un determinado país como la distribución de sus innovaciones en las diferentes tecnologías en relación a otros países (Archibugi & Pianta, 1991, 1992; Giannitsis & Kager, 2009; Malerba et al., 2001; Mancusi, 2001). Así se pueden identificar los sectores en los que cuenta con ventajas tecnológicas y los sectores en los que tiene desventajas tecnológicas (Giannitsis & Kager, 2009). Además, permite comparar los patrones y tendencias del conjunto de dichas ventajas en un contexto internacional (Pianta & Meliciani, 1996; Picci & Savorelli, 2012, 2013).

Asimismo, la especialización tecnológica puede ser estudiada en dos dimensiones, sectorial y nacional. A nivel sectorial surge de la comparación entre el peso relativo de las patentes en una determinada clase tecnológica dentro de un mismo país, respecto al peso relativo de la variable en dicha clase tecnológica en el universo compuesto por un grupo definido de países. Y a nivel nacional surge de la comparación de la estructura conformada a partir de la especialización sectorial de un determinado país y su evolución con otros países.

Con el objetivo de estudiar la especialización tecnológica de países emergentes de América Latina y Asia, esta tesis doctoral se ha llevado a cabo en el marco teórico delimitado por tres enfoques considerados complementarios. El primer enfoque, el evolucionista que se concentra en las propiedades dinámicas de los sistemas económicos y la endogeneidad de la innovación. El segundo es el enfoque de capacidades, se concentra en las habilidades para adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías con las que cuentan los agentes económicos. Y el tercero, es el enfoque el sistémico, el cual advierte la variedad de agentes vinculados con la generación de innovaciones y la importancia de las interacciones entre los mismos.

También se revisan las particularidades de los países en desarrollo, los cuales, generalmente, se limitan a desarrollar sus capacidades absorción y a realizar solamente innovaciones incrementales. Por tal razón el diseño de políticas industriales y el marco institucional juegan un papel importante, en la transferencia de tecnología proveniente del extranjero, principalmente, a través de las empresas transnacionales y la inversión extranjera directa.

En tal sentido, nos planteamos tres preguntas de trabajo las cuales han guiado la investigación. La primera interrogante corresponde a la medición de la especialización tecnológica, la cual versa así: ¿cuáles son los sectores en los que tienen ventajas tecnológicas reveladas Brasil y México, y en cuáles sectores tienen ventajas China e India? Conforme a nuestra hipótesis suscrita, esperamos que Brasil y México tengan ventajas tecnológicas reveladas, en relación a China e India, en tecnologías maduras y relacionadas con los recursos naturales, y desventajas en tecnologías vinculadas a las TIC y al paradigma electrónico.

De acuerdo con la metodología trazada para poder contrastar esta hipótesis, obtuvimos los siguientes resultados obtenidos:

En primer lugar, en función de las patentes registradas en la USPTO en el periodo 1996-2015 se identificaron las clases tecnológicas más importantes, las cuales son: tecnología computacional, maquinarias y aparatos de energía eléctrica, semiconductores, y tecnología audiovisual. Estas 4 clase tecnológicas cubren casi la tercera parte del total de patentes.

También, conforme a la tasa de crecimiento promedio anual que experimentaron las patentes por clase tecnológica, se observó que las 4 clases tecnológicas de crecimiento muy dinámico representan sólo el 17.7% del total de patentes. Mientras las siguientes 17 clases tecnológicas de crecimiento dinámico representan el 56.5% del total. Y las 14 clases tecnológicas de crecimiento menos dinámico representan el 25.8% del total de patentes.

En segundo lugar, respecto a la medición de la especialización tecnológica sectorial. Se calcularon los índices de ventaja tecnológica revelada para los países en las 35 clases tecnológicas en los periodos: 1996-2000, 2001-2005, 2006-2010 y 2011-2015. El universo de referencia para tal medición está conformado por las patentes registradas en la USPTO por no residentes durante el periodo 1996-2015, las cuales ascienden a 1,825,277 patentes distribuidas en 35 clases tecnológicas.

De acuerdo con los resultados obtenidos se identificaron las clases tecnológicas en las que sobresale cada país para cada periodo considerado, al mismo tiempo, se notaron las ventajas que los países lograron conseguir o mantener y las ventajas que perdieron convirtiéndose en desventajas tecnológicas relativas:

1. Brasil ha mantenido ventajas tecnológicas reveladas en 5 clases tecnológicas. De ellas 4 son de crecimiento dinámico, las cuales son: análisis de materiales biológicos, biotecnología, elementos mecánicos, y motores, bombas y turbinas. Y la quinta clase es ingeniería química, la cual pertenece a las clases de crecimiento poco dinámico. También, perdió ventajas tecnológicas en dos clases de crecimiento poco dinámico, las cuales son herramientas de máquina e ingeniería civil.
2. México mantuvo ventajas relativas en 4 clases tecnológicas poco dinámicas, las cuales son: ingeniería civil, materiales y metalurgia, química macromolecular y polímeros, y tecnología ambiental. Y perdió ventajas en análisis de materiales biológicos, clase tecnológica dinámica, y en máquinas textiles y de papel, clase tecnológica poco dinámica.
3. China mantuvo una ventaja tecnológica en maquinarias y aparatos de energía eléctrica, clase de crecimiento muy dinámico. Y logró ventajas en tecnología audiovisual y telecomunicaciones, clases dinámicas. Mientras que las ventajas que perdió son, en su mayoría, clases tecnológicas poco dinámicas.
4. India mantuvo ventajas en 2 clases tecnológicas de crecimiento muy dinámico, las cuales son comunicación digital y tecnología computacional. Además, en comparación con el resto es el país que tiene ventajas tecnológicas en un menor número de clases, sobre todo, al final del periodo de análisis.

Con base en estos resultados podemos llegar a ciertas conclusiones. El número de clases con ventajas tecnológicas son mayores en Brasil y México, en comparación con China e India. En ese sentido, se puede decir que China e India concentran su especialización en pocos sectores, mientras Brasil y México muestran una especialización más dispersa.

Además, en los casos de China e India, las clases tecnológicas en las que ganaron o mantuvieron ventajas son, en general, las clases con mayor dinamismo, y las clases en las que perdieron las ventajas tecnológicas suelen ser menos dinámicas. Mientras que en Brasil y México sucede lo contrario.

También, las ventajas tecnológicas reveladas de Brasil y México en relación a China e India se concentran en tecnologías maduras y relacionadas con los recursos naturales, tales como: transporte, ingeniería civil, análisis de materiales biológicos, y química de alimentos. Mientras que las ventajas tecnológicas reveladas de China e India se concentran en tecnologías vinculadas a las TIC y al paradigma electrónico, tales como: tecnología audiovisual, telecomunicaciones, métodos informáticos para la gestión, y tecnología computacional. En consecuencia se pudo verificar la primera hipótesis suscrita.

Todo lo descrito hasta este punto consistió en la medida de la especialización tecnológica a nivel sectorial. Con la finalidad de realizar una estimación a nivel nacional se midió el grado de especialización tecnológica de los cuatro países, con base en los índices de VTR y la distribución de patentes, mediante los siguientes indicadores: coeficiente de variación, coeficiente de Gini, valores chi cuadrado y coeficiente de Krugman.

Los resultados arrojados por estos cuatro indicadores son similares, por tanto podríamos llegar a conclusiones sin el riesgo de caer en distorsiones en los valores obtenidos. Lo anterior debido a las restricciones que puede ofrecer un número pequeño de patentes como es el caso de los países emergentes que analizamos.

Entonces, con base en la medición del grado de la especialización tecnológica encontramos que Brasil y México se muestran menos especializados que China e India, lo que quiere decir que los países latinoamericanos distribuyen sus capacidades de manera más homogéneas que los países asiáticos. Éstos últimos muestran una estructura más diferenciada de ventajas y desventajas tecnológicas respecto al universo de patentes de referencia.

Ahora, es preciso contrastar estos resultados con la revisión detallada de los escenarios nacionales, en términos de crecimiento, producción y políticas de ciencia y tecnología, que se realizó en el segundo capítulo. De tal manera, podemos destacar que la correspondencia de las políticas económicas, científicas y tecnológicas con los resultados de la especialización, tanto sectorial como nacional, es notable.

En el caso de China, se pudo apreciar que una preocupación central del gobierno fue y es la absorción y aprendizaje de conocimiento tecnológico, y el fomento de las innovaciones, especialmente, en los sectores más intensivos en tecnología.

En consecuencia, China no sólo ha logrado importantes avances en cuanto a sus resultados de innovaciones, específicamente el número de patentes que ha conseguido

internacionalizar en términos absolutos, sino además ha orientado tales resultados hacia los sectores tecnológicos de mayor dinamismo, lo cual indica que se acerca a la frontera del conocimiento y así avanza en el largo camino de ponerse al día con los países más avanzados.

En India, por otro lado, los hacedores de política se concentraron, explícitamente, en sectores relacionados con las telecomunicaciones y la informática. Bajo un plan diseñado a detalle, el cual buscaba popularizar el uso de tales tecnologías en todos los niveles de la sociedad.

En tal sentido, en India se han orientado las importaciones y la producción científica y tecnológica en obediencia a dicho objetivo. Consecuentemente, el país ha logrado internacionalizar sus patentes así como ha conseguido ventajas tecnológicas reveladas, principalmente, en sectores relacionados con las TIC. De esa manera concentra su especialización tecnológica en mayor medida que los demás países.

Otro contexto se aprecia en Brasil y México, estos países tienen ventajas tecnológicas en un mayor número de clases, sin embargo, en términos absolutos la internacionalización de sus patentes es muy limitada en comparación a China e India. Además, sus ventajas tecnológicas se ubican, principalmente, en sectores de crecimiento poco dinámico y en tecnologías maduras.

No obstante, hay cierto grado de congruencia en sus resultados científicos y tecnológicos, los resultados de su especialización tecnológica se pueden deber a la falta de una estrategia nacional bien articulada que busque el desarrollo de sus capacidades tecnológicas.

Ahora, pasando a otro tema, una vez que se ha identificado la especialización tecnológica de los cuatro países emergentes incluidos en esta investigación, donde se pueden apreciar las ventajas y las desventajas tecnológicas así como el grado de especialización tecnológica que tienen. La pregunta que corresponde es ¿cuáles son los determinantes de dicha especialización?

En ese sentido, la segunda interrogante de investigación propuesta es: ¿cuáles son los factores que explican las diferencias en los perfiles de especialización tecnológica de Brasil y México en relación a China e India? Cuya hipótesis a contrastar es la siguiente: esperamos que el grado de especialización tecnológica relativa de Brasil, México, China e India esté asociada a los siguientes factores: i) disponibilidad de capital humano; ii) capacidades de las empresas; iii) fortaleza de las instituciones; iv) presencia de empresas transnacionales, e v) indicadores económicos.

Para contrastar esta hipótesis con la evidencia empírica se estimó un primer modelo econométrico con la finalidad de identificar a los factores que influyen en el grado de

especialización tecnológica relativa a nivel nacional de Brasil, México, China e India de 1996 a 2015, en cuatro sub-periodos. El modelo corresponde a uno de tipo de panel de datos, sin embargo, después de las pruebas estadísticas se obtuvo como mejor modelo uno de panel de regresión agrupada, el cual supone que no hay diferencias entre los países.

Conforme a los resultados arrojados por este modelo, las variables que determinan el grado de especialización tecnológica de Brasil, México, China e India, medido a través del coeficiente de Gini con base en los índices de VTR, son: i) investigadores en I+D; ii) disponibilidad de científicos e ingenieros; iii) absorción tecnológica a nivel de empresa; iv) calidad de las instituciones de investigación científica, y v) relación entre IED y transferencia de tecnología.

Las elasticidades por variables son, respectivamente, -0.23, 0.90, 0.51, -1.10 y 0.92. Lo que quiere decir que: i) si el número de investigadores en I+D por millón de habitantes se incrementa en 1% el coeficiente de Gini calculado a partir de los índices de VTR se reduce en 0.23%; ii) si la medida de disponibilidad de científicos e ingenieros se incrementa en 1% el coeficiente de Gini calculado a partir de los índices de VTR se incrementa en 0.90%; iii) si la medida de absorción tecnológica a nivel de empresa se incrementa en 1% el coeficiente de Gini calculado a partir de los índices de VTR se incrementa en 0.51%; iv) si la medida de calidad de las instituciones de investigación científica se incrementa en 1% el coeficiente de Gini calculado a partir de los índices de VTR se reduce en 1.10%, y v) si la medida de relación entre IED y transferencia de tecnología a se incrementa en 1% el coeficiente de Gini calculado a partir de los índices de VTR se incrementa en 0.92%.

En consecuencia se pudo verificar, parcialmente, la segunda hipótesis suscrita. Dado que otras variables resultaron no significativas estadísticamente para explicar el comportamiento del grado de la especialización tecnológica de estos países. Tales variables son: i) técnicos en I+D; ii) gasto en I+D realizado por las firmas; iii) investigadores en las firmas; vi) colaboración entre universidades y empresas en actividades de I+D; v) calidad de las instituciones; vi) protección de la propiedad intelectual; vii) flujos de inversión extranjera directa; viii) crecimiento del PIB; ix) ambiente macroeconómico y x) gasto en I+D.

Luego, la tercera interrogante de investigación es: ¿cuáles son los factores que determinan que un sector tecnológico cuente con una ventaja tecnológica? Cuya hipótesis a contrastar es la siguiente: esperamos que los factores que determinan que un sector tecnológico cuente con una

ventaja tecnológica sean: i) acumulación de conocimiento tecnológico; ii) capacidad de absorción de conocimiento tecnológico de frontera; iii) vínculos con el sector académico; iv) amplitud tecnológica; v) capacidad inventiva; vi) cooperación tecnológica; vii) valor tecnológico; viii) novedades, y ix) participación de las firmas en las patentes.

Para contrastar esta hipótesis con la evidencia empírica se estimó un segundo modelo econométrico, con datos de corte transversal, que permitió identificar los factores que determinan que un sector tenga ventajas tecnológicas reveladas, en Brasil, México, China e India durante el periodo 2011-2015. El modelo pretende explicar el comportamiento de los índice de VTR a partir de las variables relacionadas con la naturaleza de la actividad inventiva de estos países.

La base empleada en este segundo modelo se obtuvo a partir de un muestreo de microdatos de patentes durante el periodo de análisis para los cuatro países y para la clases tecnológicas en las que estos países cuentan con ventajas tecnológicas reveladas.

Además, esta recolección de microdatos nos permitió identificar ciertas características propias de la naturaleza de las actividades de innovación de los cuatro países. Entre estas podemos destacar algunas. En general, China e India poseen mayor capacidad de absorción de conocimiento tecnológico de frontera que Brasil y México.

Asimismo, existen diferencias considerables respecto a la titularidad de las patentes de estos países, por ejemplo, la participación de las empresas en la generación de patentes en México solamente cubre un poco más de la mitad, mientras que en India el sector privado representa más del 90% del total de patentes.

