

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Ciencias Sociales y Políticas



Tipos de conocimiento y crecimiento económico: un análisis en países asiáticos industrializados y México

Tesis para obtener el grado de: Licenciada en Economía

Presenta:

Beatriz Adriana Otero Duarte

Director de tesis:

Dr. Jesús Armando Ríos Flores

Mexicali, B.C a noviembre de 2021

Capítulo 1

Construcción del objeto de estudio: la innovación, el conocimiento y el desarrollo

1.1. Planteamiento del problema

En la globalización, la innovación y la producción de conocimiento tecnológico y su expansión en los sectores productivos son un factor importante para el crecimiento económico. Sener y Saridogan (2011), encuentran que los países con estrategias competitivas globales sustentadas en ciencia, tecnología e innovación presentan patrones de crecimiento económico sostenibles tanto de corto como de largo plazo.

Desde las décadas de 1980, la inversión en conocimiento crece a un ritmo más acelerado que la inversión en capital fijo de las economías industrializadas (Foray, 2004). A su vez las industrias basadas en el conocimiento como la farmacéutica, aeronáutica y electrónica, entre otras, tienen una expansión continua y acelerada, y al mismo tiempo, el número de solicitudes de patente continúa en aumento y cada vez se inscribe un mayor número de peticiones internacionales sobre propiedad intelectual e industrial

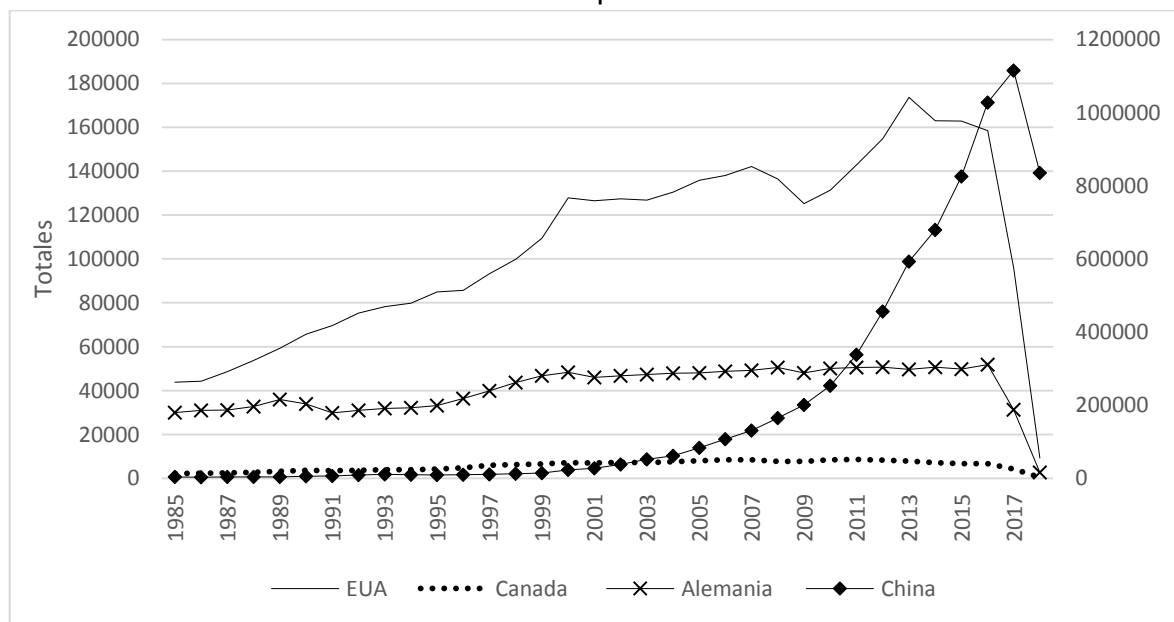
incluso fuera de los países desarrollados (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), 2014).

La revolución de la información ha provocado la expansión de las redes productivas, proporcionando nuevas oportunidades de acceso a la información y creado un ambiente de generación y transferencia de conocimiento acelerado (Aboites & Soria, 2008). Este cambio estructural es claramente observado en las estructuras económicas de los países más competitivos como Estados Unidos, Japón, Alemania, Singapur o Corea del Sur, a su vez estos países han iniciado su transición hacia segmentos industriales y de servicios intensivos en conocimiento tecnológico. Con el cambio estructural de la economía mundial, los países más competitivos son aquellos que poseen industrias ligadas a las actividades científicas que permiten el desarrollo de nuevos productos, que, al poseer una mayor elasticidad de precios, les permite apropiarse de rendimientos crecientes por cada nuevo *set* de tecnología entrante (López-Leyva, et al., 2014).

El surgimiento de este fenómeno técnico-económico ha resaltado un campo del pensamiento económico que basa sus estructuras productivas e institucionales bajo las condiciones en las que se produce el conocimiento, así como sus patrones de difusión y aprendizaje empresarial y social. Pero, no todos los países aprovechan la oportunidad de invertir en conocimiento, debido a que no cuentan con el suficiente recurso para hacerlo. Los países que más han logrado hacerlo son aquellos que están más desarrollados (Ríos & Castillo, 2015). Se puede apreciar en la gráfica 1 el comportamiento que tienen las

patentes, en este caso es la misma patente registrada en diferentes lugares del mundo.

Gráfica 1
Familia de patentes



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de Banco Mundial.

El país que más ha registrado patentes en los últimos años es China, seguido de Estados Unidos. Esto quiere decir que los países con más patentes son los que más invierten en conocimiento y son los que tienen un crecimiento más estable.

La patente denota existencia de un conocimiento nuevo con aplicación industrial, ya sea para mejorar un proceso ya existente, implementar otro o generar un producto nuevo y obtener mayores beneficios (Ríos-Flores & Bajo, 2019). Entonces, la relación de las patentes ¿realmente indican que el país está generando crecimiento? El estudio de la innovación vía patentes es limitado ya

que los esfuerzos tecnológicos no se traducen necesariamente en un mayor número de ellas o incluso del propio avance científico (Nagaoka, Motohashi & Goto, 2010).

Pero la acumulación de conocimiento y su desvalorización, tras el surgimiento del nuevo set de conocimientos tecnológicos, juegan un papel importante en el tema de los rendimientos asociados a los diferentes tipos de tecnologías (Metcalf, 2002). Estos son los ejes en torno a los cuales se desarrolló la noción de las economías basadas en el conocimiento, y con ellos se acuñan múltiples indicadores para observar el comportamiento y el impacto del conocimiento en la vida económica.

En la literatura empírica se ha abordado el tema del conocimiento y sus efectos en el crecimiento desde muy diversas formas. Una de las más utilizadas es el de relacionar las solicitudes de patentes, el gasto en investigación y desarrollo (GIDE), las exportaciones en bienes de alta tecnología o la balanza de pagos tecnológica con el producto interno bruto (PIB) per cápita y analizar los distintos tipos de efectos que generan en éste, apuntando, en términos generales a efectos positivos consistentes en el largo plazo (Hassan & Tucci, 2010; Nagaoka, Motohashi & Goto, 2010).

