

Un análisis de cointegración entre patentes y crecimiento económico en México, 1980-2008

ALENKA G. GUZMÁN CHÁVEZ
FRANCISCO LÓPEZ-HERRERA
FRANCISCO VENEGAS-MARTÍNEZ*

INTRODUCCIÓN

La determinación de los factores que influyen en el crecimiento económico es, sin duda, un asunto de gran relevancia para la teoría económica. En este sentido, existe un reconocimiento creciente de la importancia del conocimiento como determinante del crecimiento económico, en el que la ciencia y la innovación se han convertido en factores esenciales para el desarrollo tecnológico de los países industrializados y también de algunos países en vías de desarrollo (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE, 2005).¹ Diversos estudios muestran que las nuevas tecnologías y su

Manuscrito recibido en agosto de 2011; aceptado en julio de 2012.

* Departamento de Economía, Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Iztapalapa, <alenska.uami@gmail.com>; División de Investigación, Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), <francisco_lopez_herrera@yahoo.com.mx>, y Escuela Superior de Economía, Instituto Politécnico Nacional (IPN), <fvenegas1111@yahoo.com.mx> respectivamente. Reconociendo toda responsabilidad por cualquier error u omisión que aún subsista, los autores agradecen atentamente los comentarios de los dos dictaminadores anónimos, cuyas contribuciones permitieron mejorar sustancialmente este trabajo.

¹ La experiencia de los países del Sudeste Asiático revela que sus elevadas tasas de crecimiento económico se asocian a procesos de acumulación de conocimientos y capacidades científicas y tecnológicas.

aplicación en las actividades de producción influyen en la transformación de la estructura económica (y social) y mejoran la productividad (OCDE, 2005),² en consecuencia, contribuyen al crecimiento y desarrollo económico. En este contexto, en la medida en que las empresas innovan para conservar o incrementar su participación en el mercado, la protección de la propiedad intelectual adquiere gran relevancia para fomentar el crecimiento de largo plazo (Gould y Gruben, 1995).

En un ambiente de constante apertura y globalización en el que se tiene un marcado crecimiento mundial de flujos de conocimientos científicos y tecnológicos, y sus respectivas externalidades, los sistemas de patentes y, en general, los derechos de propiedad intelectual (DPI) adquieren un carácter estratégico para que las empresas puedan asegurar las tasas de rendimiento de su inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) e innovación.³ Los límites que establece el derecho de propiedad al uso de la invención generan externalidades que son inherentes a la innovación: por ejemplo, una externalidad se genera en la mejora de la calidad de los productos y otra en la difusión del conocimiento (Griliches, 1979). Precisamente esta última externalidad constituye un determinante fundamental en el marco de la teoría de crecimiento endógeno.

La literatura que asocia el crecimiento económico con el cambio tecnológico es muy abundante y diversos estudios coinciden que esta variable explica el crecimiento sostenido. Sin embargo, la investigación del impacto por la adopción de sistemas de propiedad intelectual, laxos o fuertes, al crecimiento económico ha sido muy polémica y aún no es concluyente; diversos estudios

² En países de la OCDE, pero también en países emergentes, se identifican novedades que influyen notablemente en el dinamismo de las economías: (i) nuevos canales de creación, difusión, protección y aplicación del conocimiento; (ii) nuevas interacciones debidas a la creciente importancia de las redes, los vínculos, las colaboraciones y la movilidad, y (iii) nuevos agentes con influencia internacional (OCDE, 2005).

³ La propiedad intelectual se define como el conjunto de derechos (patentes, derechos de autor, marcas, diseños industriales, circuitos integrados e indicaciones geográficas) que otorga el Estado sobre creaciones que tengan valor comercial. Los poseedores de los títulos de propiedad intelectual tienen derechos exclusivos de explotación, durante un tiempo, sobre un conjunto específico de conocimientos vinculados a la producción y la obtención de beneficios (Gould y Gruben, 1995).

empíricos indican que los efectos de los sistemas de propiedad intelectual en el crecimiento económico pueden variar en función del esfuerzo tecnológico, medido por el gasto en I+D.