Igualmente, la naturaleza de la cooperación tecnológica en estos países es diferenciada, por un lado están Brasil y China donde la cooperación tecnológica se da en mayor grado y mediante mayor variedad de combinaciones de agentes cooperando, por otro lado en México e India, la presencia de las co-patentes es reducida y la cooperación se da entre agentes del mismo tipo.

Conforme a los resultados obtenidos en el segundo modelo econométrico, los factores que determinan que una clase tecnológica cuenta con ventajas en Brasil, México, China e India son: i) capacidad de absorción de conocimiento de frontera; ii) capacidad inventiva; iii) cooperación tecnológica; iv) novedades, y v) participación de las firmas.

Las elasticidades por factor son, respectivamente, -0.15, 0.60, -0.11, -0.29 y 0.40. Lo que quiere decir que: i) si el promedio del rezago de la cita de patente más reciente se incrementa en

1% el índice de VTR se reduce en 0.15%; ii) si el promedio del número de inventores de las patentes en determinada clase tecnológica se incrementa en 1% el índice de VTR se incrementa en 0.60%; iii) si la participación de las copatentes en las clases tecnológicas se incrementa en 1% el índice de VTR se reduce en 0.11%; iv) si el promedio del número de reivindicaciones de las patentes en determinada clase tecnológica se incrementa en 1% el índice de VTR se reduce en 0.29%, y v) si la participación de las firmas en las patentes en determinada clase tecnológica se incrementa en 1% el índice de VTR se incrementa en 0.40%.

En consecuencia se pudo verificar parcialmente la tercera hipótesis suscrita. Dado que otras variables resultaron no significativas estadísticamente para explicar el comportamiento de las ventajas tecnológicas reveladas. Tales variables son: i) acumulación de conocimiento tecnológico; ii) vínculo con el sector académico; iii) amplitud tecnológica y iv) valor tecnológico.

Antes de hablar de la utilidad o el alcance de nuestros resultados cabe señalar las limitaciones presentes en esta investigación. En primer lugar nos referimos a las restricciones que se pueden presentar cuando se usa información de datos de patentes, dado que sólo una parte de las innovaciones se patentan, esta situación se da por varias razones, entre ellas la no patentabilidad de algunas invenciones y el bajo nivel de explotación comercial. Además, se deben tener en cuenta las diferencias en aspectos institucionales y legales de las oficinas de patentes, así como las diferentes clasificaciones utilizadas.

En segundo lugar, nos referimos al tamaño reducido del grupo de países que se incluye en el análisis, dado que por su naturaleza de países en desarrollo muestran niveles bajos de producción de patentes. Sin embargo, esta limitación se procuró contrarrestar utilizando un universo de referencia mucho más amplio, el cual incluye a todos los países, excepto Estados Unidos, que registran patentes en la USPTO.

Por último, señalamos algunas limitaciones específicas a cada modelo econométrico propuesto. En el primer modelo nos enfrentamos a la falta de observaciones en varios periodos por lo que tuvimos que recurrir a recursos estadísticos y matemáticos, tal como la extrapolación de datos, para subsanar tal problema. Sin embargo, debemos tener en cuenta que tal situación puede reducir en cierto grado la confiabilidad de nuestros resultados. En el segundo modelo, en el cual se utilizaron microdatos de patentes, la limitación se representa en el uso de una muestra de patentes de las clases tecnológicas con ventajas reveladas y no de la población total. Lo cual para

algunas variables dan observaciones condicionadas, tal es el caso de los vínculos entre tecnologías.

No obstante, las limitaciones de esta investigación podemos reivindicar las siguientes contribuciones metodológicas: i) la medición de la especialización tecnológica, tanto sectorial como nacional, de Brasil, México, China e India durante el periodo 1996-2015, dividido en subperiodos de 5 años, en las 35 clases tecnológicas; ii) la estimación y la comparación de diferentes indicadores para evitar posibles rezagos en la medición de la especialización tecnológica; iii) la construcción de una base de datos a partir de las patentes registradas en la USPTO y otras fuentes de datos, y iv) la identificación de los factores que determinan la especialización tecnológica de estos países mediante dos modelos econométricos empleando diferentes variables, incluyendo los microdatos de patentes.

Con base en los resultados obtenidos se proponen las siguientes sugerencias de política pública, específicamente para Brasil, México, China e India, aunque se pueden extender a otros países emergentes:

- Desarrollar programas específicos de aprendizaje tecnológico a nivel nacional y por industrias, lo cuales se deben plasmar en las políticas de ciencia y tecnología. Esto teniendo en cuenta la naturaleza de los países emergentes, dado que son en gran medida importadores de conocimiento tecnológico producido en los países avanzados.
- Prestar especial atención a la formación del capital humano conforme a la estrategia de desarrollo tecnológico e industrial, debido a que son los individuos los agentes cruciales para la adopción, la asimilación, la adaptación y la mejora del conocimiento tecnológico.
- Brindar soporte a las empresas nacionales para que desarrollen sus capacidades de absorción de conocimiento y puedan llegar no sólo a dar respuestas adaptativas sino, también, creativas, es decir, que tengan la capacidad de desarrollar innovaciones incrementales y radicales.
- Cimentar un entramado institucional fuerte que promueva y facilite las relaciones entre los agentes relacionados con la generación de innovaciones, fomente los derrames de conocimiento y garantice la protección de las innovaciones con un fuerte sistema de propiedad intelectual, lo cual, además, atraerá a las empresas extranjeras.

- Procurar un ambiente favorable para el ingreso de empresas transnacionales, dada la importancia de la IED y las actividades de I+D por parte de estas empresas en la transferencia de conocimiento tecnológico.
- Considerar la importancia de elegir sectores tecnológicos estratégicos para el desarrollo industrial. Teniendo en cuenta que las capacidades tecnológicas en las clases donde un determinado país se especializa se pueden expandir hacia otras clases en la que no se cuenta con ventajas, por tanto las primeras serán una fuerza de empuje para el desarrollo tecnológico.
- Promover la cooperación entre los agentes, nacionales y extranjeros, en actividades de I+D, y fomentar la formación de equipos de inventores de mayor tamaño, dada la naturaleza de la actividad inventiva y su relación con las ventajas tecnológicas.

Para finalizar, nuestro trabajo deja algunas interrogantes para una agenda futura de investigación, las cuales son: ¿cómo se muestra la especialización tecnológica en otro grupo de países emergentes?, ¿los resultados serán diferentes si, además, se incluyen países desarrollados?, en ese sentido, ¿cuáles son las ventajas y desventajas tecnológicas de los 11 países que conforman el Tratado Integral y Progresista de Asociación Transpacífico? y ¿en qué medida la especialización tecnológica de estos países puede afectar el éxito del tratado y los resultados nacionales?

Sin lugar a dudas, el estudio de la especialización tecnológica puede ampliarse en muchas direcciones dada la importancia que tiene el componente tecnológico en el desempeño económico e industrial de los países.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Albuquerque, E. D. M. E. (2003, November). Immature systems of innovation: introductory notes about a comparison between South Africa, India, Mexico and Brazil based on science and technology statistics. In *Conferência Internacional de Sistemas de Inovação e Estratégias de Desenvolvimento para o Terceiro Milênio*.
- Alchian, A. A. (1950). Uncertainty, evolution, and economic theory. *Journal of political economy*, 58(3), 211-221.
- Alcorta, L., & Peres, W. (1998). Innovation systems and technological specialization in Latin America and the Caribbean. *Research Policy*, 26(7), 857-881.
- Alvarado, J. y Padilla, R. (2017) Política industrial y cambio estructural en México. *Políticas industriales*, 369
- Alvarez, I., & Molero, J. (2005). Technology and the generation of international knowledge spillovers: An application to Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 34(9), 1440-1452.
- Amiti, M. (1999). "Specialization patterns in Europe". *Weltwirtschaftliches Archiv*, 135(4), 573-593.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2001). Estadística para administración y economía (No. 311 A54Y). International Thomson.
- Anselin, L., Varga, A., & Acs, Z. J. (2000). Geographic and sectoral characteristics of academic knowledge externalities. *Papers in regional science*, 79(4), 435-443.
- Antonelli, C. (2017). *Endogenous innovation: The economics of an emergent system property*. Edward Elgar Publishing.
- Archibugi, D., & Coco, A. (2005). "Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice". *Research policy*, 34(2), 175-194.
- Archibugi, D., & Filippetti, A. (2010). The globalisation of intellectual property rights: four learned lessons and four theses. *Global Policy*, 1(2), 137-149.
- Archibugi, D., & Michie, J. (1995). The globalisation of technology: a new taxonomy. *Cambridge journal of Economics*, 19(1), 121-140.
- Archibugi, D., & Pianta, M. (1991). "Specialization and size of technological activities in industrial countries: The analysis of patent data". *Research Policy*, 21(1), 79-93.

- Archibugi, D., & Pianta, M. (1992). *The technological specialization of advanced countries: a report to the EEC on international science and technology activities*. Dordrecht: Kluwer Academic.
- Archibugi, D., Denni, M., & Filippetti, A. (2009). The technological capabilities of nations: The state of the art of synthetic indicators. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(7), 917-931.
- Arocena, R., & Sutz, J. (2000). Looking at national systems of innovation from the South. *Industry and Innovation*, 7(1), 55-75.
- Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (1996). Innovative clusters and the industry life cycle. *Review of industrial organization*, 11(2), 253-273.
- Bagwell, K., & Staiger, R. W. (1989). The role of export subsidies when product quality is unknown. *Journal of International Economics*, 27(1), 69-89.
- Bajo, O. (1991). *Teorías del comercio internacional*. Antoni Bosch editor.
- Bajwa, G. S. (2003). ICT policy in India in the era of liberalization: Its impact and consequences. *Global built environment review*, 3(2), 49-61.
- Balassa, B. (1965). "Trade liberalisation and "revealed" comparative advantage". *The Manchester School*, 33(2), 99-123.
- Balassa, B. A., & Noland, M. (1988). *Japan in the world economy*. Peterson Institute.
- Banco Central de Brasil (2015). Recuperado de: <http://www.bcb.gov.br/pt-br#!/home> [fecha de consulta: junio de 2018].
- Banco Mundial (2016). Doing Business 2016. *Going beyond efficiency*. Washington: World Bank Group.
- Banco Mundial. *Datos de libre acceso del Banco Mundial*. Recuperado de: <https://datos.bancomundial.org/> [fecha de consulta: junio de 2018].
- Bardhan, P. K. (1971). On optimum subsidy to a learning industry: An aspect of the theory of infant-industry protection. *International Economic Review*, 54-70.
- Basberg, B. L. (1987). Patents and the measurement of technological change: a survey of the literature. *Research policy*, 16(2-4), 131-141.
- Bastos, V. D. (2012). 2000-2010: uma década de apoio federal à inovação no Brasil. *Revista do BNDES, Rio de Janeiro*, (37), 127-175.

- Becattini, G. (2002). Del distrito industrial marshalliano a la "teoría del distrito" contemporánea: una breve reconstrucción crítica. *Investigaciones regionales*, (1), 9-32.
- Bell, M., & Pavitt, K. (1992). Accumulating technological capability in developing countries. *The World Bank Economic Review*, 6(suppl_1), 257-281.
- Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The development of technological capabilities. *Trade, technology and international competitiveness*, 22(4831), 69-101.
- Bennato, A. R., & Magazzini, L. (2011). *International cooperation in the pharmaceutical industry*. University of Verona (No. 62). Department of Economics Working Paper Series.
- Berumen, S. A. (2009). Evaluación de las reformas del Consenso de Washington en Brasil y México. *comercio exterior*, 59(9).
- Birkinshaw, J., & Hood, N. (1998). Multinational subsidiary evolution: Capability and charter change in foreign-owned subsidiary companies. *Academy of management review*, 23(4), 773-795.
- Bonelli, R. (1997). Política industrial en Brasil: intención y resultados. *Políticas de competitividad industrial. América Latina y el Caribe en los años noventa. Siglo XXI, México*, 37-77.
- Brander, J., & Spencer, B. (1992). Tariff protection and imperfect competition. *Imperfect competition and international trade*, 107-119.
- Breschi, S., & Malerba, F. (1997). Sectoral innovation systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*, 130-156.
- Breschi, S., & Tarasconi, G. (2013). The technological profile and specialization pattern of countries. *European Commission*.
- Breschi, S., Malerba, F., & Orsenigo, L. (2000). Schumpeterian patterns of innovation and technological regimes. *The Economic Journal*, 110(463), 388-410.
- Brid, J. C. M., & Ros, J. (2004). Instituciones y desarrollo económico: la relación Estado-mercado en México desde una perspectiva histórica. *Revista Mexicana de Sociología*, 157-179.
- Brown, R., & Raines, P. (2000). The changing nature of foreign investment policy in Europe: from promotion to management. *Regions, Globalization and the Knowledge-Based Economy*, Oxford University Press, Oxford.

- Byerlee, D., Chaves Campos, L., Sain, G., Sawaya Jank, M., Garbarina, P., Meloni Nassar, A., ... & Cano, C. G. (1998). Inversión extranjera directa en América Latina: la perspectiva de los principales inversores (No. E13 51). BID, Madrid (España). Instituto de Relaciones Europeo-Latinoamericanas, Madrid (España).
- Canals, J. (1994). *La internacionalización de la empresa: cómo evaluar la penetración en mercados exteriores* (No. 658.4/C21i).
- Cantwell, J. (1995). The globalisation of technology: what remains of the product cycle model?. *Cambridge journal of economics*, 19, 155-155.
- Cantwell, J., & Iammarino, S. (2000). Multinational corporations and the location of technological innovation in the UK regions. *Regional Studies*, 34(4), 317-332.
- Cantwell, J., & Molero, J. (Eds.). (2003). *Multinational enterprises, innovative strategies and systems of innovation*. Edward Elgar Publishing.
- Cantwell, J., & Piscitello, L. (2000). Accumulating technological competence: its changing impact on corporate diversification and internationalization. *Industrial and corporate change*, 9(1), 21-51.
- Cantwell, J., & Vertova, G. (2004). Historical evolution of technological diversification. *Research Policy*, 33(3), 511-529
- Carlsson, B. (2006). Internationalization of innovation systems: A survey of the literature. *Research policy*, 35(1), 56-67.
- Carlsson, B., & Stankiewicz, R. (1991). On the nature, function and composition of technological systems. *Journal of evolutionary economics*, 1(2), 93-118.
- Carlsson, B., Jacobsson, S., Holmén, M., & Rickne, A. (2002). Innovation systems: analytical and methodological issues. *Research policy*, 31(2), 233-245.
- Carrillo, J. (1990). Maquilización de la industria automotriz en México. De la industria terminal a la industria de ensamble. *La nueva era de la industria automotriz en México, El Colegio de la Frontera Norte, Tijuana*, 67-114.
- Carrillo, J., Gomis, R., & Bensusán, G. (2017). The paths of innovation and inclusion in multinational enterprises operating in Mexico. *Sociologias*, 19(46), 198-227
- Casalet M., y González, E. L. (2003). *Políticas científicas y tecnológicas en México evaluación e impacto* (No. 301 S4/2).