Al retomar estos efectos desde la perspectiva de la innovación en la economía del conocimiento, principalmente en lo concerniente a su acumulación y desvalorización por efecto del nuevo conocimiento, podemos plantearnos las siguientes interrogantes, ¿Existirán diferencias significativas

entre los distintos tipos de conocimiento respecto al crecimiento económico? y si estas diferencias existen ¿qué tipo de conocimiento presenta mayor efecto positivo en el nivel de ingreso? Estas diferencias pueden surgir por el hecho de que no todo el conocimiento creado presenta las mismas cualidades productivas. Por ejemplo, el conocimiento necesario para la creación de una nueva lente que permita una mejor visión de la profundidad del espacio generará los mismos efectos económicos que la generación de un sistema mecánico que permita una mayor eficiencia en el consumo de combustible o el desarrollo de un nuevo software para los procesos fabriles. Si bien en términos científicos algún conocimiento será más complejo que otro, en términos económicos tal complejidad no necesariamente tendrá mayores efectos en el ingreso, o al menos en un periodo considerable de tiempo (Nelson, 1959).

1.2. Objetivos e hipótesis

El objetivo de este trabajo es determinar si existen diferencias significativas entre los distintos tipos de conocimiento, principalmente patentable, en el crecimiento económico y, a su vez, determinar cuál tipo de conocimiento presenta mayor efecto positivo en el ingreso. En este sentido la hipótesis de este trabajo es que existen diferencias significativas entre los efectos en el crecimiento económico de los distintos tipos de conocimiento patentable, siendo los mayores, el de las patentes intensivas en conocimiento –como la farmacéutica, cómputo y comunicación, así como, eléctrica y electrónica– que las convencionales como las de química, mecánica y otras tecnologías.

Para responder a los objetivos planteados, la estructura del documento consta de 5 apartados. En el primer apartado se presenta una revisión de la literatura a partir de la visión de la economía de la innovación y de los paradigmas tecnológicos. En el segundo, se presenta la metodología. Por una parte, se presenta la clasificación del conocimiento desde los distintos campos tecnológicos de las patentes. Por otra parte, se presenta el modelo empírico, el cual se sustenta en un modelo de serie de tiempo. Finalmente, en los apartados 4 y 5 se presentan los resultados y las conclusiones respectivamente.

Capítulo 2

Conocimiento, innovación y crecimiento económico, bajo los campos tecnológicos de las patentes

2.1. La innovación y el crecimiento

Son muchos los factores que pueden impulsar una economía, pero la innovación hoy en la era de la globalización es considerada como el factor principal (Ríos-Flores, 2020), esto porque con la generación de técnicas productivas se incentiva la productividad, el ahorro, las nuevas inversiones y por tanto la tasa de crecimiento del producto.

Con altos índices de innovación los países se vuelven más competitivos, esto causa tener más conocimiento y por ende más mano de obra calificada, especialización y actividades tecnológicas. En este sentido, la innovación es el elemento clave en la definición de una estrategia de incremento de productividad, y como instrumento de diferenciación del producto y de crecimiento de la cuota de mercado (Andreoni, 2014).

Al volverse más productivos y competitivos hay una mayor distribución de bienes y servicios, circula más capital y a consecuencia de esto las cuotas de mercado aumentan, esto genera mayores niveles de ganancia y un alto crecimiento económico. Si no hay innovación, no existe desarrollo económico, el que exista innovación en la economía es de gran importancia, si existe innovación hay una mayor probabilidad de que el crecimiento económico aumente y se mantenga estable.

Schumpeter (1944) menciona que la innovación y el cambio tecnológico son fundamentales para el proceso económico, debido a que estos son información y conocimiento que se transforma en nuevos productos o procesos, formas de comercialización y organización empresarial, así como novedosas formas de vinculación entre los agentes. Aparte de que es generadora de nuevos productos o conocimiento, también nos sirve para diseñar cosas que optimicen los procesos productivos.

Hoy en la actualidad va en aumento el que las grandes economías logren alcanzar el éxito, esto se debe a la incorporación de la innovación en las actividades económicas debido a que generan efectos positivos, por lo expuesto en la CEPAL (2008), la existencia de una relación entre innovación y desarrollo es indudable, nuevos productos, nuevos procesos y nuevas formas de organizar la producción, cambian cualitativa y cuantitativamente la estructura de la economía y de la sociedad.

La mayoría de los países apuestan en la innovación, mediante el incremento en el GIDE, y al fortalecimiento generalizado de las actividades

tecnológicas, pero sus resultados económicos no siempre son los esperados (Dosi *et al.*, 2006). El proceso de innovación requiere de capital, transferencia tecnológica, pero a su vez, también es requerida para generar oportunidades de inversión rentable y, por lo tanto, mantener un acelerado crecimiento de capital por trabajador.

Uno de los mecanismos por los que se puede promover el crecimiento económico es la existencia de factores e instituciones que posibilitan un aumento continuo del acervo de capital, así como también una eficiente movilidad de recursos hacia actividades productivas, y todo ello requiere de innovación, de transferencia tecnológica, pero a su vez la innovación también es requerida para generar oportunidades de inversión rentable y, por lo tanto, mantener un acelerado crecimiento de capital por trabajador.

Existen tres razonamientos que se refieren a la forma en la que se genera el crecimiento. El primero, establece que la economía crece porque los trabajadores tienen cada vez más capital para trabajar (Solow, 1957), por tanto, la clave del crecimiento es la inversión. El segundo, asume que la economía crece porque los trabajadores son más calificados y productivos (Schultz, 1961), por lo que la clave del crecimiento es la educación y la práctica. El tercer, relaciona el crecimiento económico con el progreso tecnológico, asumiendo que hoy somos más productivos porque las máquinas que utilizamos son mejores y el nivel de conocimientos existente es superior al anterior (Romer, 1990), por lo que la clave es la innovación.

Esta innovación se puede ver desde tres distintos puntos de vista. El primero, es en innovaciones radicales, la que provoca grandes cambios tecnológicos y productivos. El segundo, las innovaciones progresivas, que alimentan de manera continua el cambio tecnológico. Por último, la destrucción creativa, que causa la destrucción del valor en activos pasados mediante la sustitución de bienes y tecnología obsoleta por una más moderna (Ríos, 2018). Al mediano y largo plazo, las innovaciones terminan generando más riqueza de la que ha destruido y el balance termina siendo positivo, dando lugar finalmente a la generación de crecimiento económico (Schumpeter, 1944).

Es importante destacar que la innovación va más allá de la investigación y desarrollo en la medida que comprende todas las fases científicas y técnicas en la solución de problemas, se plantea a los diversos sectores productivos, en lógica de que todo nuevo conocimiento no ligado a la vida económica se denomina invento, mientras que el directamente asociado a ella se denomina innovación (Ríos-Flores & Bajo, 2019).