Varios estudios en México han mostrado que los esfuerzos en I+D son débiles y que las capacidades de innovación son reducidas (Cimoli, Porcile, Primi y Vergara, 2005; Cimoli, 2000; y Aboites y Dutrénit, 2003). Otras investigaciones han identificado los obstáculos que impiden aprovechar el potencial científico y tecnológico de México (Bazdresch y Romo, 2005) y otras más se concentran en identificar las políticas que deberían ponerse en marcha para que México transite hacia la economía del conocimiento, haciendo el ejercicio comparativo con otros países emergentes; véase, al respecto, Kusnetsov y Dahlman (2008).

El interés por identificar los factores que explican el rezago tecnológico en México ha motivado diversos estudios sobre las patentes, aunque todavía son muy escasos. Por ejemplo, el análisis de la evolución de las patentes en función de la adopción de los Acuerdos sobre Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) en el marco de la economía del conocimiento ha sido abordado por Aboites y Soria (2008). En el plano sectorial, Guzmán y Zúñiga (2004) estudian los efectos de la adopción de los ADPIC en la actividad innovativa en la industria farmacéutica. El análisis de las brechas tecnológicas y la convergencia tecnológica y del crecimiento del sector biofarmacéutico de México haciendo un contraste con países industrializados y con base en las patentes y la I+D ha sido realizado por Guzmán y Gómez (2004). No obstante, falta investigar cómo la dinámica de la actividad inventiva, medida en patentes, impacta el crecimiento económico en México, así como indagar si la dinámica del crecimiento económico es favorable para fomentar la creación de más patentes.

En el contexto anterior, este trabajo pretende averiguar si existe una relación de largo plazo entre las patentes y el crecimiento económico en México, así como examinar la dinámica entre dichas variables durante el periodo 1980-2008. En estos años, la economía mexicana transita de un modelo de industrialización sustitutiva de importaciones a otro de industrialización y crecimiento económico basado en las exportaciones manufactureras en el

que se intenta fortalecer el sistema de propiedad intelectual, incluyendo las patentes. También es de destacarse que durante el periodo en cuestión, la economía mexicana creció a tasas menores a las observadas en el periodo previo, el cual se caracterizó por altas tasas de crecimiento económico.

Las fuentes de los datos para el análisis son: el producto interno bruto (PIB) de México trimestral de 1980 a 2008 proveniente de la información estadística del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el número de patentes concedidas trimestralmente a titulares mexicanos (empresas, instituciones o individuos) disponible en la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO, United States Patent and Trademark Office) en el mismo periodo. Se eligieron las patentes concedidas porque se les ha reconocido su carácter de novedad y su condición de poder ser escaladas industrialmente.

El artículo tiene cinco secciones. Empezando por la introducción, la segunda sección lleva a cabo una revisión de la literatura tanto teórica como empírica especializada en el crecimiento económico asociado con la innovación y el papel que juegan las patentes como incentivos de la innovación. La tercera está destinada al análisis empírico. En la cuarta, se discuten los resultados obtenidos y, por último, se presenta una sección de conclusiones.

CRECIMIENTO ECONÓMICO Y PATENTES

Un importante eje de la literatura del crecimiento económico ha sido inspirado en la teoría seminal de Schumpeter acerca de cómo la innovación constituye el motor del desarrollo económico. Particularmente, las nuevas teorías del crecimiento económico han contribuido a la discusión de cómo la investigación y desarrollo (I+D) y la innovación (nuevas ideas, nuevos productos, nuevos procesos) son cruciales para la acumulación del acervo de conocimiento, el cual influye en la tasa de crecimiento (Romer, 1990; Grossman y Helpman, 1991; Rivera-Batiz y Romer, 1991).

Sin duda, a Schumpeter (1939, 1942) se le reconoce el mérito de haber aportado una teoría de crecimiento en donde destaca la importancia de los empresarios dispuestos a competir en el mercado por la vía de la innovación.