- Castellacci, F. (2008). Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. *Research Policy*, 37(6-7), 978-994.
- Castellacci, F., & Natera, J. M. (2013). The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capacity. *Research Policy*, 42(3), 579-594.
- Castells, M. (2006). Globalisation and identity. *notes & comments*.
- Cefis E. (1996). Is there any persistence in innovative activities? Discussion Paper no. 6/1996, University of Trento, Trento.
- Cefis E. (1999). Persistence in innovative activities. An empirical analysis. Ph.D. Thesis, European University Institute, Florence.
- Cefis, E., & Orsenigo, L. (2001). The persistence of innovative activities: A cross-countries and cross-sectors comparative analysis. *Research Policy*, 30(7), 1139-1158.
- CEPAL, N. (2017). La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe 2017.
- CEPAL. (2012) *Cambio estructural para la igualdad. Una visión integrada del desarrollo*.
- Chaddad, F. R., & Jank, M. S. (2006). The evolution of agricultural policies and agribusiness development in Brazil. *Choices*, 21(2), 85-90.
- Chamorro, A. I. S. (2008). El proceso de reforma económica de China y su adhesión a la OMC. *Pecunia*, (7), 257.
- Chang, H. J. (1997). Institutional structure and economic performance: some theoretical and policy lessons from the experience of the Republic of Korea. *Asia Pacific Development Journal*, 4(1), 39-56.
- Chang, H. J., & Amsden, A. H. (1994). *The political economy of industrial policy* (p. 112). London: Macmillan.
- Chen, Y. (2009). Improving the Indigenous Innovation Capabilities in Chinese Enterprises through Open Innovation [J]. *Science of Science and Management of S. & T*, 4, 017.
- Cheng, J. L., & Bolon, D. S. (1993). The management of multinational R&D: a neglected topic in international business research. *Journal of International Business Studies*, 24(1), 1-18.
- Chiesa, V. (1996). Managing the internationalization of R&D activities. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 43(1), 7-23.
- Chow, G. C. (2015). *China's economic transformation*. John Wiley & Sons.

- Cimolí, M. (2008). Las políticas tecnológicas en América Latina: una revisión crítica. *Ciencia, Tecnología y Innovación. Hacia una agenda de política pública*.
- Cimoli, M., Dosi, G., Nelson, R. R., & Stiglitz, J. E. (2009). Institutions and policies in developing economies. *Chapter 12* en “Handbook of innovation systems and developing countries: building domestic capabilities in a global setting”. Edward Elgar Publishing.
- Ciro, M. B. (2016). *Estadística básica aplicada*. Ecoe Ediciones.
- Claro, S. (2003). *25 años de reformas económicas en China: 1978-2003* (No. 239).
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and Learning: The Two Faces of R&D. *Economic Journal*, 99(397), 569-96.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 128-152.
- Comanor, W. S., & Scherer, F. M. (1969). “Patent statistics as a measure of technical change”. *The Journal of Political Economy*, 392-398.
- Contreras, Ó. F., & Munguía, L. F. (2007). Evolución de las maquiladoras en México: Política industrial y aprendizaje tecnológico. *Región y sociedad*, 19(SPE), 71-87.
- Cooke, P., Uranga, M. G., & Etxebarria, G. (1997). Regional innovation systems: Institutional and organisational dimensions. *Research policy*, 26(4), 475-491.
- Coriat, B., & Weinstein, O. (1995). Les nouvelles théories de la firme. *Le Livre de Poche, Paris*.
- Cornejo, R. (1985). Las zonas económicas especiales ¿maquiladoras en China?. *Estudios de Asia y África*, 20(3 (65), 444-469.
- Cornejo, R. (2005). México y la competitividad de China. *China y América Latina: Nuevos Enfoques sobre Cooperación y Desarrollo. ¿ Una segunda Ruta de la Seda*, 235-268.
- Criscuolo, P., Narula, R., & Verspagen, B. (2005). Role of home and host country innovation systems in R&D internationalisation: a patent citation analysis. *Economics of Innovation and New Technology*, 14(5), 417-433.
- Da Motta Veiga, P. (2003). Brasil: Retos de la política industrial y comercial de principios del siglo XXI. *INFORMACION COMERCIAL ESPANOLA-MONTHLY EDITION-*, 127-136.
- Dahlman, C. J. (1993). National Systems Supporting Technical Advance in Industry: The Brazilian. *National innovation systems: A comparative analysis*, 414.

- Dahlman, C. J., Ross-Larson, B., & Westphal, L. E. (1987). Managing technological development: lessons from the newly industrializing countries. *World development*, 15(6), 75
- Darwin, C. (1968). On the origin of species by means of natural selection. 1859. London: Murray Google Scholar.
- Dasgupta, P., & Stiglitz, J. (1980). Uncertainty, industrial structure, and the speed of R&D. *The Bell Journal of Economics*, 1-28.
- Datos de las Encuestas de empresas del Banco Mundial. Disponible en: <http://espanol.enterprisesurveys.org/data> [fecha de consulta: junio de 2018].
- De la Dehesa, G. (2002). *Comprender la globalización*, Madrid, Alianza Editorial.
- De Maria y Campos (2000). Mauricio, "Necesidad de una nueva política industrial para el México del siglo XXI". Centro Lindavista, México.
- Devlin, R., & Moguillansky, G. (2013). What's new in the new industrial policy in Latin America?. In *The Industrial Policy Revolution I* (pp. 276-317). Palgrave Macmillan, London.
- Di Minin, A., & Bianchi, M. (2011). Safe nests in global nets: Internationalization and appropriability of R&D in wireless telecom. *Journal of International Business Studies*, 42(7), 910-934.
- Doloreux, D., & Parto, S. (2005). Regional innovation systems: Current discourse and unresolved issues. *Technology in society*, 27(2), 133-153.
- Dosi, G. (1984). *Technical change and industrial transformation: the theory and an application to the semiconductor industry*. Springer.
- Dosi, G. (1988). "Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation". *Journal of economic literature*, 1120-1171.
- Dosi, G. (1991). Una reconsideración de las condiciones y los modos del desarrollo: una perspectiva "evolucionista" de la innovación, el comercio y el crecimiento. *Pensamiento iberoamericano*, (20), 167-192.
- Dosi, G. (1997). Opportunities, incentives and the collective patterns of technological change. *The economic journal*, 107(444), 1530-1547.

- Dosi, G. (2008). La interpretación evolucionista de las dinámicas soio económicas. *Las nuevas economías. De la economía evolucionista a la economía cognitiva: Más allá de las fallas de la teoría neoclásica*, 29-44.
- Dosi, G., & Nelson, R. R. (1994). An introduction to evolutionary theories in economics. *Journal of evolutionary economics*, 4(3), 153-172.
- Drucker, P. F. (1984). The discipline of innovation. *Harvard business review*, 63(3), 67-72.
- Dunning, J. H. (1992). The competitive advantage of countries and the activities of transnational corporations. *Transnational corporations*, 1(1), 135-168.
- Dunning, J. H. (1998). Location and the multinational enterprise: a neglected factor?. *Journal of international business studies*, 29(1), 45-66.
- Durán, J. J. (2004). Empresa multinacional e inversión directa española en el exterior. *Universia Business Review*, (3).
- Dutrénit, G., Vera-Cruz, A. O., & Navarro, A. A. (2003). “Diferencias en el perfil de acumulación de capacidades tecnológicas en tres empresas mexicanas”. *El trimestre económico*, 109-165.
- Eaton, J., & Kortum, S. (1999). International technology diffusion: Theory and measurement. *International Economic Review*, 40(3), 537-570.
- Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter, 107.
- Escorsa P. y Valls, J. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa*. Politex, edición UPC. Barcelona.
- Estudios y Documentos de Política Científica en ALC. Disponible en: <http://spin.unesco.org.uy/> [fecha de consulta: junio de 2018].
- European Commission, Directorate-general for enterprise and industry, Global Innovation Scoreboard 2006 Report, Brussels, 2007.
- Evenett, S. (2003). Study on issues relating to a possible multilateral framework on competition policy. *World Trade Organization, Working Group on the Interaction between Trade and Competition Policy*.
- Fagerberg, J. (2000). “Technological progress, structural change and productivity growth: a comparative study”. *Structural change and economic dynamics*, 11(4), 393-411.

- Fagerberg, J., & Srholec, M. (2008). National innovation systems, capabilities and economic development. *Research policy*, 37(9), 1417-1435.
- Fernández, E., (1996). *Innovación, Tecnología y Alianzas Estratégicas*. Editorial Civitas, Madrid.
- Fondo Monetario Internacional (2009). *Manual de Balanza de Pagos y Posición de Inversión Internacional*. Disponible en: <https://www.imf.org/external/spanish/pubs/ft/bop/2007/bopman6s.pdf> [fecha de consulta: junio de 2018].
- Freeman, C., (1997). “The national system of innovation in historical perspective” en Archibugi, D., Michie, J. (Eds.), *Technology, Globalization and Economic Performance*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Frenkel, R. (2003). Globalización y crisis financieras en América Latina. *Revista de la CEPAL*.
- Fu, X. (2015). *China's Path to Innovation*. Cambridge University Press.
- Fu, X. & Xiong, H. (2011). Open innovation in China: Policies and practices. *Journal of Science and Technology Policy in China*, 2(3), 196-218.
- García, J. y E. Romero, (2010). “Efectos de la inversión en I+D sobre el crecimiento empresarial” en *Revista de globalización, competitividad y globalización*, 4(2).
- Gay, C., Le Bas, C., Patel, P., & Touach, K. (2005). The determinants of patent citations: an empirical analysis of French and British patents in the US. *Economics of Innovation and New Technology*, 14(5), 339-350.
- Gebauer, H., Worch, H., & Truffer, B. (2012). Absorptive capacity, learning processes and combinative capabilities as determinants of strategic innovation. *European Management Journal*, 30(1), 57-73.
- Gee, S. (1993). National systems supporting technical advance in industry: the case of Taiwan. *National innovation systems: A comparative analysis*, 384.
- Geisler, E. (1995). Industry–university technology cooperation: a theory of inter-organizational relationships. *Technology Analysis & Strategic Management*, 7(2), 217-229.
- Gerybadze, A., & Reger, G. (1999). Globalization of R&D: recent changes in the management of innovation in transnational corporations. *Research policy*, 28(2-3), 251-274.
- Giannitsis, T., & Kager, M. (2009). “Technology and specialization: Dilemmas, options and risks”. *Expert group Knowledge for Growth*.

- Gilpin, R., & Gilpin, J. M. (2001). *Global political economy: Understanding the international economic order*. Princeton University Press.
- Glac, K. y Cantwell, J. (2004). La estrategia tecnológica de las empresas multinacionales y el desarrollo de capacidades tecnológicas locales. *Cuadernos de economía y dirección de la empresa*, (20), 83-102.
- Globerman, S. (1997). Transnational corporations and international technological specialization. *Transnational Corporations*, 6, 95-114.
- Godinho, M., & Fagerberg, J. (2005). Innovation and Catching-up. *chap, 19*, 514-543.
- Goldar, B. (1986). Import substitution, industrial concentration and productivity growth in Indian manufacturing. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 48(2), 143-164.
- González, J. y Meza, J. S. (2009). Shenzhen, zona económica especial: bisagra de la apertura económica y el desarrollo regional chino. *Problemas del desarrollo*, 40(156), 101-124.
- Gordon, A. (2016). Políticas e instrumentos en ciencia, tecnología e innovación. Un panorama sobre los desarrollos recientes en América Latina.
- Görg, H., & Strobl, E. (2001). Multinational companies and productivity spillovers: A meta-analysis. *The economic journal*, 111(475), 723-739.
- Graham, E. M. (2005). Do export processing zones attract FDI and its benefits? Experience from China and lessons for Russia. In *Internationalization and Economic Policy Reforms in Transition Countries* (pp. 251-272). Springer Berlin Heidelberg.
- Griliches, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: A survey part i. *NBER working paper*, 3301(Part I).
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). Quality ladders in the theory of growth. *The Review of economic studies*, 58(1), 43-61.
- Gu, S. (1999). *Implications of National Innovation Systems for Developing Countries: managing change and complexity in economic development* (No. 03). United Nations University-INTECH.
- Guerras, L. Á. y Navas, J. E. (2007). La dirección estratégica de la empresa. Teoría y aplicaciones.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2011). *Econometría Básica-5*. AMGH Editora.
- Guzmán, A. (2014). Propiedad intelectual y capacidades de innovación en la industria farmacéutica de Argentina, Brasil y México. *Barcelona: Gedisa-UAM*.

- Guzmán, A., & Toledo, A. (2005). Competitividad manufacturera de México y China en el mercado estadounidense. *Economía unam*, 2(4), 94-137.
- Guzmán, A., & Zúñiga, M. P. (2004). Patentes en la industria farmacéutica de México: los efectos en la investigación, el desarrollo y en la innovación. *Comercio Exterior*, 54(12), 1104-1121.
- Hall, B. H., Jaffe, A. B., & Trajtenberg, M. (2001). *The NBER patent citation data file: Lessons, insights and methodological tools* (No. w8498). National Bureau of Economic Research.
- Hausmann, R., & Hidalgo, C. S. A. (2013). *The Atlas of Economic Complexity: Mapping paths to prosperity* (Updated edition).
- Heckscher, EF, y Ohlin, BG (1991). *Teoría del comercio de Heckscher-Ohlin*. El MIT Press.
- Heijs, J. (2001). *Sistemas nacionales y regionales de innovación y política tecnológica: una aproximación teórica*. Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid.
- Heilmann, S., & Shih, L. (2013). The rise of industrial policy in China, 1978-2012. *Harvard Yenching Institute*.
- Holland, M., y Porcile, G. (2005). “Brecha tecnológica y crecimiento en América Latina”. *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*, 40.
- Hymer, S. (1960). 1976. *The international operations of national firms: A study of direct foreign investment*.
- Informe Sobre las Inversiones en el Mundo, 2015. http://unctad.org/es/PublicationsLibrary/wir2015overview_es.pdf [fecha de consulta: junio de 2018].
- Intarakumnerd, P., Chairatana, P. A., & Tangchitpiboon, T. (2002). National innovation system in less successful developing countries: the case of Thailand. *Research policy*, 31(8), 1445-1457.
- Intxaurburu, M. y Ozerin, L. (1996). *El sistema de innovación de la CAPV*. V Jornadas de Economía Crítica. Santiago
- Jaffe AB (1986) Technological opportunity and spillovers of R&D: evidence from firms' patents, profits, and market value. *American Economic Review* 76: 984–1001

- Jaffe, A. B. (1989). Characterizing the “technological position” of firms, with application to quantifying technological opportunity and research spillovers. *Research Policy*, 18(2), 87-97.
- Jaffe, A. B., & Trajtenberg, M. (1999). International knowledge flows: evidence from patent citations. *Economics of Innovation and New Technology*, 8(1-2), 105-136
- Jaffe, A. B., & Trajtenberg, M. (2002). *Patents, citations, and innovations: A window on the knowledge economy*. MIT press.
- Jaffe, A. B., Trajtenberg, M., & Henderson, R. (1992). *Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations* (No. w3993). National Bureau of Economic Research.
- Johnson, B., & Lundvall, B. A. (2000). Promoting innovation systems as a response to the globalising learning economy. *CASSIOLATO, JE; LASTRES, HMM Arranjos e sistemas produtivos locais e as novas políticas de desenvolvimento industrial e tecnológico. Rio de Janeiro: IE/UFRJ.*
- Johnson, C. (ed.), (1984), *The Industrial Policy Debate*, San Francisco Institute for Contemporary Studies.
- Joshi, V., & Little, I. D. (1996). India's economic reforms, 1991-2001. *OUP Catalogue*.
- Katz, J. M. (Ed.). (1987). *Technology generation in Latin American manufacturing industries*. Springer.
- Keller, W. (2004). International technology diffusion. *Journal of economic literature*, 42(3), 752-782.
- Ketels, C. H. (2007). Industrial policy in the United States. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 7(3-4), 147-167.
- Khilnani, S. (2014). *Nonalignment 2.0: A Foreign and Strategic Policy for India in the 21st Century*. Penguin UK.
- Khramova, E., Meissner, D., & Sagieva, G. (2013). Statistical patent analysis indicators as a means of determining country technological specialisation.
- Kim, H. K., & Ma, J. (1997). The role of government in acquiring technological capability: The case of the Petrochemical industry in East Asia. *The Role of Government in East Asian Economic Development: Comparative Institutional Analysis*, 101-133.