Los países y las organizaciones se vuelven más competitivos, tal es el caso de las empresas, que hoy a causa de la globalización cada vez hay más contacto con las industrias de otros países y el no innovar crea un efecto negativo haciendo que las empresas que no innovan no duren mucho tiempo en el mercado.

2.2. El contexto de la innovación

La relación de innovación-crecimiento no surge en el vacío o por accidente de la naturaleza, para que exista innovación en la economía se requiere instituciones de formación e investigación de excelencia, así como también empresas que desarrollen proyectos innovadores con una estructura productiva que genere conocimiento y corporaciones de apoyo a la inversión, que contribuyan a la articulación entre los agentes y la difusión generalizada de los nuevos paradigmas tecnológicos.

Los países en vías de desarrollo requieren varias capacidades si es que quieren hacer de la innovación para el desarrollo una realidad, se debe hacer el diseño de políticas y programas de innovación. Por ejemplo, en las economías avanzadas, la innovación es un elemento importante en el programa de la política pública y en la toma de decisiones (Villarreal, 2012).

Las medidas estructurales para promover la innovación incluyen el aumento de la inversión en I+D y en educación, así como la simplificación de los trámites para la creación de nuevas empresas o para el cierre de las empresas en quiebra. Por su parte, las empresas pueden facilitar la innovación invirtiendo en la formación de sus empleados y en investigación y desarrollo. Para que se pueda producir, la innovación requiere del cumplimiento de varios factores, en particular y como para cualquier proceso productivo, se requiere de trabajo y de la acumulación de capital. La innovación se puede entender como una forma de conocimiento aplicado a la producción o como producto en sí

mismo. A causa de esto el conocimiento es el acceso principal para la innovación (Ríos-Flores, 2020).

Los mercados de conocimiento son un medio importante para difundir y combinar el conocimiento, ya sea de fuentes formales o informales, siendo los principales lugares en los que se genera el conocimiento las universidades y centros públicos y privados de investigación. Las empresas son las encargadas de convertir el conocimiento en producción, y los centros tecnológicos y las empresas de bienes de equipo y servicios avanzados son encargados de apoyar la innovación. El sistema también cuenta con instituciones encargadas de financiar las actividades de innovación, así como las organizaciones gubernamentales y agencias de desarrollo que son los encargados de soportar legalmente y salvaguardar los derechos de propiedad (Villareal, 2012).

La mejora en el conocimiento tecnológico, las potenciales economías de escala y el factor sustitución tienen conjuntamente una influencia decisiva en la variación de la productividad y las tasas de crecimiento entre industrias, de esto se desprende el que los países con un mayor volumen de innovación tienden a generar un nivel mayor de valor agregado por trabajador, o PIB per cápita, que el resto de los países.

Un resultado de la innovación es el adquirir un tipo poder de monopolio o de patente. El derecho de patente concede el beneficio exclusivo y temporal de los usufructos de la innovación al inventor, a condición de que la innovación esté divulgada al público. La demanda de una nueva patente permite maximizar las ganancias del que innova porque son incentivos potentes para que los

individuos o las empresas generen nuevos productos o procesos, mediante la expectativa y la apuesta de futuras ganancias, sirviéndose así su interés particular.

Con la globalización ha sido más fácil distinguir los territorios en los que está surgiendo la innovación, forjándose entornos innovadores, entendiendo por ello a la capacidad que tiene un territorio o una región para acumular talentos y practicas encaminadas a la producción, transmisión y acumulación de conocimientos, potencializando la actividad productiva y competitiva (Ríos-Flores & Bajo, 2019).

De acuerdo con la CEPAL (2008) la innovación orientada por políticas públicas estables en el tiempo es capaz de lograr avances simultáneos hacia varios objetivos: competitividad, inclusión y sustentabilidad. A consecuencia de esto se han realizado distintos estudios en los que se menciona que, en la economía contemporánea, el sector servicios ha adquirido una creciente importancia dado que, en su producción y gestión, se incluyen generalmente innovaciones.

Los servicios son insumos esenciales en muchas actividades y desempeñan un papel central en la dinámica del crecimiento económico y la productividad al posibilitar el mejoramiento de la intermediación financiera, la infraestructura, el uso de las TIC, la educación, la salud y el aparato público. El sector servicios en los países más desarrollados representa un tercio del Producto Interno Bruto. Por ejemplo, de acuerdo con datos de la CEPAL (2008) a consecuencia de incluir en la innovación en este sector entre 1990 y 2007 en

la economía mundial en su conjunto, el comercio transfronterizo de servicios se triplico y el acervo de inversión extranjera directa se multiplico drásticamente, pasando de 947 mil millones de dólares a 10 billones de dólares.

Capítulo 3

Diseño metodológico

3.1. Los campos tecnológicos de las patentes

Las patentes y otras formas de protección industrial constituyen una forma de fomentar la innovación y la actividad inventiva, pero además constituyen una fuente de información tecnológica. La idea de usar las patentes en la investigación económica se remonta principalmente a los trabajos de Schmookler (1966), Scherer (1982) y Griliches (1990), continuando en una gran cantidad de trabajos hasta hoy. En los trabajos de Schmookler y Griliches, así como en la mayor parte de los trabajos actuales, relacionan los stocks o flujos de patentes (solicitadas o concedidas) con la innovación y el desempeño económico. En estos casos el análisis de las patentes es realizado sólo por su aspecto temporal dejando de lado las variantes tecnológicas contenidas en las mismas (Hall, Jaffe & Trajtenberg, 2001). En el caso de Scherer, realizó un estudio donde clasificó 15,000 patentes por su origen y uso industrial y presenta una matriz de flujos relacionados con el GIDE en las industrias, presentando conclusiones similares a las de Pavitt (1984) donde las industrias y el conocimiento ligados a la ciencia presentan un mayor efecto en la productividad.

Cuadro 1
Clasificación de las patentes por tipos de tecnología

	Campos tecnológicos	Sub-campos tecnológicos
Intensivos en conocimiento	Eléctrica y electrónica	Maquinaria eléctrica, aparatos y energía; Tecnología audiovisual; Semiconductores; IT de medición
	Cómputo y comunicaciones	Telecomunicación; Comunicación digital; Procesos básicos de comunicación; Tecnología informática
	Farmacéutica	Materiales para análisis biológico; Tecnología médica; Biotecnología; Farmacéutica; Química macromolecular y polímeros; Microestructuras y nanotecnología
Convencionales	Mecánica	Óptica; Materiales y metalurgia; Manejo; Maquinas herramientas; Motores, bombas y turbinas; Otras máquinas especiales; Componentes mecánicos; Transporte
	Química	Productos orgánicos elaborados; Química de alimentos; Química de materiales; Tecnología de superficie y recubrimiento; Ingeniería química
	Otras tecnologías	IT métodos para administración; Control -Tecnología ambiental; Maquinaria textil y de papel; Procesos y aparatos térmicos; Mobiliario y juegos; Otros bienes de consumo; Ingeniería civil

Fuente: Adaptado de Hall, Jaffe y Trajtenberg (2001) para hacerlo coincidir con la clasificación de los campos tecnológicos manejado por la OMPI.