Al estudiar el vínculo entre innovación y crecimiento económico, Schumpeter advierte que las innovaciones ocurren y se agrupan cíclicamente e introduce la idea de la destrucción creadora. La influencia determinante de la innovación en el desarrollo del crecimiento económico ha estado presente en diversas investigaciones por ejemplo: Nelson (2007), Verspagen (2007), Metcalfe (2002), Mowery y Nelson (1999), Nelson (1998), Nelson y Winter (1982) y Nordhaus (1969). Asimismo, desde la perspectiva heterodoxa, Aghion y Howitt (1998) han dado continuidad a la obra de Schumpeter. Estos autores modelan el crecimiento a través de la destrucción creadora a fin de explicar el proceso competitivo en el cual empresarios están constantemente buscando nuevas ideas que hacen que las de los rivales se vuelvan obsoletas.

Un aspecto que resulta muy útil para comprender la naturaleza del conocimiento, de acuerdo con Romer (1990), es la no rivalidad, la exclusividad y la acumulatividad del mismo y su doble naturaleza: privada y pública. Al ser un bien no rival, el conocimiento puede ser simultáneamente utilizado por varios individuos sin impedimento alguno. Justamente, la no rivalidad del conocimiento hace posible la acumulación del mismo. Lucas (1988) coincide al señalar que el capital humano como productor de conocimiento es caracterizado por la no rivalidad y la no exclusión. Sin embargo, Romer (1990) acota que el conocimiento puede ser parcialmente excluyente (por un tiempo), en la medida que los propietarios del nuevo conocimiento (innovación) limitan su acceso por medio de derechos de propiedad intelectual (patentes); esto se refiere especialmente a la explotación comercial del nuevo producto o proceso patentado. La protección otorgada a los inventores mediante las patentes u otra forma de propiedad intelectual asegura la obtención de beneficios monopólicos de la innovación y evita la explotación industrial por terceros.

La acumulación del conocimiento es posible en la medida que las nuevas ideas científicas y tecnológicas tengan como base los conocimientos generados previamente. Si bien el propietario de la invención es remunerado, también es cierto que el acervo de conocimientos aumenta y beneficia a otros investigadores presentes y futuros. Según Aghion y Howitt (1998: 37) “todos los investigadores pueden hacer uso del conocimiento acumulado”,

manifestando su carácter público. Así, la innovación también aporta un beneficio social. Adicionalmente, el conocimiento aumenta al tiempo que se incrementa el capital a través del “aprender haciendo” (Arrow, 1962). Este hecho contribuye a endogeneizar la tasa de acumulación del conocimiento no rival (Romer, 1990).

Los derechos de propiedad intelectual han sido identificados como incentivos para innovar y pueden afectar positivamente al crecimiento económico. Si se consideran las patentes como un indicador de innovación (Scherer, 1965, 1982; OCDE, 1997), varias investigaciones han orientado su preocupación en mostrar empíricamente la relación causal entre patentes y crecimiento económico (Hu y Png, 2010; Park, 2008; Atun, Harvey y Wild, 2006; Gould y Gruben, 1995; Park y Ginarte, 1997, y Taylor, 1994). Otros investigadores se han dirigido en la extensión de la vigencia de las patentes (Thompson y Rushing, 1999). También ha sido analizado empíricamente el papel de los DPI para fomentar la I+D y sus efectos para el desarrollo de absorción de capacidades y la generación de nuevos conocimientos tecnológicos (Kim, Lee y Park, 2008; Cohen, Nelson y Walsh, 2000, y Griliches, 1984, 1998). Algunos de estos trabajos han enfatizado las derramas de conocimiento internacional (Coe y Helpman, 1995; Coe, Helpman y Hoffmeister, 1997; y Helpman, 1997).

Existe un reconocimiento de cómo el comercio internacional puede extender los beneficios de la innovación más allá de las fronteras nacionales. Sin embargo, en presencia de sistemas de patentes laxos, la copia de productos o tecnologías extranjeras en los mercados locales es muy probable. En tales circunstancias, se podría suponer que los países no recogen los beneficios globales derivados de sus DPI dentro de sus fronteras (Grossman y Lai, 2002). En el caso de sistemas de patentes fuertes, la discusión sobre la armonización de los DPI, entre ellos las patentes, ha sido motivada por varias razones: el interés de los extranjeros de tomar provecho de los beneficios de una innovación nacional (y viceversa) y los diferenciales entre las firmas nacionales y extranjeras en las habilidades para innovar.