- Kim, L. (2000). Korea's national innovation system in transition. *Technology, learning and innovation: experiences of newly industrializing economies*, 335-360.
- Kim, L. (2001). La dinámica del aprendizaje tecnológico en la industrialización. *Seúl, Edit. Universidad de Korea*.
- Klevorick, A. K., Levin, R. C., Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1995). On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. *Research policy*, 24(2), 185-205.
- Klimenko, M. M. (2004). Industrial targeting, experimentation and long-run specialization. *Journal of Development Economics*, 73(1), 75-105.
- Kuemmerle, W. (1997). Building effective R&D capabilities abroad. *Harvard business review*, 75, 61-72.
- Kuramoto, J. (2007). "Sistemas de innovación tecnológica". En *GRADE: Investigación, políticas y desarrollo en el Perú*, 103-13
- Kwoka Jr, J. E. (1985). The Herfindahl index in theory and practice. *Antitrust Bull.*, 30
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World development*, 20(2), 165-186.
- Lall, S. (2003). Reinventing industrial strategy: The role of government policy in building industrial competitiveness.
- Lall, S., & Narula, R. (2004). Foreign direct investment and its role in economic development: do we need a new agenda?. *The European Journal of Development Research*, 16(3), 447-464.
- Landesmann, M. (1992), "Industrial policies and social corporatism", in Pekkarinen, Pohjola and Rowthorn (eds.), *Social Corporatism*, Oxford Clarendon Press.
- Laplane, M. y Laplane, A. (2017). V. Planes industriales y los desafíos del desarrollo sostenible en Brasil. *Políticas industriales*, 133.
- Laplane, M., & Sarti, F. (1997). Competition, policy and growth in the brazilian automobile industry. *Campinas: UNICAMP.(Mimeo)*.
- Latham, W. R., Le Bas, C., & Volodin, D. (2012). Mobility, Productivity and Patent Value for Asian Prolific Inventors: China, Japan, Korea and Taiwan, 1975-2010.

- Lau, A. K., & Lo, W. (2015). Regional innovation system, absorptive capacity and innovation performance: An empirical study. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 99-114.
- Lavezzi, A. (2003). Smith, Marshall and Young on division of labour and economic growth. *European Journal of the History of Economic Thought*, 10(1), 81-108.
- Le Bas, C., & Sierra, C. (2002). 'Location versus home country advantages' in R&D activities: some further results on multinationals' locational strategies. *Research policy*, 31(4), 589-609.
- León Darder, F., & Plá Barber, J. (2004). Dirección de Empresas Internacionales.
- López, G. C. (2006). La inversión extranjera directa: China como competidor y socio estratégico. *Nueva Sociedad*, 203, 114-127.
- Lundvall, B. A. (2004). Why the new economy is a learning economy. *Economia e politica industriale. Fascicolo 117, 2003*, (117), 1000-1013.
- Lundvall, B. Å. (2007). National innovation systems—analytical concept and development tool. *Industry and innovation*, 14(1), 95-119.
- Lundvall, B. A. (Ed.), (1992). *National Systems of Innovations*. Pinter, London.
- Maldonado Carbajal, K., Guzmán, A., & Peredo, F. D. J. (2015). La actividad inventiva de las mujeres en Brasil, 1997-2013. *Economía: teoría y práctica*, (SPE3), 53-81.
- Malerba, F. (1999). Sectoral systems of innovation and production. DRUID Conference.
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research policy*, 31(2), 247-264.
- Malerba, F., & Montobbio, F. (2003). "Exploring factors affecting international technological specialization: the role of knowledge flows and the structure of innovative activity". *Journal of evolutionary economics*, 13(4), 411-434.
- Malerba, F., & Nelson, R. (2011). Learning and catching up in different sectoral systems: evidence from six industries. *Industrial and Corporate Change*, 20(6), 1645-1675.
- Malerba, F., & Orsenigo, L. (1996). The dynamics and evolution of industries. *Industrial and Corporate change*, 5(1), 51-87.
- Malerba, F., & Orsenigo, L. (1997). Technological regimes and sectoral patterns of innovative activities. *Industrial and corporate change*, 6(1), 83-118.

- Malerba, F., & Orsenigo, L. (2000). Knowledge, innovative activities and industrial evolution. *Industrial and corporate change*, 9(2), 289-314.
- Malerba, F., Mancusi, M. & Montobbio F. (2001). “The Determinants of Technological Specialisation and its Dynamics”. *Working Paper CESPRI*.
- Malerba, F., Nelson, R., Orsenigo, L., & Winter, S. (1999). 'History-friendly' models of industry evolution: the computer industry. *Industrial and corporate change*, 8(1), 3-40.
- Malerba, F., Orsenigo, L., & Peretto, P. (1997). Persistence of innovative activities, sectoral patterns of innovation and international technological specialization. *International Journal of Industrial Organization*, 15(6), 801-826.
- Malmberg, A., & Maskell, P. (1997). Towards an explanation of regional specialization and industry agglomeration. *European planning studies*, 5(1), 25-41.
- Mancusi, M. L. (2001). “Technological specialization in industrial countries: Patterns and dynamics”. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 137(4), 593-621.
- Mancusi, M. L. (2003). “Geographical concentration and the dynamics of countries' specialization in technologies”. *Economics of Innovation and New Technology*, 12(3), 269-291.
- Marcovitch, J., (1990): Política industrial e tecnológica no Brasil: uma avaliação preliminar, *Pensamiento Iberoamericano*, N° 17, Madrid, Instituto de Cooperación Iberoamericana (ICI)/ Sociedad Estatal Quinto Centenario, enero.-junio.
- Marshall, A. (1919). Industry and Trade. *History of Economic Thought Books*.
- Máttar, J., & Peres, W. (1997). Política industrial y de comercio exterior en México. *En: Políticas de competitividad industrial: América Latina y el Caribe en los años noventa-México, DF: Siglo Veintiuno, 1997-p. 219-261.*
- Maurseth, P. B., & Verspagen, B. (2002). Knowledge spillovers in Europe: a patent citations analysis. *The Scandinavian journal of economics*, 104(4), 531-545.
- Metcalfe, S., & Ramlogan, R. (2008). Innovation systems and the competitive process in developing economies. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 48(2), 433-446.
- Meuer, J., Rupietta, C., & Backes-Gellner, U. (2015). *Layers of co-existing innovation systems* (No. 0105). University of Zurich, Institute for Strategy and Business Economics (ISU).

- Ministerio de Comercio de China (2015). Recuperado de: <http://spanish.mofcom.gov.cn/article/estadistica/> [fecha de consulta: junio de 2018].
- Ministerio de Comercio e Industria de India (2015). Recuperado de: <http://commerce.gov.in/> [fecha de consulta: junio de 2018].
- Miozzo, M. (2002). Sectoral specialisation in east Asia and Latin america compared. *Brazilian Journal of Political Economy*, 22(4), 48-68.
- Molero, J., & Garcia, A. (2008). The innovative activity of foreign subsidiaries in the Spanish Innovation System: An evaluation of their impact from a sectoral taxonomy approach. *Technovation*, 28(11), 739-757.
- Morales, R. y Sifontes, D. (2011). Especialización Tecnológica en América Latina: 1976-2011. Recuperado de: <http://www.goo.gl/ZUKXMW> [fecha de consulta: junio de 2018].
- Moreno Brid, J. C., Rivas Valdivia, J. C., & Santamaría, J. (2005). *Mexico: Economic growth, exports and industrial performance after NAFTA* (No. 42). Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Morina, R., Paci, R., & Usai, S. (2006). Importancia de la proximidad geográfica y tecnológica en la difusión de la innovación: las regiones europeas. *Papeles de Economía Española*, (107), 96-115.
- Mowery, D. C., & Nelson, R. R. (Eds.). (1999). *Sources of industrial leadership: studies of seven industries*. Cambridge University Press.
- Mowery, D., & Rosenberg, N. (1979). The influence of market demand upon innovation: a critical review of some recent empirical studies. *Research policy*, 8(2), 102-153.
- Myers, S., & Marquis, D. G. (1969). Successful industrial innovations. A study of factors underlying innovation in selected firms.
- Nair, A., Guldiken, O., Fainshmidt, S., & Pezeshkan, A. (2015). Innovation in India: A review of past research and future directions. *Asia Pacific Journal of Management*, 32(4), 925-958.
- Narula, R. (2004). Understanding absorptive capacities in an "innovation systems" context: consequences for economic and employment growth.
- Narula, R., & Guimón, J. (2009, December). The contribution of multinational enterprises to the upgrading of national innovation systems in the EU new member states: policy implications. In *Paper submitted to the OECD Global Forum on International Investment, Investment Division, Global Forum VIII on International Investment, Session* (Vol. 2).

- Nassif, A. (2007). *National innovation system and macroeconomic policies: Brazil and India in comparative perspective* (No. 184). United Nations Conference on Trade and Development.
- Nayak, A. (2008). *Multinationals in India: FDI and complementation strategy in a developing country*. Springer.
- Nayar, B. R. (2001). *Globalization and nationalism: the changing balance in India's economic policy, 1950-2000*. Sage Publications Pvt. Ltd.
- Nelson, R. R. (1993). National innovation systems: A comparative study.
- Nelson, R. R. (1995). Recent evolutionary theorizing about economic change. *Journal of economic literature*, 33(1), 48-90.
- Nelson, R. R., & Rosenberg, N. (1993). Technical innovation and national systems. *National innovation systems: A comparative analysis*, 1, 3-21.
- Nelson, R. y S. Winter, (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge y Londres, Harvard University Press.
- Neumann, R. A. (2007). Las empresas multinacionales en la globalización. Relaciones con los Estados/Multinationals and globalization: relationships with States. *Estudios internacionales*, 59-99.
- Niosi, J. (2010). *Building national and regional innovation systems: institutions for economic development*. Edward Elgar Publishing.
- Noland, M. (2007). Industrial Policy, Innovation Policy, and Japanese Competitiveness. *Peterson Institute for International Economics*.
- Nomaler, Ö. & B. Verspagen, (2007). “Knowledge Flows, Patent Citations and the Impact of Science on Technology” en *UNU-MERIT Working Papers*, 022.
- O Estado De S. Paulo (1979). Recuperado de: <https://acervo.estadao.com.br/> [fecha de consulta: junio de 2018].
- OCDE (2008). Benchmark Definition of Foreign Direct Investment – OECD. Recuperado de: <https://www.oecd.org/daf/inv/investmentstatisticsandanalysis/40193734.pdf> [fecha de consulta: junio de 2018].
- OECD Organisation for Economic Co-operation and Development. (1987). *Structural adjustment and economic performance*. na.

- Orozco, J. M. (2009). La creación de zonas económicas especiales en China: impactos positivos y negativos en su implementación. *Portes, Revista Mexicana de Estudios Sobre la Cuenca del Pacífico*, (6), 69-86.
- Pacheco, C. A. (2003). As reformas da política nacional de ciência, tecnologia e inovação no Brasil (1999-2002). *Santiago: Cepal*.
- Pack, H., & Saggi, K. (2006). *The case for industrial policy: a critical survey*. The World Bank.
- Padilla, A. (2016). El continente dormido: Una salida al sopor de América Latina. Penguin Random House Grupo Editorial Argentina.
- Papanastassiou, M., & Pearce, R. D. (1999). *Multinationals, Technology, and National Competitiveness*. Edward Elgar Pub.
- Patel, P., & Pavitt, K. (1995). The localized creation of global technological advantage. *Technological innovation, multinational corporations and new international competitiveness: The case of intermediate countries*, 59-74.
- Patel, P., & Vega, M. (1999). Patterns of internationalisation of corporate technology: location vs. home country advantages¹. *Research policy*, 28(2-3), 145-155.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research policy*, 13(6), 343-373.
- Peneder, M. (2003). "Industrial structure and aggregate growth". *Structural change and economic dynamics*, 14(4), 427-448.
- Peres Núñez, W. (2006). The slow comeback of industrial policies in Latin America and the Caribbean. *Cepal Review*.
- Pérez, R. L. (2013). Experiencias generales aportadas por las relaciones agrarias en China entre 1949-1978. Antecedentes inmediatos en la articulación de un nuevo y particular modelo de reforma agraria en el gigante asiático. *Temas de Economía Mundial Consejo de Redacción*, 139.
- Perroux. (1955). Note sur la notion de pôle de croissance. *Economie appliquée*, 1-2.
- Pianta, M., & Melicani, V. (1996). Technological specialization and economic performance in OECD countries. *Technology Analysis & Strategic Management*, 8(2), 157-174.
- Picci, L. (2010). The internationalization of inventive activity: A gravity model using patent data. *Research Policy*, 39(8), 1070-1081.