Dentro de los usos de la información tecnológica contenida en una patente se encuentra los siguientes: 1) Investigación sobre el estado de la ciencia con fines tecnológicos; 2) evaluación y promoción de la tecnología; 3) transferencia y 4) marketing y análisis de la competencia. Los puntos 1 y 3 son

convenientes para evitar duplicidades en los esfuerzos inventivos dado que la patente contiene información técnica detallada e histórica de una tecnología. Los puntos 2 y 4 son convenientes para el análisis estructural y temporal de las tecnologías en el ámbito industrial, regional o de un área económica concreta en términos de mercado. En el cuadro 1 se presenta una clasificación de las patentes según su campo tecnológico (tipo de conocimiento industrial) basados en los puntos anteriores.

Con la clasificación por campo tecnológico es posible diferenciar entre patentes convencionales con tecnologías típicas del fordismo (mecánica, química y otras tecnologías) y las intensivas en conocimiento que sirven de base a la globalización (comunicación y cómputo, farmacéutica y electrónica) (Aboites & Soria, 2008).

Con esta clasificación es posible determinar la orientación tecnológica de la industria y el efecto de los diferentes tipos de conocimiento en la economía. Para determinar el impacto de los distintos tipos de conocimiento en el desempeño económico se presenta una función como la siguiente:

$$Y_{it} = f(ER_{it}, X_{it}^{ja}) \quad (1)$$

donde Y_{it} representa el desempeño económico del sujeto i en el tiempo t . ER representa el entorno regional con respecto al flujo de recursos productivos. Mientras X_{it}^{ja} representa el tipo de conocimiento j que puede ser convencional o intensivo del campo tecnológico a . En este sentido, en la función (1) el

desempeño económico viene determinado por el entorno tecno-económico asociado a cada región.

3.2. Ventaja tecnológica revelada

3.3. El modelo empírico

La contrastación empírica de la función (1) se prueba mediante un modelo de datos de serie de tiempo para una muestra de 3 países en el periodo 1989-2018 con datos anuales. Los países que integran la muestra son China, Japón y Corea del Sur, fundamentada por la diversidad productiva existente entre los países y con esto fortalecer los resultados.

Las especificaciones del modelo empírico ajustado al estudio de campos y Sub-campos tecnológicos se estiman de la siguiente forma:

$$CHPIBw_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1i}CHINV_{it} + \beta_2CHINT_{it-1} + \beta_3CHCONV_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$JPIBw_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1i}JPINV_{it} + \beta_2JPINT_{it-1} + \beta_3JPCOV_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$KPIBw_{it} = \alpha_{it} + \beta_{1i}KINV_{it} + \beta_2KINV_{it-1} + \beta_3KCOV_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Donde *CH*, *JP* y *K* representan a los países de China, Japón y Corea del Sur respectivamente, siendo *t* el tiempo. El símbolo α representa la constante y β representa la elasticidad asociada a cada variable. *INV* representa la inversión, mientras que *CONV* e *INT* representa las solicitudes de patentes convencionales e intensivas. Las variables asociadas a los campos tecnológicos de las patentes, como variables *proxy* del conocimiento, se

presentan con un periodo de rezago en el sentido de que todo nuevo conocimiento necesita un cierto periodo de maduración para que, vía imitación en un proceso de convergencia tecnológica, genere efectos perceptibles en la economía agregada (Mansfield, 1961). Finalmente PIB_w representa el PIB por trabajador. En las ecuaciones (2), (3) y (4) el producto por trabajador depende de los flujos de inversión y de su dinámica.

Las ecuaciones (2), (3) y (4) se estiman bajo el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) el cual consiste en minimizar la suma de los cuadrados de las distancias verticales entre los valores de los datos y los de la regresión estimada, es decir, minimizar la suma de los residuos al cuadrado, teniendo como residuo la diferencia entre los datos observados y los valores del modelo.

Las ecuaciones representan el PIB per cápita mientras que las variables de las patentes por campo tecnológico representan las variantes del conocimiento patentable, no sólo reflejo del tipo de conocimiento existente en una economía sino de la estructura productiva en términos de los sectores industriales actuales.

Adicionalmente se analizarán los efectos de corto y largo plazo del PIB per cápita con los subcampos tecnológicos que son de las patentes intensivas y el subcampo de las patentes convencionales con la inversión, para cada país China, Japón y Corea. Para esto se emplea la metodología de cointegración, la cual está conformada por la metodología de Johansen. Para la metodología mencionada primero es necesaria la relación de pruebas de raíz unitaria,

Dickey-Fuller (DF), Dickey-Fuller Aumentada (DFA), Philips-Perron (PP) y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS), con el fin de conocer si las series utilizadas en el modelo son integradas de orden 1.

La hipótesis nula de la prueba DF es $H_0: \alpha = 0$, es decir que la serie no es estacionaria y presenta raíz unitaria. La prueba de Dickey-Fuller se aplica bajo el siguiente esquema:

$\Delta y_t = \alpha y_{t-1} + u_t$, la cual representa una caminata aleatoria simple.

$\Delta y_t = \phi_1 + \alpha y_{t-1} + u_t$, siendo una caminata aleatoria con variación.

$\Delta y_t = \phi_1 + \phi_2 t + \alpha y_{t-1} + u_t$, añadiendo un componente de tendencia.

La prueba DFA incluye a los rezagos de las diferencias de la variable dependiente. En ella se mantiene la hipótesis nula de $H_0: \alpha = 0$, y se estima la especificación:

$$\Delta y_t = \phi_1 + \phi_2 t + \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta_{t-i} + \varepsilon_i$$

La prueba PP se basa en un método no paramétrico para controlar el problema de correlación serial, es un proceso de AR(p) para $p > 1$. se añade el estadístico $Z\hat{\rho}_\mu = (\hat{\rho} - 1) - CF$, en el cual CF representa un factor de corrección con el fin de examinar el problema de correlación serial de orden elevado en una serie (Castillo & Varela, 2010) y con esto se mantiene la hipótesis nula de $H_0: \alpha = 0$.

La prueba KPSS a diferencias de las antes mencionadas, considera la estacionariedad de la serie como hipótesis nula, por lo que $H_0: \alpha < 1$. A partir de

estas pruebas se presenta el concepto de cointegración (Castillo & Varela, 2010) tomando en cuenta dos procesos estocásticos integrados de orden 1, suponiendo que una combinación lineal de y_t y x_t estaría integrada de orden 1, representada de la forma:

$$y_t - p_1 x_t = \varepsilon_t \sim I(0)$$

La metodología de cointegración de Johansen, la cual se basa en analizar un vector de corrección de error (VEC) parte del modelo siguiente:

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \varepsilon_t$$

$$\text{donde } \Pi = \Pi_1 - I.$$

Se supone que se presenta una raíz unitaria en el vector autoregresivo (VAR) de interés, por lo que se presume que el eigenvalor de Π_1 , es 1 (ver cuadro 2). A partir de ello, para identificar la existencia de cointegración es por medio de la determinación del rango de la matriz Π .

Cuadro 2
Rangos de cointegración

Rango de cointegración	Interpretación
$r = n$	Π tiene un rango completo, el VAR es estacionario en niveles.
$1 \leq r \leq n - 1$	Π tiene un rango reducido, por lo que presenta r relaciones de cointegración.
$r = 0$	Determina que $\Pi = 0$, a si que no se presentan relaciones de cointegración y se debe estimar VAR en primeras diferencias.

Fuente: Elaboración propia con información de Varela y Castillo (2010).

Por otra parte, para conocer cuántos vectores de cointegración están comprendidos, se analiza el número de eigenvalores de Π diferentes a 0. Asimismo, Johansen expone dos estadísticos para determinar el número de vectores, los cuales son: a) estadístico de traza y; b) estadístico del máximo eigenvalor. En este mecanismo la prueba de hipótesis es secuencial, se comienza por comprobar la existencia de al menos un vector de cointegración hasta la existencia de $n-1$ vectores (Castillo y Varela, 2010).

3.4. Datos

En el cuadro 3 se presenta un resumen estadístico de las variables sujetas al modelo para una exploración previa de su estructura, en el cual se pueden observar las medidas de dispersión de los indicadores, el cómo se alejan los datos del promedio obtenido y la distribución que existe dentro de los límites obtenidos. Se observa que la variable PIB en Corea del Sur tuvo una mayor dispersión de los datos es de 14156.67, mientras que en Japón fue de 8131.258 y China cuenta con una dispersión de 6152.426 y esto significa que mientras mayor es la dispersión de los datos con respecto a la media que en Corea del Sur fue de 52175.44, Japón 64436.73 y China 11110.45. Sin embargo, la mayor concentración del máximo de las patentes intensivas en conocimientos se encuentra en Japón con 2526.885 y el más bajos se está en Corea del Sur con un máximo de 72.9.

Entonces el modelo planteado presenta una relación entre una variable de desempeño como el PIB por trabajador y el entorno tecnológico asociado a

los distintos tipos de conocimiento y la inversión como una variable de ajuste. En este caso el ingreso considerado es producto interno bruto por trabajador ajustado por su paridad de poder de compra en dólares de 2010, mientras que la inversión se toma en proporción al PIB agregado. Ambos indicadores se obtienen de *Penn World Table 9.1* (Heston, Summer & Aten, 2012).

Cuadro 3
Estadísticas descriptivas para el total de la muestra (1980-2018)

Variables	Media	Max	Min	Des. Std.
China				
Producto interno bruto por trabajador	11110.45	23236.39	4540.69	6152.42
Inversión	5087.41	10747.41	1694.42	3162.60
Patentes intensivas en conocimiento	120.63	654.92	1.64	180.53
Patentes convencionales	177.60	1112.99	5.38	288.55
Japón				
Producto interno bruto por trabajador	64436.73	74784.48	47403.50	8131.25
Inversión	18475.43	21000.46	16323.89	1413.45
Patentes intensivas en conocimiento	1944.89	2526.88	1250.23	288.43
Patentes convencionales	2545.78	3223.96	1866.72	398.67
Corea del Sur				
Producto interno bruto por trabajador	52175.44	73114.66	26221.39	14156.67
Inversión	18266.79	25771.33	10314.56	4529.12
Patentes intensivas en conocimiento	1471.06	2771.15	72.92	978.94
Patentes convencionales	1633.68	2987.82	87.14	115.31

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 4 se presenta la participación de las solicitudes de patente por campo tecnológico en los tres países. Para el año 2000 la proporción mayor de solicitudes de patentes se encontraba en China, en las áreas convencionales

con el 64%, principalmente en el área de química con 26%. Por otro lado, las patentes intensivas que mayor efecto representaban fueron las de Corea del Sur con 57%, principalmente las patentes de eléctrica y electrónica con 31%. La evolución de las solicitudes de patentes se ha orientado hacia las áreas intensivas con una diferencia en las tasas de crecimiento de 4%, siendo las de mayor crecimiento las del área de cómputo y comunicación con 27% la mayor de los tres países. En este sentido en 2018 las solicitudes de patentes convencionales de Corea del Sur superan a las intensivas al pasar a representar el 58% del total.

Cuadro 4
Participación por campo tecnológico y crecimiento promedio de las solicitudes de patentes (%)

Campo tecnológico	2000	2005	2010	2015	2018	Crecimiento promedio
Intensivas China	36	47	45	39	37	24
- Eléctrica y Electrónica	33	79	30	21	29	24
- Computo y Comunicación	51	50	20	17	14	27
- Farmacéutica	36	75	17	29	16	24
Convencionales China	64	53	55	61	63	21
- Mecánica	21	84	29	32	39	22
- Química	26	18	16	17	15	20
- Otras tecnologías	17	16	16	19	21	23
Intensivas Japón	42	42	45	43	40	1
- Eléctrica y Electrónica	24	24	26	24	22	2
- Computo y Comunicación	12	12	13	12	10	2
- Farmacéutica	5	6	6	7	7	1
Convencionales Japón	58	58	55	57	60	0
- Mecánica	30	29	29	29	29	1
- Química	8	7	7	7	7	1
Intensivas Corea del Sur	57	50	45	46	42	17
- Eléctrica y Electrónica	31	27	23	22	20	17
- Computo y Comunicación	23	18	15	15	13	18
- Farmacéutica	3	5	7	8	9	16
Convencionales Corea del Sur	43	50	55	54	58	17

- Mecánica	21	24	23	23	24	17
- Química	6	8	8	9	11	14
- Otras tecnologías	16	18	24	22	23	19