- Picci, L., & Savorelli, L. (2012, November). Internationalized R&D activities and technological specialization: An analysis of patent data. In *conference "Patent data for decision makers"*, Paris (pp. 28-29).
- Picci, L., & Savorelli, L. (2013). The technological specialization of countries: an analysis of patent data.
- Pinder, J. (1982). Causes and kinds of industrial policy. *National Industrial Strategies and the World Economy*, Croom Helm, London.
- Pinheiro, M., Ferreira, P., Pessoa, S & Schymura, L. (2007). "Does Brazil Need an Industrial Policy?". EPGE/FGV
- Plascencia, J. M. O. (2015). La creación de zonas económicas especiales en China: impactos positivos y negativos en su implementación. *PORTES, revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, 3(6), 69-86.
- Porter, M. (2007). La ventaja competitiva de las naciones. *Harvard business review*, 85(11), 69-95.
- Porter, M. E. (1991). *La ventaja competitiva de las naciones* (Vol. 1025). Buenos Aires: Vergara.
- Porter, M. E., & Stern, S. (1999). New challenge to America's prosperity.
- Primi, A., & Peres Núñez, W. (2009). *Theory and practice of industrial policy: evidence from the Latin American experience*(No. 187). Naciones Unidas Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Proudman, J., & Redding, S. (1998). *Persistence and mobility in international trade*. London: Centre for Economic Policy Research.
- Proudman, J., & Redding, S. (2000). Evolving patterns of international trade. *Review of international economics*, 8(3), 373-396.
- Quenan, C. (2013). América latina frente a la crisis económica internacional: buena resistencia global y diversidad de situaciones nacionales. *IdeAs. Idées d'Amériques*, (4).
- Quintero, L. J. (2010). Aportes teóricos para el estudio de un sistema de innovación. *Innovar*, 20(38), 57-76.
- Ramírez, S. M. (2004). La dependencia tecnológica en México. *Economía informa*, 330, 73-citation_lastpage.
- Ricardo, D. (1985). *Principios de economía política y tributación (1817)*. Orbis.

- Rodríguez Herrera, A., & Alvarado, H. (2008). *Claves de la innovación social en América Latina y el Caribe*. Cepal.
- Rodrik, D. (1996). Coordination failures and government policy: A model with applications to East Asia and Eastern Europe. *Journal of international economics*, 40(1), 1-22.
- Rodrik, D. (2004). *Industrial policy for the twenty-first century*.
- Romer, P. M. (1990). "Endogenous technological change". *Journal of political Economy*, S71-S102.
- Rosales, L. (2010). *Técnicas de medición económica*. Universidad Nacional de Piura. Castilla.
- Ross, A. (2007). *Fast boat to China: high-tech outsourcing and the consequences of free trade: lessons from Shanghai*. Vintage.
- Ruiz, A. (2005). Empresas multinacionales, especialización tecnológica y convergencia en países 'catching-up': América Latina. *Economía e Sociedade*, 14(1), 24.
- Ruiz, A. (2013a) "Especialización tecnológica, captura y formación de competencias bajo integración de mercados: comparación entre Asia y América Latina". *Economía e Sociedade (UNICAMP. Impreso)*, (22), 641-667
- Ruiz, A. (2013b). "The 'technological' dimension of structural change under market integration". *Structural Change and Economic Dynamics*, 27, 1-18.
- Ruiz, A. U. (2008). Especialización y convergencia tecnológica en América Latina: El papel de las empresas multinacionales. *Desarrollo Económico*, 119-139.
- Sacristán, E. (2006). Las privatizaciones en México. *Economía UNAM*, 3(9), 54-64. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-952X2006000300004&lng=es&tlng=es. [fecha de consulta: junio de 2018].
- Sánchez Slater, E. (2008). Los distritos industriales italianos y su repercusión en el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas. *Revista de geografía Norte Grande*, (40), 47-57.
- Sanna-Randaccio, F., & Veugelers, R. (2007). Multinational knowledge spillovers with decentralised R&D: a game-theoretic approach. *Journal of International Business Studies*, 38(1), 47-63.
- Santarcángelo, J. E., Schteingart, D., & Porta, F. (2017). Industrial Policy in Argentina, Brazil, Chile and Mexico: a Comparative Approach. *Revue Interventions économiques. Papers in Political Economy*, (59).

- Santoro, M. D. (2000). Success breeds success: The linkage between relationship intensity and tangible outcomes in industry–university collaborative ventures. *The Journal of High Technology Management Research*, 11(2), 255-273.
- Sanz, L., & Arias, E. (1998). “Especialización y capacidades tecnológicas de las regiones españolas: un análisis a través de las patentes europeas”. CSIC.
- Schmookler, J. (1962). Economic sources of inventive activity. *The Journal of Economic History*, 22(1), 1-20.
- Schmookler, J. (1966). *Invention and Economic Growth* Harvard University Press Cambridge. MA Google Scholar.
- Schmookler, J. (1972). *Patents, invention, and economic change*. Harvard University Press, Cambridge, Massachussets.
- Schumpeter, J. (1928). The instability of capitalism. *The economic journal*, 38(151), 361-386.
- Schumpeter, J. A. (1947). The creative response in economic history. *The journal of economic history*, 7(2), 149-159.
- Schumpeter, J. A. [1911] (2008). *The theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and Bussiness Cycle*. New Brunswick (U.S.A) and London (U.K.): Transaction Publishers.
- Scimago Journal & Country Rank. *Datos estadísticos*. Disponible en: <https://www.scimagojr.com/> [fecha de consulta: junio de 2018].
- Secretaría de Economía de México. (2014). Recuperado de: <https://www.gob.mx/se/> [fecha de consulta: junio de 2018].
- Shapiro, H. (2007). Industrial policy and growth. *Jose Antonio Ocampo, Jomo KS and rob Vos, Growth Divergences, new york: Zed Books*.
- Shiva, V. (2003). *¿ Proteger o expoliar?: los derechos de propiedad intelectual* (Vol. 13). Intermón Oxfam Editorial.
- Smith, A. (1958). *Investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones (1776)*. Fondo de cultura económica.
- Soete, L. (1981). “A general test of technological gap trade theory”. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 117(4), 638-660.
- Soete, L. (1988). Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity.

- Soete, L. G., & Wyatt, S. M. (1983). The use of foreign patenting as an internationally comparable science and technology output indicator. *Scientometrics*, 5(1), 31-54.
- Storper, M. (1992). The limits to globalization: technology districts and international trade. *Economic geography*, 68(1), 60-93.
- Tamames, R. (2007). *El siglo de China: de Mao a primera potencia mundial* (Vol. 4). Barcelona:: Planeta.
- Tarverner, J. (2007). El desarrollo económico en China y la influencia de las zonas económicas especiales. *IX Reunión de Economía Mundial*.
- The Global Competitiveness Report (2006-2016). World Economic Forum. Disponible en: <https://www.weforum.org/> [fecha de consulta: junio de 2018].
- The Global Economy. *Datos estadísticos*. Disponible en: <https://es.theglobaleconomy.com/> [fecha de consulta: junio de 2018].
- Thompson, P., & Fox-Kean, M. (2005). Patent citations and the geography of knowledge spillovers: A reassessment. *American Economic Review*, 450-460.
- Thomson, R. (2013). National scientific capacity and R&D offshoring. *Research Policy*, 42(2), 517-528.
- UNCTAD. (2005). World investment report 2005: Transnational corporations and the internationalization of R&D. *TRANSNATIONAL CORPORATIONS*, 14(3), 101.
- UNCTAD. *Datos estadísticos*. Disponible en: <http://unctadstat.unctad.org/EN/> [fecha de consulta: junio de 2018].
- UNDATA. *Datos estadísticos*. Disponible en: <http://data.un.org/> [fecha de consulta: junio de 2018].
- UNESCO. *Datos estadísticos*. Disponible en: <http://uis.unesco.org/> [fecha de consulta: junio de 2018].
- UNIDO. United Nations Industrial Development Organization. *Datos estadísticos*. Disponible en: <https://www.unido.org/researchers/statistical-databases> [fecha de consulta: junio de 2018].
- Urata, S., & Lall, S. (Eds.). (2003). *Competitiveness, FDI and technological activity in East Asia*. E. Elgar Pub.
- Uriel, E. (2013). Regresión lineal múltiple: estimación y propiedades. *Universidad de Valencia Versión, 09-2013*.

- USPTO. *Datos de patentes*. Disponible en: <http://patft.uspto.gov/netahtml/PTO/search-adv.htm> [fecha de consulta: junio de 2018].
- Valenti, G. (2008). Introducción: situando la agenda de los sistemas nacionales de innovación. *Ciencia, tecnología e innovación: hacia una agenda política pública, México, Flacso-México*, 9-25.
- van Zeebroeck, N., van Pottelsberghe de la Potterie, B., & Han, W. (2006). "Issues in measuring the degree of technological specialisation with patent data". *Scientometrics*, 66(3), 481-492.
- Veblen, T. (1898). Why is economics not an evolutionary science?. *The quarterly journal of economics*, 12(4), 373-397.
- Vence Deza, X. (1995). *Economía de la innovación y del cambio tecnológico; Una revisión crítica* (No. 04; HB74, V4.).
- Verspagen, B. (1991). A new empirical approach to catching up or falling behind. *Structural change and economic dynamics*, 2(2), 359-380.
- Verspagen, B. (1997). Measuring intersectoral technology spillovers: estimates from the European and US patent office databases. *Economic Systems Research*, 9(1), 47-65.
- Verspagen, B., & Schoenmakers, W. W. M. E. (2000). The spatial dimension of knowledge spillovers in Europe: evidence from firm patenting data.
- Viana, H. y Cervilla, M. (1992). El papel de la ciencia en la innovación tecnológica. *Revista Espacios*, 13(1).
- Villavicencio, D. (2008). *Cambios institucionales y espacios para la investigación científica y la innovación en México*. México.
- Viotti, E. (1997). Passive and active national learning systems. In *documento presentado en la IV Conferencia Internacional en Políticas Tecnológicas y de Innovación*. Curitiba, Brasil (Vol. 28).
- Viotti, E. National learning systems: a new approach on technical change in late Industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea. Cambridge, Mass: Harvard University, 2001. *Center for International Development Science, Technology and Innovation Discussion Paper*.
- Westney, D. E., & Zaheer, S. (2001). The multinational enterprise as an organization. *The Oxford handbook of international business*, 1, 101-124.

- Wilson, P., & Primi, A. (2009). Theory and practice of industrial policy. *Evidence from the Latina*.
- WIPO. *Intellectual Property Statistics*. Disponible en: <http://www.wipo.int/ipstats/en/> [fecha de consulta: junio de 2018].
- Wong, P. K. (1999, June). National innovation systems for rapid technological catch-up: an analytical framework and a comparative analysis of Korea, Taiwan and Singapore. In *DRUID Summer Conference held in Rebild*.
- Wong, P. K., & Singh, A. (2005). Technological specialization and convergence of small countries: the case of the late-industrializing Asian NIEs. *Development and Comp Systems. EconWPA*.
- Wooldridge, J. M. (2006). *Introducción a la econometría: un enfoque moderno*. Editorial Paraninfo.
- World Bank (2018). *World Bank Statistics*. Recuperado de: <http://guides.libraries.psu.edu/world-bank/statistics> [fecha de consulta: junio de 2018].
- WTO. World Trade Organization. *Datos Estadísticos*. Disponible en: https://www.wto.org/english/res_e/statis_e/statis_e.htm [fecha de consulta: junio de 2018].
- Xiaoqin, E. (2002). Technological spillovers from foreign direct investment-a survey.
- Zeile, W. J. (2014). Multinational Enterprises and International Technology Transfer. *Research Spotlight, September*.

Anexo 1: Documento de patente publicado en la página web de la USPTO



(12) **United States Patent**
Colin et al.

(10) **Patent No.:** US 7,762,410 B2
(45) **Date of Patent:** Jul. 27, 2010

(54) **MODULAR DISPLAY RACK**
(75) Inventors: **María Alejandra Noble Colin**, Del Magdalena Contreras (MX); **Juan Manuel Avila Barriga**, Mexico (MX)
(73) Assignee: **Sabritas, S. de R.L. de C.V.**, Colonia Lomas de Chapultepec, D.F. (MX)
(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 902 days.
(21) Appl. No.: **11/565,349**
(22) Filed: **Nov. 30, 2006**

2,309,435 A * 1/1943 Bitney 211/133.2
D154,300 S * 6/1949 Morris D19/92
2,894,640 A * 7/1959 Bryant 211/126.5
2,901,120 A * 8/1959 Abrahamson 211/126.12
3,393,808 A * 7/1968 Churchill 211/59.2
3,648,849 A * 3/1972 Harris et al. 211/126.12
4,074,810 A * 2/1978 Juergens et al. 211/11
D249,048 S * 8/1978 Drell et al. D19/92
4,138,015 A * 2/1979 Rabley 206/561
4,785,939 A * 11/1988 Huerto et al. 206/511
4,901,872 A * 2/1990 Lang 211/126.12
4,981,224 A * 1/1991 Rushing 211/126.12
5,000,329 A * 3/1991 Luberto 211/132.1

(65) **Prior Publication Data**
US 2008/0128319 A1 Jun. 5, 2008

(Continued)

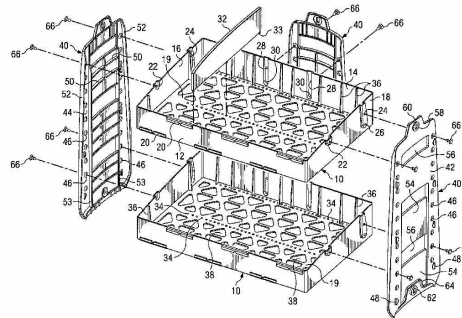
(51) **Int. Cl.**
A47B 43/00 (2006.01)
A47B 47/00 (2006.01)
A47B 57/00 (2006.01)
(52) **U.S. Cl.** **211/187**; 211/59.2; 211/126.2; 108/107
(58) **Field of Classification Search** ... 211/126.1–126.9, 211/126.11, 126.16, 128.1, 129.1, 130.1, 211/131.1, 132.1, 133.1–133.6, 189, 194, 211/195, 71.01, 85.15, 85.26, 134, 186–188, 211/153, 103, 190, 207, 135, 184, 59.2, 208; 206/503; 220/676, 675, 671, 4.28, 4.34; 221/64; 108/107–110, 147.16; 312/271, 312/108, 111
See application file for complete search history.

Primary Examiner—Darnell M Jayne
Assistant Examiner—Stanton L Krycinski
(74) *Attorney, Agent, or Firm*—Colin P. Cahoon; Bobby W. Braxton; Carstens & Cahoon, LLP

(56) **References Cited**
U.S. PATENT DOCUMENTS
293,151 A * 2/1884 Danner 108/103
903,377 A * 11/1908 Hebestreit 294/144
1,355,486 A * 10/1920 Longenecker 211/126.2
1,805,989 A * 5/1931 Levene 108/1
2,235,709 A * 3/1941 Hearn 206/449








(57) **ABSTRACT**
A modular display rack capable of multi-unit stacking and simultaneously accommodating trays in either a gravitational-feed orientation or a non-gravitational-feed orientation. A preferred embodiment comprises: a first tray and a second tray, wherein each one of said trays comprises a left tray panel, a right tray panel, a front tray panel, a rear tray panel, and a bottom tray panel; a first pillar, a second pillar, and a third pillar; wherein the second tray is aligned above the first tray, and the first and second trays are spaced apart and secured in their relative positions by shared attachment to the first, second, and third pillars such that: the first pillar is adjacent to the trays' left tray panels; the second pillar is adjacent to the trays' right tray panels; and the third pillar is adjacent to the trays' rear tray panels.