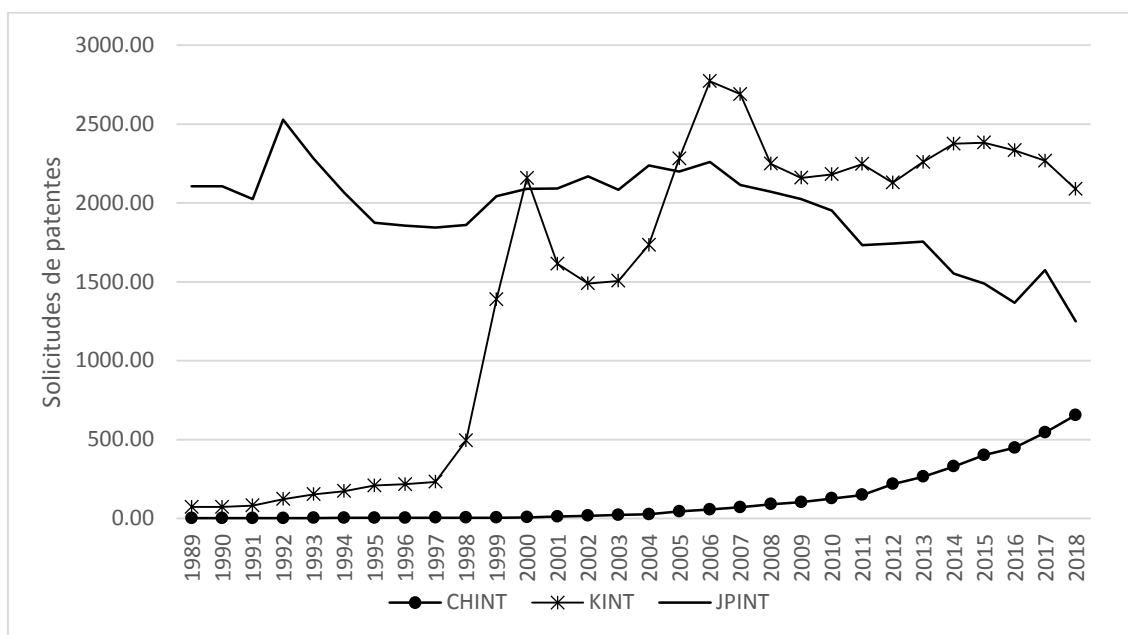
Fuente: Elaboración propia con datos de OMPI.

Con la información de los cuadros 3 y 4 parece identificarse un patrón de conducta bien definido donde las áreas intensivas del conocimiento, situación asociada a posibles cambios de paradigmas tecnológicos e industriales ligados a dicho conocimiento, presentan una dinámica positiva y con crecimiento promedio superior a la de los campos convencionales.

En la gráfica 2 y 3 se presenta la evolución de las solicitudes de patente por campo tecnológico en los tres países para visualizar los patrones de cambio tecnológico entre ellos. Se puede observar en la gráfica 2 el comportamiento de los campos tecnológicos a través de los años, en este caso de los campos intensivos, se aprecia que Corea del Sur en 1998 aumento considerablemente y para el 2005 fue mucho mayor su aumento, sin embargo, China tiene un comportamiento menor pero estable que ha venido al alza en los últimos años. Por otro lado, Japón el mayor impulso lo tuvo en 1991 y de ahí fue teniendo un crecimiento estable, pero con pequeñas bajadas y subidas. Esto quiere decir que, de los tres países, Japón se ha orientado más al tipo de conocimiento intensivo. En el caso de China el incremento en las solicitudes es un tanto explosivo a partir del año 2000, sobre todo en las patentes ligadas a las industrias típicas de las industrias manufactureras, como la eléctrica y electrónica y el cómputo y la comunicación. En la gráfica tres se presentan las

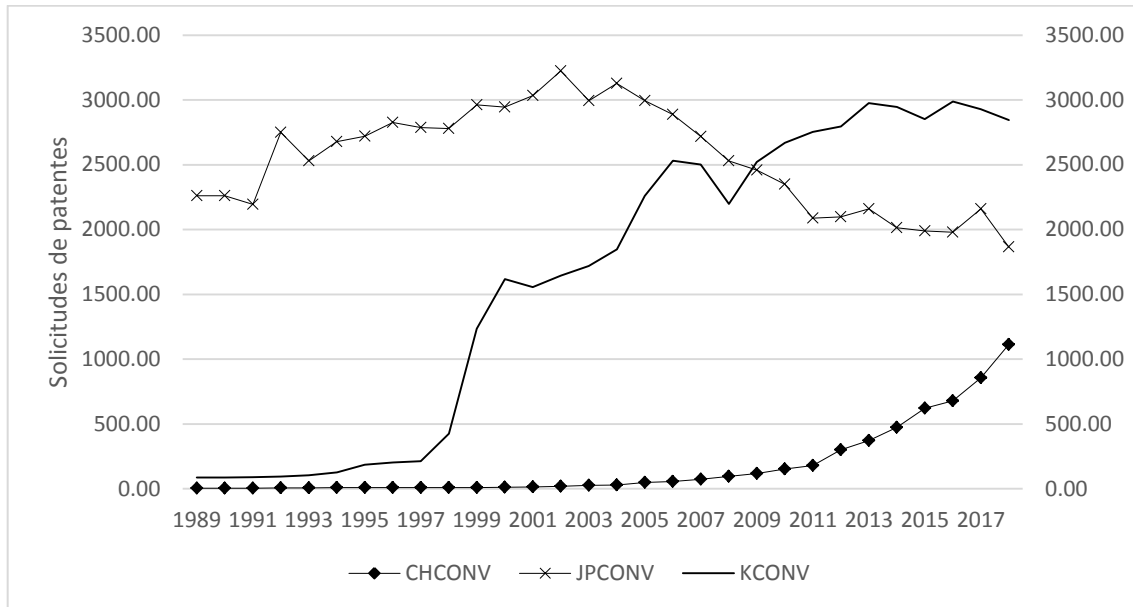
patentes convencionales en las cuales el mayor impacto lo tuvo China dedicándose a las áreas tradicionales.

Gráfica 2
Evolución de las patentes intensivas



Fuente: elaboración propia, datos obtenidos de OMPI

Gráfica 3
Evolución de las patentes convencionales



Fuente: elaboración propia, datos obtenidos de OMPI.

Capítulo 4

Resultados: ventajas tecnológicas y efectos del tipo de conocimiento

4.1. Ventajas tecnológicas

4.2. Las estimaciones

La hipótesis planteada en este documento está orientada hacia un posible efecto diferenciado entre los diferentes tipos de conocimiento y además que el conocimiento de frontera es el de mayor valor económico, por lo que su validación requiere que los estimadores sean significativos, ya sea con signos y parámetros iguales o diferentes. En el cuadro 5 se presentan las estimaciones de las ecuaciones (2), (3) y (4) en términos logarítmicos para los países de la muestra y verificar en forma general los requerimientos de la hipótesis.

Cuadro 5

Estimación de las ecuaciones por MCO

	China	Core del Sur	Japón
Constante			0.01 (0.00)
Inversión	0.42* (0.00)	0.70* (0.00)	0.22* (0.00)
Intensivas	0.063* (0.01)	0.35* (0.00)	0.08* (0.02)
Convencionales	0.071* (0.02)	0.03 (0.00)	0.10* (0.08)
R2	.44	.57	.41
White	0.76 (0.60)	0.39 (0.87)	1.04 (0.45)
Brush-Goodfrey	0.89 (0.42)	0.29 (0.74)	0.55 (0.58)
	β_1 -1.58	β_1 -1.21	β_1 -1.98
VIF	β_2 -3.02	β_2 -1.24	β_2 -1.41
	β_3 -2.24	β_3 -1.06	β_3 -1.74

Fuente: elaboración propia. El * representa la significancia al 5%, mientras que en las pruebas se presentan sus estadísticos y entre paréntesis su probabilidad. Todas las regresiones son tomadas en diferencias.