9 Claims, 11 Drawing Sheets



















Fuente: USPTO





Anexo 2: Patentes registradas en la USPTO por clase tecnológicas

Clase tecnológica	1996-2015	%	Tendencia	Tasa de crecimiento promedio anual
Análisis de materiales biológicos	22,945	0.6%		4%
Biotecnología	77,281	2.1%		5%
Comunicación digital	151,859	4.1%		15%
Control	69,799	1.9%		6%
Elementos mecánicos	92,062	2.5%		3%
Herramientas de máquina	82,754	2.2%		3%
Ingeniería civil	85,557	2.3%		3%

Ingeniería Química	72,275	1.9%		2%
Manejo	82,522	2.2%		2%
Maquinaria eléctrica, aparatos, energía	228,725	6.1%		6%
Máquinas textiles y de papel	74,489	2.0%		1%
Materiales, metalurgia	40,442	1.1%		2%
Medición	174,042	4.7%		4%
Métodos informáticos para la gestión	39,056	1.0%		18%
Microestructura y nanotecnología	4,034	0.1%		16%

Motores, bombas, turbinas	87,616	2.3%		4%
Muebles, juegos	92,811	2.5%		2%
Óptica	177,159	4.7%		4%
Otras máquinas especiales	92,042	2.5%		2%
Otros bienes de consumo	63,154	1.7%		2%
Procesos básicos de comunicación	78,013	2.1%		5%
Procesos y aparatos térmicos	29,570	0.8%		2%
Productos Farmacéuticos	88,827	2.4%		5%

Química de Alimentos	38,074	1.0%		4%
Química de materiales básicos	63,752	1.7%		2%
Química fina orgánica	98,964	2.6%		3%
Química macromolecular, polímeros	51,234	1.4%		1%
Semiconductores	221,309	5.9%		8%
Tecnología Ambiental	35,765	1.0%		3%
Tecnología audiovisual	208,177	5.6%		6%
Tecnología computacional	468,700	12.5%		10%

Tecnología de superficie, revestimiento	62,016	1.7%		4%
Tecnología Médica	181,827	4.9%		6%
Telecomunicaciones	168,277	4.5%		7%
Transporte	137,478	3.7%		4%

Anexo 3: Índices de Ventaja Tecnológica Revelada por países

1. Con base en el grupo de patentes de Brasil, México, China e India: N= 63,809

Brasil:

Clase tecnológica	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Análisis de materiales biológicos	1.1	5.5	2.1	2.6
Biotecnología	0.6	2.0	1.7	2.6
Comunicación digital	0.0	0.1	0.2	0.2
Controlar	1.4	1.4	1.1	1.7
Elementos mecánicos	7.2	6.0	3.4	2.9
Herramientas de máquina	2.6	1.1	2.2	1.3
Ingeniería civil	6.1	4.6	2.5	2.7
Ingeniería Química	2.9	2.5	2.2	3.0
Manejo	6.2	5.7	3.4	3.4
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	1.6	2.2	0.5	0.5
Máquinas textiles y de papel	3.5	3.6	4.1	5.7
Materiales, metalurgia	0.5	1.4	2.4	3.7
Medición	0.8	0.4	0.8	1.1
Métodos informáticos para la gestión	0.0	2.5	2.9	1.6
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.0	0.0	0.9
Motores, bombas, turbinas	6.9	7.3	4.2	3.9
Muebles, juegos	3.4	1.1	0.7	1.2
Óptica	0.5	0.2	0.6	0.1
Otras máquinas especiales	3.1	5.3	3.9	3.1
Otros bienes de consumo	3.2	5.3	1.8	2.8
Procesos básicos de comunicación	0.0	0.0	0.5	0.4
Procesos y aparatos térmicos	3.7	2.1	1.8	2.1
Productos farmacéuticos	1.6	0.5	1.3	1.6
Química de Alimentos	0.6	0.3	5.0	4.9
Química de materiales básicos	2.3	2.1	3.7	2.7
Química fina orgánica	0.3	0.6	0.8	1.5
Química macromolecular, polímeros	1.6	1.6	0.8	1.6
Semiconductores	0.0	0.0	0.1	0.1
Tecnología Ambiental	1.5	3.0	2.4	1.9
Tecnología audiovisual	0.9	1.7	0.2	0.2
Tecnología computacional	0.1	0.1	0.2	0.4
Tecnología de superficie, revestimiento	0.8	0.9	1.5	1.2
Tecnología Médica	5.2	6.3	2.4	4.0
Telecomunicaciones	0.8	0.0	0.3	0.4
Transporte	7.5	7.4	2.9	3.9

Fuente: Elaboración propia con base en la USPT

México:

Clase tecnológica	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Análisis de materiales biológicos	1.3	1.3	1.1	1.2
Biotecnología	2.6	0.9	1.4	2.0
Comunicación digital	0.0	0.1	0.1	0.0
Controlar	1.6	0.8	1.0	0.9
Elementos mecánicos	3.7	6.0	2.0	1.6
Herramientas de máquina	2.5	1.8	1.6	2.0
Ingeniería civil	4.8	5.6	2.9	4.7
Ingeniería Química	1.0	2.3	1.4	1.8
Manejo	5.0	6.2	4.1	3.0
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	2.0	2.0	0.8	0.9
Máquinas textiles y de papel	6.5	7.1	0.5	2.8
Materiales, metalurgia	7.8	6.1	4.8	3.8
Medición	0.7	0.7	0.8	0.8
Métodos informáticos para la gestión	2.2	0.0	2.9	0.9
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.0	0.0	0.0
Motores, bombas, turbinas	2.4	0.5	0.8	1.1
Muebles, juegos	5.8	3.7	2.8	3.4
Óptica	0.6	0.4	0.6	0.6
Otras máquinas especiales	7.2	4.6	4.6	3.5
Otros bienes de consumo	2.3	3.7	2.1	3.6
Procesos básicos de comunicación	0.0	0.3	0.3	0.4
Procesos y aparatos térmicos	3.7	2.6	3.2	3.6
Productos farmacéuticos	2.1	0.2	1.2	2.3
Química de Alimentos	6.4	3.6	3.8	9.3
Química de materiales básicos	2.3	1.7	1.9	4.5
Química fina orgánica	0.8	0.5	0.4	0.9
Química macromolecular, polímeros	1.2	2.3	2.0	2.9
Semiconductores	0.0	0.0	0.0	0.1
Tecnología Ambiental	3.4	4.3	2.8	3.9
Tecnología audiovisual	0.4	0.7	0.4	0.4
Tecnología computacional	0.0	0.1	0.2	0.2
Tecnología de superficie, revestimiento	0.9	1.0	2.1	1.7
Tecnología Medica	4.1	5.2	3.1	3.6
Telecomunicaciones	0.2	0.4	0.2	0.2
Transporte	2.5	4.4	3.1	3.6

Fuente: Elaboración propia con base en la USPT

China:

Clase tecnológica	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Análisis de materiales biológicos	1.0	1.9	0.9	0.9
Biotecnología	2.8	1.4	0.7	0.9
Comunicación digital	0.2	0.3	1.0	1.1
Controlar	0.6	0.6	1.2	0.9
Elementos mecánicos	2.0	2.5	1.2	1.1
Herramientas de máquina	2.3	2.1	1.3	1.2
Ingeniería civil	1.9	3.2	1.3	1.0
Ingeniería Química	3.9	2.1	1.0	1.0
Manejo	1.1	1.7	1.1	1.1
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	4.4	3.6	1.5	1.3
Máquinas textiles y de papel	1.2	2.5	1.1	1.0
Materiales, metalurgia	2.2	1.1	0.7	0.9
Medición	0.8	0.6	1.2	1.0
Métodos informáticos para la gestión	0.0	0.4	0.4	0.5
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.0	1.7	1.2
Motores, bombas, turbinas	3.0	2.5	1.0	0.7
Muebles, juegos	2.9	4.6	1.5	1.2
Óptica	1.3	0.9	1.3	1.3
Otras máquinas especiales	2.0	2.1	1.0	1.0
Otros bienes de consumo	2.8	3.4	1.3	1.1
Procesos básicos de comunicación	0.1	1.4	0.7	0.9
Procesos y aparatos térmicos	3.3	4.3	1.3	1.1
Productos farmacéuticos	2.7	1.5	0.6	0.7
Química de Alimentos	2.0	0.8	0.2	0.7
Química de materiales básicos	3.8	1.7	0.7	0.8
Química fina orgánica	2.2	0.7	0.4	0.7
Química macromolecular, polímeros	3.6	2.1	0.8	0.9
Semiconductores	0.1	0.1	0.6	1.3
Tecnología Ambiental	5.2	1.3	0.9	1.0
Tecnología audiovisual	1.4	2.9	1.5	1.2
Tecnología computacional	0.2	0.4	0.7	0.7
Tecnología de superficie, revestimiento	1.2	0.4	1.0	1.1
Tecnología Medica	3.7	2.0	1.1	0.9
Telecomunicaciones	0.5	2.3	1.2	1.2
Transporte	2.8	2.3	1.1	1.0

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO

India:

Clase tecnológica	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Análisis de materiales biológicos	1.0	0.5	1.0	1.1
Biotecnología	0.7	0.8	1.5	1.1
Comunicación digital	1.3	1.3	1.1	0.8
Controlar	0.9	1.1	0.7	1.1
Elementos mecánicos	0.1	0.1	0.3	0.4
Herramientas de máquina	0.6	0.7	0.3	0.4
Ingeniería civil	0.1	0.0	0.2	0.4
Ingeniería Química	0.5	0.6	0.8	0.6
Manejo	0.1	0.3	0.2	0.2
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	0.5	0.3	0.1	0.3
Máquinas textiles y de papel	0.3	0.2	0.4	0.3
Materiales, metalurgia	0.3	0.7	1.1	0.7
Medición	1.1	1.2	0.7	0.9
Métodos informáticos para la gestión	1.1	1.1	1.7	2.5
Microestructura y nanotecnología	0.0	1.3	0.0	0.5
Motores, bombas, turbinas	0.1	0.3	0.6	1.5
Muebles, juegos	0.2	0.1	0.1	0.2
Óptica	1.0	1.1	0.5	0.1
Otras máquinas especiales	0.2	0.3	0.4	0.5
Otros bienes de consumo	0.5	0.0	0.3	0.3
Procesos básicos de comunicación	1.3	1.0	1.6	1.4
Procesos y aparatos térmicos	0.3	0.1	0.2	0.4
Productos farmacéuticos	0.7	0.9	1.8	1.8
Química de Alimentos	0.5	1.0	1.7	0.9
Química de materiales básicos	0.5	0.7	1.2	1.2
Química fina orgánica	0.9	1.1	2.2	1.9
Química macromolecular, polímeros	0.6	0.6	1.4	1.0
Semiconductores	1.3	1.3	1.9	0.2
Tecnología Ambiental	0.3	0.6	0.8	0.7
Tecnología audiovisual	1.0	0.5	0.2	0.5
Tecnología computacional	1.3	1.2	1.6	1.9
Tecnología de superficie, revestimiento	1.0	1.1	0.8	0.5
Tecnología Médica	0.0	0.2	0.5	0.9
Telecomunicaciones	1.1	0.8	0.8	0.7
Transporte	0.1	0.1	0.5	0.5

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO

2. Con base en el grupo de no residentes, China e India: N= 1,825,277

Brasil:

Clase tecnológica	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Análisis de materiales biológicos	0.6	3.6	1.7	1.5
Biotecnología	0.3	2.5	2.5	2.1
Comunicación digital	0.0	0.1	0.2	0.4
Controlar	0.9	1.3	1.1	1.8
Elementos mecánicos	2.8	2.3	1.5	1.7
Herramientas de máquina	1.3	0.7	1.8	0.9
Ingeniería Química	2.7	2.4	2.5	2.5
Ingeniero civil	4.1	2.4	3.5	2.6
Manejo	2.8	2.6	2.0	2.2
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	0.4	1.2	0.7	0.7
Máquinas textiles y de papel	0.4	0.4	1.2	1.5
Materiales, metalurgia	0.3	1.0	2.8	3.5
Medición	0.6	0.4	0.7	0.8
Métodos informáticos para la gestión	0.0	2.4	2.7	2.7
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.0	0.0	1.1
Motores, bombas, turbinas	2.1	1.6	1.8	2.3
Muebles, juegos	1.6	1.0	1.0	1.2
Óptica	0.1	0.1	0.2	0.0
Otras máquinas especiales	1.6	2.0	2.3	1.7
Otros bienes de consumo	2.1	3.0	2.0	2.2
Procesos básicos de comunicación	0.0	0.0	0.6	0.5
Procesos y aparatos térmicos	2.2	2.0	3.4	2.5
Productos farmacéuticos	1.3	0.8	2.7	2.1
Química de Alimentos	0.3	0.3	4.1	2.1
Química de materiales básicos	1.3	2.0	5.0	2.6
Química fina orgánica	0.3	1.0	1.6	2.2
Química macromolecular, polímeros	0.4	0.8	0.7	1.1
Semiconductores	0.1	0.0	0.1	0.1
Tecnología Ambiental	0.6	1.8	1.8	1.2
Tecnología audiovisual	0.2	0.3	0.2	0.2
Tecnología computacional	0.3	0.2	0.4	0.6
Tecnología de superficie, revestimiento	0.6	0.7	0.9	0.7
Tecnología Médica	2.9	2.5	1.5	1.9
Telecomunicaciones	0.4	0.0	0.3	0.5
Transporte	2.1	2.2	1.1	1.4

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

México:

Clase tecnológica	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Análisis de materiales biológicos	0.5	0.3	0.9	0.7
Biotecnología	0.4	1.1	2.3	0.9
Comunicación digital	2.7	1.8	1.6	1.7
Controlar	0.6	1.0	0.7	1.1
Elementos mecánicos	0.0	0.0	0.1	0.2
Herramientas de máquina	0.3	0.4	0.2	0.3
Ingeniería Química	0.5	0.6	0.9	0.5
Ingeniero civil	0.1	0.0	0.2	0.4
Manejo	0.1	0.1	0.1	0.1
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	0.1	0.1	0.2	0.3
Máquinas textiles y de papel	0.0	0.0	0.1	0.1
Materiales, metalurgia	0.2	0.5	1.3	0.6
Medición	0.7	1.4	0.7	0.7
Métodos informáticos para la gestión	1.4	1.0	1.6	4.2
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.2	0.0	0.6
Motores, bombas, turbinas	0.0	0.1	0.3	0.9
Muebles, juegos	0.1	0.0	0.1	0.2
Óptica	0.3	0.6	0.1	0.1
Otras máquinas especiales	0.1	0.1	0.2	0.3
Otros bienes de consumo	0.3	0.0	0.3	0.3
Procesos básicos de comunicación	2.8	0.7	1.9	1.6
Procesos y aparatos térmicos	0.2	0.1	0.4	0.5
Productos farmacéuticos	0.5	1.5	3.7	2.3
Química de Alimentos	0.3	1.0	1.4	0.4
Química de materiales básicos	0.3	0.7	1.5	1.1
Química fina orgánica	0.9	2.0	4.2	2.9
Química macromolecular, polímeros	0.2	0.3	1.2	0.6
Semiconductores	6.1	5.1	1.5	0.1
Tecnología Ambiental	0.1	0.4	0.6	0.4
Tecnología audiovisual	0.2	0.1	0.2	0.5
Tecnología computacional	4.8	2.6	2.7	3.0
Tecnología de superficie, revestimiento	0.7	0.8	0.5	0.3
Tecnología Médica	0.0	0.1	0.3	0.4
Telecomunicaciones	0.7	0.2	0.7	0.9
Transporte	0.0	0.0	0.2	0.2