En el caso de China, las solicitudes de patentes intensivas tuvieron un efecto positivo del 6.3% y las convencionales del 7.1%. En el caso de Corea de Sur la variable inversión es más positiva que en las otras dos regresiones, por otro lado, las patentes convencionales presentan un impacto positivo del 3% pero es menor que las intensivas debido a que presentan efectos positivos del 35%. Para Japón sus patentes intensivas presentaron efectos positivos del 8% pero tuvieron menor efecto a comparación de China y Corea del Sur, mientras que las convencionales presentaron efectos positivos. En el país que mayor efecto tuvo la patente en el PIB fue Corea del Sur causando efectos más rápidos, después China que presentó un efecto más lento, siendo las convencionales las más importantes y al final Japón que presentó efectos más retardados en el PIB.

Con estos resultados se puede observar que el grado de explicación al PIB mediante las patentes es pequeño, porque China, Japón y Corea del Sur dependen más del comercio. Por último, se observa que las regresiones son confiables por que se pasan las pruebas de que no hay heterocedasticidad, ni autocorrelación y tampoco multicolinealidad.

Las patentes convencionales presentan efectos consistentemente positivos en los países desarrollados, de crecimiento acelerado y de crecimiento lento. Las patentes intensivas son consistentemente positivas en todos los casos y presentan efectos mayores para los países de crecimiento acelerado como el que ha tenido china en los últimos años.

Por otra parte, se realizarán las relaciones de cointegración de procesos a largo plazo, entre las variables PIB, Inversión, Intensivas y Convencionales para los países como China, Japón y Corea con el objetivo de conocer que tan robusta es la relación entre ellas a largo plazo, además el poder comparar el comportamiento de estas variables entre los países asiáticos y cuál de ellas es la que tiene una fuerte relación de cointegración. En el cuadro 6 se presentan resultados de las pruebas DFA, PP y la KPSS.

Cuadro 6

Pruebas de raíces unitarias para las series 1980-2018 con datos anuales

Variable	Dickey-Fuller		Dickey-Fuller A		Phillips-Perron		KPSS	
	Nivel	1ra. Diff.	Nivel	1ra. Diff.	Nivel	1ra. Diff.	Nivel	1ra. Diff.
JPIB	-1.536	-5.096***	-1.915*	-2.828*	-1.505*	-5.135***	-0.414***	0.086
JPINV	-1.907	-4.340***	-1.948**	-2.666***	-1.927*	-4.318***	0.335***	0.101
JPINT	-1.204	-6.067***	-1.001	-2.686*	-1.330	-6.178***	-0.388***	-0.05
JPCONV	-2.597*	-5.911***	-1.864	-1.897	-2.516*	-6.116***	0.501***	0.059
KPIB	-2.339***	-5.297	-2.476*	-2.511*	-2.284*	-5.363***	0.863***	0.077
KINV	-4.795***	-3.920***	-3.031**	-2.521*	-4.634***	-3.845***	0.437***	0.109
KINT	-1.487	-3.206**	-1.678	-2.723*	-1.370	-3.078**	0.387***	0.181**
KCONV	-0.573	-3.307**	-0.786	-2.115	-0.670	-3.156	0.238***	0.188**
CHPIB	-0.515	-7.604***	-0.763	-4.193***	-0.475	-7.968***	0.198**	0.422**
CHINV	-1.166	-3.629**	-0.551	-2.301	-0.965	-3.562**	0.198**	0.127*
CHINT	0.851	-4.629***	0.508	-3.113	0.696	-4.629***	0.382***	0.094
CHCONV	0.795***	5.219***	0.691***	-2.136	0.569	-5.357**	0.365***	0.190**

Fuente: Elaboración propia. Los estadísticos con *, **, ***, representan la significancia de 10%, 5% y 1% respectivamente. Las variables están expresadas en logaritmos.

Es importante mencionar que en el cuadro 6, se muestran los resultados y estos apuntan a que se cumplen las condiciones necesarias para que se aplique la cointegración, es decir cada una de las series son integradas de tipo orden 1. En segundo lugar, se presenta el cuadro 7, con los resultados de la aplicación metodológica de Johansen que está representada por dos pruebas, la prueba eigenvalor máximo y la prueba de la traza, exponiéndose los vectores de cointegración respecto al PIB per cápita a largo plazo.

Cuadro 7

Prueba de cointegración de Johansen respecto al PIB

País	Maximum rank	Traza		Eigenvalor máximo	
		Estadístico	Valor crítico	Estadístico	Valor crítico
Japón	0	82.9709	53.12	39.0585	28.14
	1	17.9089*	19.96	10.9235	15.67
	2	6.9854	9.42	6.9854	9.24
Corea	0	94.4427	53.12	49.9022	28.14
	1	17.7963	19.96	12.8174	15.67
	2	4.9789	9.42	4.9789	9.24
China	0	106.2076	54.64	54.3010	30.33
	1	14.5757	18.17	13.6939	16.87
	2	0.8818	3.74	0.8818	3.74

Fuente: Elaboración propia, resultados de las pruebas de Johansen.

En el cuadro 7, se puede observar los resultados de los vectores de cointegración que cada uno representa para las tres variables mencionadas anteriormente. Existe una relación positiva a largo plazo con el PIB per cápita de cada uno de los países, debido a que los resultados presentan signos positivos. Por ejemplo, para el caso de China se puede observar que en el primer estadístico de la traza existen 1, 2 o 3 relaciones de cointegración.

Por otro lado se encuentran los resultados de la prueba Eigenvalor, en el cual se puede observar que en el estadístico 1, que es resultado de la ecuación 0, para el caso de Japón el estadístico del eigenvalor 39.0585 es mayor al valor crítico del 5% (28.14), entonces se rechaza H_0 , si hay cointegración, y en los resultados de la traza en el caso de Japón para el caso de los renglones 2 y 3 el estadístico es menor al valor crítico del 5%, entonces no se rechaza H_0 de que hay 1, 2 y 3 relaciones de cointegración.

En el cuadro 8 se presentan los resultados de las ecuaciones de cointegración, el comportamiento de los coeficientes de cada una de las ecuaciones y el comportamiento de las variables de cada país y su estadístico Z.

Cuadro 8

Ecuaciones de cointegración

Variable	Coeficiente	Estadístico Z
JPPIB	1	
JPINV	2.76694	2.88

JPINT	4.70546	8.07
JPCONV	-4.39732	-7.22
KPIB	1	
KINV	-1.23814	-11.71
KINT	-0.77691	-8.79
KCONV	0.84074	6.90
CHPIB	1	
CHINV	-0.97715	-2.45
CHINT	0.49212	1.94
CHCONV	-0.59480	-4.07

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar el comportamiento de cada uno de los campos tecnológicos, convencionales e intensivos sobre el PIB per cápita. En el caso de Japón se aprecia que el campo tecnológico de las patentes convencionales tiene una fuerte relación con el producto interno bruto, con un valor de 4.39732, presentando resultados positivos y esto es consistente con la teoría antes mencionada, ya que Japón es uno de los países que genera más tecnología tradicional, pero para China el campo tecnológico de las patentes intensivas presenta una mayor explicación. Es interesante cada uno de los resultados que se presentan para cada uno de los países.

Con los resultados obtenidos tanto en la regresión de Mínimos Cuadrados Ordinarios y la regresión de cointegración, bajo la metodología de Johansen, las variables tienen una fuerte relación a largo plazo, con relaciones

estables a largo plazo ya que los resultados son consistentes teórica, empírica y estadísticamente.

Capítulo 5

Conclusiones

5.1. Conclusiones y recomendaciones

La innovación va más allá de la investigación y desarrollo en la medida que comprende todas las fases científicas y técnicas, en la solución de problemas para los diversos sectores productivos, ya que todo nuevo conocimiento no ligado a la vida económica se denomina invento, mientras que el directamente asociado a ella se denomina innovación (Ríos & Bajo, 2019).

Con los resultados obtenidos es posible confirmar la hipótesis planteada. Primero, sí existen diferencias significativas entre los distintos tipos de conocimiento patentable. Segundo, el conocimiento asociado a las áreas de la farmacéutica, la computación y la comunicación presentan efectos consistentemente positivos y mayores a las áreas del conocimiento asociado al conocimiento tradicional de la mecánica y la química, entre otras.

También es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados obtenidos en la regresión y la aplicación de la metodología de cointegración, las variables inversión, patentes intensivas y convencionales, explican el comportamiento del PIB en los tres países asiáticos.

La relación de cointegración de estas variables sobre el PIB es fuerte, y es interesante debido a que tienen una relación positiva a largo plazo, siendo que estos tres países han tenido un crecimiento rápido en los últimos años. En el caso de China que ha venido teniendo un crecimiento sorprendente y esto posiblemente sustentado en una mayor atención en el desarrollo tecnológico de los sectores intensivos como la farmacéutica, computo, eléctrica y electrónica que estas son tecnologías de mayor rentabilidad, pero sin dejar atrás al campo tecnológico de los conocimientos convencionales.

Referencias

- Aboites, J. y Soria M. (2008). *Economía del conocimiento y propiedad intelectual. Lecciones para la economía mexicana*. México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Andreoni, A. (2014). Structural learning: embedding discoveries and the dynamics of production. *Structural Change and Economics Dynamics*. 29, 58-74.
- CEPAL (2008). *La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas nuevas oportunidades*. Santiago: CEPAL.
- Castillo R. y Varela R. (2010). *Econometría practica: fundamentos de series de tiempo*. Mexicali: Universidad Autónoma de Baja California.
- Dosi, G.; Llerena P. y Sylos Labini M. (2006). The relation between science, technologies and their industrial exploitation: an illustration through the myths and realities of the so-called European Paradox. *Research Policy*. 35, 1450-1464.
- Foray, D. (2004). *The economics of knowledge*. Cambridge: The MIT Press.
- Griliches, Z. (1990). Patents statistics as economic indicators. *Journal of Economic Literature*. 92, 630-653.
- Hall, B.; Jaffe A. y Trajtenberg M. (2001). The NBER patent citations data file: lessons, insights and methodological tools. *NBER working paper, 8498*.
- Hassan, I. y Tucci C. (2010). The innovation economic growth nexus: global evidence. *Research Policy*. 39, 1264-1276.
- Heston, A.; Summer R. y Aten B. (2012). *Penn World Table 7.1*. Pennsylvania: The University of Pennsylvania.
- López-Leyva, S.; Castillo-Arce M.; Ledezma-Torres J. y Ríos-Flores J. (2014). Economic growth from a theoretical perspective of knowledge economy:

- an empirical analysis for Mexico. *Management Dynamics in the Knowledge Economy*. 2 (2), 217-239.
- Metcalf, J. S. (2002). Knowledge of growth and the growth of knowledge. *Journal of Evolutionary Economics*. 12 (1), 3-15.
- Nagaoka, S.; Motohashi K. y Goto A. (2010). Patent statistics as an innovation indicator. En Bronwyn H. Hall y Nathan Rosenberg (edit). *Handbook of economics of innovation*, Vol. 2. 1083-1127. Berkeley: Elsevier.
- Nelson, R. (1959). The simple economics of basic scientific research. *Journal of Political Economy*. 67 (3), 297-306.
- OMPI (2014). *World intellectual property indicators*. En http://www.wipo.int/export/sites/www/freepublications/en/intproperty/941/wipo_pub_941_2013.pdf (15 de septiembre de 2019)
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*. 13 (6), 343-373.
- Ríos, J. (2018). *Capacidad innovadora y crecimiento económico en las entidades federativas mexicanas*. Mexicali: Universidad Autónoma de Baja California.
- Ríos-Flores, J. (2020). *Las economías basadas en el conocimiento: hipótesis y evidencia empírica para los países emergentes*. Mexicali: Artificios/UABC.
- Ríos-Flores, J. y Bajo A. (2019). *Innovación y crecimiento regional en México: Baja California y Sinaloa en perspectiva*. Mexicali: Artificios/UABC/UAS
- Ríos, J. y Castillo M. (2015). Efectos de la capacidad innovadora en el crecimiento económico. Análisis comparativo entre países desarrollados y en desarrollo. *Región y Sociedad*. 27 (64), 109-138.
- Romer, P. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*. 98 (5), 71-102.

- Scherer, F. M. (1982). Inter-industry technology flows and productivity growth. *The Review of Economics and Statistics*. 64 (4), 627-634.
- Shultz, T. (1961). Investment in human capital. *American Economic Review*. 61 (1), 1-17.
- Schmookler, J. (1966). *Invention and economic growth*. Cambridge: Harvard University press.
- Schumpeter J. (1944). *Teoría del desenvolvimiento económico*. México: Fondo de Cultura Económica
- Sener, S. y Saridogan E. (2011). The effects of science-technology-innovation an competitiveness and economic growth. *Social and Behavioral Sciences*. 24, 815-825.
- Solow, R. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The Review and Economics and Statistics*. 39 (3), 312-320.
- Villareal, E. (2012). Innovación y crecimiento regional en México 2000-2010. En <http://old.aecr.org/web/congresos/2012/Bilbao2012/htdocs/pdf/p596.pdf>. (15 de octubre de 2019)