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

China:

Clase tecnológica	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Análisis de materiales biológicos	0.5	1.2	0.7	0.5
Biotecnología	1.4	1.8	1.0	0.7
Comunicación digital	0.4	0.4	1.5	2.3
Controlar	0.4	0.6	1.1	1.0
Elementos mecánicos	0.8	0.9	0.5	0.7
Herramientas de máquina	1.1	1.4	1.0	0.8
Ingeniería Química	3.6	2.0	1.1	0.9
Ingeniero civil	1.3	1.7	1.8	1.0
Manejo	0.5	0.8	0.7	0.7
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	1.2	1.9	2.2	1.6
Máquinas textiles y de papel	0.2	0.3	0.3	0.3
Materiales, metalurgia	1.5	0.8	0.8	0.9
Medición	0.6	0.7	1.1	0.8
Métodos informáticos para la gestión	0.0	0.4	0.4	0.8
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.0	0.8	1.4
Motores, bombas, turbinas	0.9	0.5	0.4	0.4
Muebles, juegos	1.4	4.1	2.2	1.2
Óptica	0.3	0.5	0.3	0.7
Otras máquinas especiales	1.0	0.8	0.6	0.6
Otros bienes de consumo	1.8	2.0	1.5	0.9
Procesos básicos de comunicación	0.2	0.9	0.8	1.0
Procesos y aparatos térmicos	2.0	4.0	2.5	1.3
Productos farmacéuticos	2.1	2.4	1.2	0.8
Química de Alimentos	1.2	0.8	0.2	0.3
Química de materiales básicos	2.2	1.7	0.9	0.8
Química fina orgánica	2.1	1.2	0.8	1.0
Química macromolecular, polímeros	1.0	1.1	0.7	0.6
Semiconductores	0.7	0.5	0.5	0.7
Tecnología Ambiental	2.1	0.8	0.7	0.6
Tecnología audiovisual	0.2	0.5	1.2	1.1
Tecnología computacional	0.8	0.8	1.2	1.2
Tecnología de superficie, revestimiento	0.9	0.3	0.6	0.6
Tecnología Médica	2.0	0.8	0.7	0.4
Telecomunicaciones	0.3	0.6	1.1	1.5
Transporte	0.8	0.7	0.4	0.4

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

India:

Clase tecnológica	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Análisis de materiales biológicos	0.5	0.3	0.9	0.7
Biotecnología	0.4	1.1	2.3	0.9
Comunicación digital	2.7	1.8	1.6	1.7
Controlar	0.6	1.0	0.7	1.1
Elementos mecánicos	0.0	0.0	0.1	0.2
Herramientas de máquina	0.3	0.4	0.2	0.3
Ingeniería Química	0.5	0.6	0.9	0.5
Ingeniero civil	0.1	0.0	0.2	0.4
Manejo	0.1	0.1	0.1	0.1
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	0.1	0.1	0.2	0.3
Máquinas textiles y de papel	0.0	0.0	0.1	0.1
Materiales, metalurgia	0.2	0.5	1.3	0.6
Medición	0.7	1.4	0.7	0.7
Métodos informáticos para la gestión	1.4	1.0	1.6	4.2
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.2	0.0	0.6
Motores, bombas, turbinas	0.0	0.1	0.3	0.9
Muebles, juegos	0.1	0.0	0.1	0.2
Óptica	0.3	0.6	0.1	0.1
Otras máquinas especiales	0.1	0.1	0.2	0.3
Otros bienes de consumo	0.3	0.0	0.3	0.3
Procesos básicos de comunicación	2.8	0.7	1.9	1.6
Procesos y aparatos térmicos	0.2	0.1	0.4	0.5
Productos farmacéuticos	0.5	1.5	3.7	2.3
Química de Alimentos	0.3	1.0	1.4	0.4
Química de materiales básicos	0.3	0.7	1.5	1.1
Química fina orgánica	0.9	2.0	4.2	2.9
Química macromolecular, polímeros	0.2	0.3	1.2	0.6
Semiconductores	6.1	5.1	1.5	0.1
Tecnología Ambiental	0.1	0.4	0.6	0.4
Tecnología audiovisual	0.2	0.1	0.2	0.5
Tecnología computacional	4.8	2.6	2.7	3.0
Tecnología de superficie, revestimiento	0.7	0.8	0.5	0.3
Tecnología Médica	0.0	0.1	0.3	0.4
Telecomunicaciones	0.7	0.2	0.7	0.9
Transporte	0.0	0.0	0.2	0.2

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

3. Con base en el grupo del total de patentes de USPTO, China e India: N= 3,742,607

Brasil:

Clase tecnológica	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Análisis de materiales biológicos	0.4	2.6	1.3	1.2
Biotecnología	0.2	1.8	1.9	1.7
Comunicación digital	0.0	0.1	0.2	0.4
Controlar	0.8	1.1	0.9	1.5
Elementos mecánicos	3.3	2.7	1.7	2.0
Herramientas de máquina	1.3	0.8	1.8	0.9
Ingeniería Química	2.7	2.3	2.3	2.4
Ingeniero civil	2.9	1.6	2.2	1.9
Manejo	2.7	2.5	1.9	2.2
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	0.5	1.4	0.8	0.8
Máquinas textiles y de papel	0.6	0.6	1.7	2.1
Materiales, metalurgia	0.4	1.2	3.3	4.2
Medición	0.5	0.4	0.7	0.8
Métodos informáticos para la gestión	0.0	1.0	1.1	1.0
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.0	0.0	1.2
Motores, bombas, turbinas	2.6	1.9	2.1	2.4
Muebles, juegos	1.0	0.7	0.7	0.8
Óptica	0.2	0.2	0.2	0.1
Otras máquinas especiales	1.3	1.7	2.0	1.4
Otros bienes de consumo	1.7	2.6	1.7	1.8
Procesos básicos de comunicación	0.0	0.0	0.6	0.5
Procesos y aparatos térmicos	2.3	2.0	3.5	2.6
Productos farmacéuticos	1.1	0.7	2.3	1.8
Química de Alimentos	0.3	0.2	4.0	1.9
Química de materiales básicos	1.3	2.0	4.9	2.6
Química fina orgánica	0.3	1.1	1.6	2.3
Química macromolecular, polímeros	0.5	1.0	0.8	1.3
Semiconductores	0.1	0.0	0.1	0.1
Tecnología Ambiental	0.6	1.7	1.6	1.1
Tecnología audiovisual	0.2	0.4	0.3	0.2
Tecnología computacional	0.2	0.2	0.3	0.5
Tecnología de superficie, revestimiento	0.6	0.7	0.9	0.8
Tecnología Medica	1.6	1.5	0.9	1.1
Telecomunicaciones	0.5	0.0	0.3	0.5
Transporte	2.1	2.3	1.2	1.6

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

México:

Clase tecnológica	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Análisis de materiales biológicos	0.5	0.6	0.7	0.6
Biotecnología	1.0	0.9	1.6	1.3
Comunicación digital	0.0	0.1	0.1	0.1
Controlar	0.9	0.7	0.8	0.8
Elementos mecánicos	1.7	2.6	1.0	1.1
Herramientas de máquina	1.2	1.2	1.3	1.3
Ingeniería Química	0.9	2.1	1.5	1.4
Ingeniero civil	2.3	2.0	2.6	3.2
Manejo	2.2	2.8	2.3	1.9
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	0.6	1.2	1.5	1.4
Máquinas textiles y de papel	1.1	1.1	0.2	1.0
Materiales, metalurgia	6.6	5.3	6.6	4.3
Medición	0.4	0.8	0.7	0.6
Métodos informáticos para la gestión	1.1	0.0	1.1	0.5
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.0	0.0	0.0
Motores, bombas, turbinas	0.9	0.1	0.4	0.7
Muebles, juegos	1.7	2.3	2.8	2.3
Óptica	0.2	0.3	0.2	0.4
Otras máquinas especiales	3.1	1.5	2.3	1.6
Otros bienes de consumo	1.2	1.8	2.0	2.3
Procesos básicos de comunicación	0.0	0.2	0.3	0.5
Procesos y aparatos térmicos	2.3	2.4	6.3	4.3
Productos farmacéuticos	1.4	0.3	2.1	2.5
Química de Alimentos	3.4	3.0	3.1	3.6
Química de materiales básicos	1.4	1.6	2.5	4.2
Química fina orgánica	0.9	0.9	0.9	1.4
Química macromolecular, polímeros	0.4	1.4	1.9	2.2
Semiconductores	0.1	0.1	0.0	0.1
Tecnología Ambiental	1.3	2.4	1.8	2.3
Tecnología audiovisual	0.1	0.1	0.4	0.5
Tecnología computacional	0.1	0.1	0.3	0.3
Tecnología de superficie, revestimiento	0.7	0.7	1.3	1.1
Tecnología Médica	1.2	1.2	1.2	1.0
Telecomunicaciones	0.1	0.1	0.2	0.3
Transporte	0.7	1.4	1.2	1.4

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

China:

Clase tecnológica	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Análisis de materiales biológicos	0.4	0.9	0.5	0.4
Biotecnología	1.1	1.3	0.7	0.6
Comunicación digital	0.3	0.3	1.2	2.2
Controlar	0.3	0.5	1.0	0.9
Elementos mecánicos	0.9	1.1	0.6	0.8
Herramientas de máquina	1.1	1.4	1.0	0.8
Ingeniería Química	3.6	1.9	1.0	0.8
Ingeniero civil	0.9	1.1	1.1	0.7
Manejo	0.5	0.7	0.6	0.7
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	1.3	2.3	2.7	2.0
Máquinas textiles y de papel	0.2	0.4	0.5	0.4
Materiales, metalurgia	1.9	1.0	1.0	1.1
Medición	0.5	0.6	1.1	0.8
Métodos informáticos para la gestión	0.0	0.1	0.2	0.3
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.0	0.9	1.6
Motores, bombas, turbinas	1.2	0.6	0.5	0.4
Muebles, juegos	0.9	2.8	1.4	0.8
Óptica	0.5	0.6	0.5	1.0
Otras máquinas especiales	0.8	0.7	0.5	0.5
Otros bienes de consumo	1.5	1.7	1.2	0.7
Procesos básicos de comunicación	0.2	0.9	0.9	1.2
Procesos y aparatos térmicos	2.1	3.9	2.5	1.3
Productos farmacéuticos	1.8	2.0	1.0	0.7
Química de Alimentos	1.0	0.7	0.2	0.3
Química de materiales básicos	2.2	1.7	0.9	0.7
Química fina orgánica	2.4	1.3	0.8	1.0
Química macromolecular, polímeros	1.2	1.3	0.7	0.7
Semiconductores	0.9	0.6	0.6	1.0
Tecnología Ambiental	1.9	0.7	0.6	0.6
Tecnología audiovisual	0.3	0.6	1.7	1.4
Tecnología computacional	0.6	0.6	0.9	1.0
Tecnología de superficie, revestimiento	0.9	0.3	0.7	0.7
Tecnología Medica	1.1	0.5	0.4	0.2
Telecomunicaciones	0.3	0.6	1.1	1.6
Transporte	0.8	0.7	0.4	0.4

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

India:

Clase tecnológica	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015
Análisis de materiales biológicos	0.4	0.2	0.6	0.5
Biotecnología	0.3	0.8	1.7	0.7
Comunicación digital	2.4	1.5	1.4	1.6
Controlar	0.5	0.9	0.6	1.0
Elementos mecánicos	0.0	0.0	0.2	0.3
Herramientas de máquina	0.3	0.5	0.2	0.3
Ingeniería Química	0.5	0.6	0.8	0.5
Ingeniero civil	0.0	0.0	0.1	0.3
Manejo	0.1	0.1	0.1	0.1
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	0.1	0.2	0.2	0.4
Máquinas textiles y de papel	0.0	0.0	0.2	0.1
Materiales, metalurgia	0.3	0.6	1.5	0.7
Medición	0.7	1.3	0.7	0.7
Métodos informáticos para la gestión	0.6	0.4	0.7	1.5
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.1	0.0	0.7
Motores, bombas, turbinas	0.0	0.1	0.3	0.9
Muebles, juegos	0.0	0.0	0.1	0.1
Óptica	0.4	0.7	0.2	0.1
Otras máquinas especiales	0.1	0.1	0.2	0.3
Otros bienes de consumo	0.3	0.0	0.3	0.2
Procesos básicos de comunicación	2.9	0.6	2.1	1.9
Procesos y aparatos térmicos	0.2	0.1	0.4	0.5
Productos farmacéuticos	0.5	1.2	3.2	2.0
Química de Alimentos	0.3	0.8	1.3	0.4
Química de materiales básicos	0.3	0.7	1.5	1.1
Química fina orgánica	1.0	2.2	4.4	3.0
Química macromolecular, polímeros	0.2	0.4	1.3	0.8
Semiconductores	8.2	6.5	1.9	0.1
Tecnología Ambiental	0.1	0.4	0.5	0.4
Tecnología audiovisual	0.2	0.1	0.3	0.6
Tecnología computacional	3.9	2.0	2.1	2.6
Tecnología de superficie, revestimiento	0.8	0.8	0.5	0.3
Tecnología Médica	0.0	0.1	0.2	0.3
Telecomunicaciones	0.7	0.2	0.7	0.9
Transporte	0.0	0.0	0.2	0.2

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

Anexo 4: Clases con ventajas tecnológicas reveladas, por periodo y país.

Clases con ventajas tecnológicas reveladas por país, 1996-2000 (N=297,961)

Clase tecnológica	Brasil	México	China	India
Análisis de materiales biológicos	0.6	0.6	0.5	0.5
Biotecnología	0.3	1.3	1.4	0.4
Comunicación digital	0.0	0.0	0.4	2.7
Controlar	0.9	1.0	0.4	0.6
Elementos mecánicos	2.8	1.5	0.8	0.0
Herramientas de máquina	1.3	1.2	1.1	0.3
Ingeniería Química	2.7	0.9	3.6	0.5
Ingeniero civil	4.1	3.2	1.3	0.1
Manejo	2.8	2.3	0.5	0.1
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	0.4	0.5	1.2	0.1
Máquinas textiles y de papel	0.4	0.8	0.2	0.0
Materiales, metalurgia	0.3	5.2	1.5	0.2
Medición	0.6	0.5	0.6	0.7
Métodos informáticos para la gestión	0.0	2.7	0.0	1.4
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.0	0.0	0.0
Motores, bombas, turbinas	2.1	0.7	0.9	0.0
Muebles, juegos	1.6	2.7	1.4	0.1
Óptica	0.1	0.2	0.3	0.3
Otras máquinas especiales	1.6	3.6	1.0	0.1
Otros bienes de consumo	2.1	1.4	1.8	0.3
Procesos básicos de comunicación	0.0	0.0	0.2	2.8
Procesos y aparatos térmicos	2.2	2.2	2.0	0.2
Productos farmacéuticos	1.3	1.6	2.1	0.5
Química de Alimentos	0.3	3.9	1.2	0.3
Química de materiales básicos	1.3	1.4	2.2	0.3
Química fina orgánica	0.3	0.8	2.1	0.9
Química macromolecular, polímeros	0.4	0.3	1.0	0.2
Semiconductores	0.1	0.1	0.7	6.1
Tecnología Ambiental	0.6	1.4	2.1	0.1
Tecnología audiovisual	0.2	0.1	0.2	0.2
Tecnología computacional	0.3	0.1	0.8	4.8
Tecnología de superficie, revestimiento	0.6	0.7	0.9	0.7
Tecnología Medica	2.9	2.2	2.0	0.0
Telecomunicaciones	0.4	0.1	0.3	0.7
Transporte	2.1	0.7	0.8	0.0

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

Clases con ventajas tecnológicas reveladas por país, 2001-2005 (N=385,627)

Clase tecnológica	Brasil	México	China	India
Análisis de materiales biológicos	3.6	0.8	1.2	0.3
Biotechnología	2.5	1.2	1.8	1.1
Comunicación digital	0.1	0.2	0.4	1.8
Controlar	1.3	0.8	0.6	1.0
Elementos mecánicos	2.3	2.3	0.9	0.0
Herramientas de máquina	0.7	1.2	1.4	0.4
Ingeniería Química	2.4	2.2	2.0	0.6
Ingeniero civil	2.4	2.9	1.7	0.0
Manejo	2.6	2.9	0.8	0.1
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	1.2	1.0	1.9	0.1
Máquinas textiles y de papel	0.4	0.8	0.3	0.0
Materiales, metalurgia	1.0	4.3	0.8	0.5
Medición	0.4	0.8	0.7	1.4
Métodos informáticos para la gestión	2.4	0.0	0.4	1.0
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.0	0.0	0.2
Motores, bombas, turbinas	1.6	0.1	0.5	0.1
Muebles, juegos	1.0	3.3	4.1	0.0
Óptica	0.1	0.2	0.5	0.6
Otras máquinas especiales	2.0	1.8	0.8	0.1
Otros bienes de consumo	3.0	2.1	2.0	0.0
Procesos básicos de comunicación	0.0	0.2	0.9	0.7
Procesos y aparatos térmicos	2.0	2.4	4.0	0.1
Productos farmacéuticos	0.8	0.4	2.4	1.5
Química de Alimentos	0.3	3.6	0.8	1.0
Química de materiales básicos	2.0	1.6	1.7	0.7
Química fina orgánica	1.0	0.8	1.2	2.0
Química macromolecular, polímeros	0.8	1.2	1.1	0.3
Semiconductores	0.0	0.0	0.5	5.1
Tecnología Ambiental	1.8	2.5	0.8	0.4
Tecnología audiovisual	0.3	0.1	0.5	0.1
Tecnología computacional	0.2	0.1	0.8	2.6
Tecnología de superficie, revestimiento	0.7	0.7	0.3	0.8
Tecnología Medica	2.5	2.0	0.8	0.1
Telecomunicaciones	0.0	0.1	0.6	0.2
Transporte	2.2	1.3	0.7	0.0

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

Clases con ventajas tecnológicas reveladas por país, 2006-2010 (N=437,863)

Clase tecnológica	Brasil	México	China	India
Análisis de materiales biológicos	1.7	0.9	0.7	0.9
Biotecnología	2.5	2.1	1.0	2.3
Comunicación digital	0.2	0.1	1.5	1.6
Controlar	1.1	1.0	1.1	0.7
Elementos mecánicos	1.5	0.9	0.5	0.1
Herramientas de máquina	1.8	1.3	1.0	0.2
Ingeniería Química	2.5	1.6	1.1	0.9
Ingeniero civil	3.5	4.1	1.8	0.2
Manejo	2.0	2.4	0.7	0.1
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	0.7	1.2	2.2	0.2
Máquinas textiles y de papel	1.2	0.2	0.3	0.1
Materiales, metalurgia	2.8	5.6	0.8	1.3
Medición	0.7	0.7	1.1	0.7
Métodos informáticos para la gestión	2.7	2.7	0.4	1.6
Microestructura y nanotecnología	0.0	0.0	0.8	0.0
Motores, bombas, turbinas	1.8	0.3	0.4	0.3
Muebles, juegos	1.0	4.3	2.2	0.1
Óptica	0.2	0.2	0.3	0.1
Otras máquinas especiales	2.3	2.7	0.6	0.2
Otros bienes de consumo	2.0	2.3	1.5	0.3
Procesos básicos de comunicación	0.6	0.3	0.8	1.9
Procesos y aparatos térmicos	3.4	6.2	2.5	0.4
Productos farmacéuticos	2.7	2.5	1.2	3.7
Química de Alimentos	4.1	3.2	0.2	1.4
Química de materiales básicos	5.0	2.6	0.9	1.5
Química fina orgánica	1.6	0.8	0.8	4.2
Química macromolecular, polímeros	0.7	1.7	0.7	1.2
Semiconductores	0.1	0.0	0.5	1.5
Tecnología Ambiental	1.8	2.0	0.7	0.6
Tecnología audiovisual	0.2	0.3	1.2	0.2
Tecnología computacional	0.4	0.4	1.2	2.7
Tecnología de superficie, revestimiento	0.9	1.3	0.6	0.5
Tecnología Medica	1.5	1.9	0.7	0.3
Telecomunicaciones	0.3	0.2	1.1	0.7
Transporte	1.1	1.2	0.4	0.2

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

Clases con ventajas tecnológicas reveladas por país, 2011-2015 (N=703,826)

Clase tecnológica	Brasil	México	China	India
Análisis de materiales biológicos	1.5	0.7	0.5	0.7
Biotechnología	2.1	1.6	0.7	0.9
Comunicación digital	0.4	0.1	2.3	1.7
Controlar	1.8	0.9	1.0	1.1
Elementos mecánicos	1.7	1.0	0.7	0.2
Herramientas de máquina	0.9	1.3	0.8	0.3
Ingeniería Química	2.5	1.5	0.9	0.5
Ingeniero civil	2.6	4.4	1.0	0.4
Manejo	2.2	1.9	0.7	0.1
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	0.7	1.1	1.6	0.3
Máquinas textiles y de papel	1.5	0.8	0.3	0.1
Materiales, metalurgia	3.5	3.6	0.9	0.6
Medición	0.8	0.6	0.8	0.7
Métodos informáticos para la gestión	2.7	1.5	0.8	4.2
Microestructura y nanotecnología	1.1	0.0	1.4	0.6
Motores, bombas, turbinas	2.3	0.6	0.4	0.9
Muebles, juegos	1.2	3.4	1.2	0.2
Óptica	0.0	0.3	0.7	0.1
Otras máquinas especiales	1.7	1.9	0.6	0.3
Otros bienes de consumo	2.2	2.8	0.9	0.3
Procesos básicos de comunicación	0.5	0.4	1.0	1.6
Procesos y aparatos térmicos	2.5	4.3	1.3	0.5
Productos farmacéuticos	2.1	2.9	0.8	2.3
Química de Alimentos	2.1	3.9	0.3	0.4
Química de materiales básicos	2.6	4.3	0.8	1.1
Química fina orgánica	2.2	1.4	1.0	2.9
Química macromolecular, polímeros	1.1	1.9	0.6	0.6
Semiconductores	0.1	0.1	0.7	0.1
Tecnología Ambiental	1.2	2.3	0.6	0.4
Tecnología audiovisual	0.2	0.4	1.1	0.5
Tecnología computacional	0.6	0.3	1.2	3.0
Tecnología de superficie, revestimiento	0.7	1.0	0.6	0.3
Tecnología Medica	1.9	1.7	0.4	0.4
Telecomunicaciones	0.5	0.3	1.5	0.9
Transporte	1.4	1.3	0.4	0.2

Fuente: Elaboración propia con base en la USPTO.

Anexo 5: Códigos para cada clase tecnológica según la Clasificación Internacional de Patentes de la WIPO

Clase tecnológica	Códigos
Análisis de materiales biológicos	G01N-033
Biotecnología	(C07G, C07K, C12M, C12N, C12P, C12Q, C12R, C12S) not A61K
Comunicación digital	H04L
Control	G05B, G05D, G05F, G07#, G08B, G08G, G09B, G09C, G09D
Elementos mecánicos	F15#, F16#, F17#, G05G
Herramientas de máquina	B21#, B23#, B24#, B26D, B26F, B27#, B30#, B25B, B25C, B25D, B25F, B25G, B25H, B26B
Ingeniería química	B01B, B01D-000#, B01D-01##, B01D-02##, B01D-03##, B01D-041, B01D-043, B01D-057, B01D-059, B01D-06##, B01D-07##, B01F, B01J, B01L, B02C, B03#, B04#, B05B, B06B, B07#, B08#, D06B, D06C, D06L, F25J, F26#, C14C, H05H
Ingeniería civil	E02#, E01B, E01C, E01D, E01F-001, E01F-003, E01F-005, E01F-007, E01F-009, E01F-01#, E01H, E03#, E04#, E05#, E06#, E21#, E99Z
Manejo	B25J, B65B, B65C, B65D, B65G, B65H, B66#, B67#
Maquinaria, aparatos, energía eléctrica	F21#, H01B, H01C, H01F, H01G, H01H, H01J, H01K, H01M, H01R, H01T, H02#, H05B, H05C, H05F, H99Z
Máquinas textiles y de papel	A41H, A43D, A46D, C14B, D01#, D02#, D03#, D04B, D04C, D04G, D04H, D05#, D06G, D06H, D06J, D06M, D06P, D06Q, D99Z, B31#, D21#, B41#
Materiales, metalurgia	C01#, C03C, C04#, C21#, C22#, B22#
Medición	G01B, G01C, G01D, G01F, G01G, G01H, G01J, G01K, G01L, G01M, (G01N not G01N-033), G01P, G01R, G01S; G01V, G01W, G04#, G12B, G99Z
Métodos informáticos para la gestión	G06Q
Microestructura y nanotecnología	B81#, B82#
Motores, bombas, turbinas	F01B, F01C, F01D, F01K, F01L, F01M, F01P, F02#, F03#, F04#, F23R, G21#, F99Z
Muebles, juegos	A47#, A63#
Óptica	G02#, G03B, G03C, G03D, G03F, G03G, G03H, H01S
Otras máquinas especiales	A01B, A01C, A01D, A01F, A01G, A01J, A01K, A01L, A01M, A21B, A21C, A22#, A23N, A23P, B02B, C12L, C13C, C13G, C13H, B28#, B29#, C03B, C08J, B99Z, F41#, F42#
Otros bienes de consumo	A24#, A41B, A41C, A41D, A41F, A41G, A42#, A43B, A43C, A44#, A45#, A46B, A62B, B42#, B43#, D04D, D07#, G10B, G10C, G10D, G10F, G10G, G10H, G10K, B44#, B68#, D06F, D06N, F25D, A99Z
Procesos básicos de comunicación	H03#

Procesos y aparatos térmicos	F22#, F23B, F23C, F23D, F23H, F23K, F23L, F23M, F23N, F23Q, F24#, F25B, F25C, F27#, F28#
Productos farmacéuticos	A61K not A61K-008
Química de Alimentos	A01H, A21D, A23B, A23C, A23D, A23F, A23G, A23J, A23K, A23L, C12C, C12F, C12G, C12H, C12J, C13D, C13F, C13J, C13K
Química de materiales básicos	A01N, A01P, C05#, C06#, C09B, C09C, C09F, C09G, C09H, C09K, C09D, C09J, C10B, C10C, C10F, C10G, C10H, C10J, C10K, C10L, C10M, C10N, C11B, C11C, C11D, C99Z
Química fina orgánica	(C07B, C07C, C07D, C07F, C07H, C07J, C40B) not A61K, A61K-008, A61Q
Química macromolecular, polímeros	C08B, C08C, C08F, C08G, C08H, C08K, C08L
Semiconductores	H01L
Tecnología Ambiental	A62D, B01D-045, B01D-046, B01D-047, B01D-049, B01D-050, B01D-051, B01D-052, B01D-053, B09#, B65F, C02#, F01N, F23G, F23J, G01T, E01F-008, A62C
Tecnología audiovisual	G09F, G09G, G11B, H04N-003, H04N-005, H04N-009, H04N-013, H04N-015, H04N-017, H04R, H04S, H05K
Tecnología computacional	(G06# not G06Q), G11C, G10L
Tecnología de superficie, revestimiento	B05C, B05D, B32#, C23#, C25#, C30#
Tecnología Médica	A61B, A61C, A61D, A61F, A61G, A61H, A61J, A61L, A61M, A61N, H05G
Telecomunicaciones	G08C, H01P, H01Q, H04B, H04H, H04J, H04K, H04M, H04N-001, H04N-007, H04N-011, H04Q
Transporte	B60#, B61#, B62#, B63B, B63C, B63G, B63H, B63J, B64#

Fuente: www.wipo.int/ipstats/en/statistics/patents



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE DISERTACIÓN PÚBLICA

No. 00128

Matrícula: 2123802444

ESPECIALIZACIÓN TECNOLÓGICA
DE PAÍSES EMERGENTES.
BRASIL, MÉXICO, CHINA E
INDIA, 1996-2015.

En la Ciudad de México, se presentaron a las 11:00 horas del día 11 del mes de septiembre del año 2018 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DR. JOSE GABRIEL PORCILE MEIRELLES
DR. MANUEL LARA CABALLERO
DRA. GEORGINA ALENKA GUZMAN CHAVEZ

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretaria la última, se reunieron a la presentación de la Disertación Pública cuya denominación aparece al margen, para la obtención del grado de:

DOCTORA EN ESTUDIOS SOCIALES (ECONOMIA SOCIAL)

DE: KARINA MALDONADO CARBAJAL

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

APROBAR

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



Karina Maldonado Carbaljal

KARINA MALDONADO CARBAJAL
ALUMNA

REVISÓ

LIC. JULIO CESAR DE LARA ISASSI
DIRECTOR DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CSH

DR. JUAN MANUEL HERRERA CABALLERO

PRESIDENTE

Jose Gabriel Porcile Meirelles

DR. JOSE GABRIEL PORCILE MEIRELLES

VOCAL

Manuel Lara Caballero

DR. MANUEL LARA CABALLERO

SECRETARIA

Georgina Alenka Guzman Chavez

DRA. GEORGINA ALENKA GUZMAN CHAVEZ