A pesar de la influencia positiva que teóricamente supone la adopción de sistemas fuertes de propiedad intelectual en la innovación y el crecimiento económico, en general, la evidencia empírica permanece limitada

e inconclusa. Aun cuando es ampliamente aceptado que los efectos de los ADPIC en la industria pueden variar de acuerdo con los niveles de desarrollo tecnológico, los beneficios de una mayor protección intelectual parecen elevarse a medida que el ingreso y la intensidad tecnológica aumenta (Lall, 2003). Otros estudios enfatizan que los efectos favorables de los sistemas de propiedad intelectual en el desempeño económico dependerán del tipo de especialización tecnológica, productiva y comercial.

Dos variables cruciales que influyen en la generación de patentes son: la actividad tecnológica y la actividad económica. Por un lado, la intensidad de la actividad tecnológica se acompaña por el esfuerzo en I+D que estimula la innovación y el número de patentes; pero a su vez, las patentes al crear certidumbre en la apropiación de los beneficios de la innovación contribuyen a fomentar un mayor gasto en I+D. Por el otro, el nivel de crecimiento económico debería conducir a una dinámica basada en la innovación y la generación de patentes.

Por lo tanto, en los países en desarrollo con una mayor especialización tecnológica, los DPI tienen una mayor importancia y serán dichos países los principales beneficiarios del fortalecimiento de ellos. En contraste, en los países pobres y en desarrollo la actividad tecnológica está más orientada hacia el aprendizaje para el uso de las tecnologías. En una estrategia basada en la imitación, se otorga poca importancia a las patentes como estímulo para la innovación. Sin embargo, en países caracterizados por la imitación basada en la ingeniería inversa, el número de patentes (aunque reducido) puede impulsar a las firmas en las etapas iniciales de construcción en habilidades tecnológicas; ésta fue la experiencia de Corea y Taiwán donde se desarrollaron firmas locales sólidas en industrias sofisticadas (Cimoli, Ferraz y Primi, 2005). En consecuencia, las ventajas que los países puedan tomar del fortalecimiento de los DPI (patentes) en términos de la apropiación de la invención y la difusión del conocimiento tecnológico parecen depender de las condiciones económicas e institucionales de los países. Asimismo, Gould y Gruben (1996) encuentran que los DPI determinan significativamente el crecimiento económico y, especialmente, en mayor grado a las economías más abiertas. Por su parte, Falvey, Foster and Grenaway (2004) demuestran que

los DPI están positiva y significativamente relacionados con el crecimiento en países de alto y bajo ingreso, pero no en los países de ingreso medio.

Entre 1980 y 2008, la economía mexicana transita de un modelo de industrialización basado en la sustitución de importaciones a otro orientado a las exportaciones manufactureras asociado con importantes reformas económicas que pavimentaron un andamiaje institucional favorable a la apertura económica y al cambio de especialización productiva y exportadora. En este contexto, la participación de México en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) constituyó un hecho trascendente. Pese a los enormes diferenciales en muchos aspectos de México con respecto a sus vecinos del norte, las expectativas que ofrecía el TLCAN podían tomar dos vertientes asociadas particularmente con la relación entre crecimiento y patentes. Por un lado, el libre comercio de América del Norte abría oportunidades de desarrollo tecnológico a México si se incrementaba la transferencia tecnológica, se fortalecía el aprendizaje tecnológico y se perfilaba una especialización con mayor intensidad tecnológica. La oportunidad de exportar a los Estados Unidos podría ser un incentivo para desarrollar productos novedosos y patentarlos en este país, pero era indispensable el incremento de las tareas de investigación y desarrollo con un ambiente favorable a la innovación; el crecimiento podía vislumbrarse si el círculo virtuoso de la innovación se ponía en marcha. Esta situación requería incrementar las tasas de inversión en I+D y la formación de capital humano, además de realizar un conjunto de reformas institucionales que contribuyeran a favorecer los sistemas nacionales, regionales y sectoriales de innovación. Por el otro, México podría agudizar su dependencia tecnológica si se adoptaba una estrategia tecnológica e institucional pasiva con efectos poco favorables para el crecimiento económico.

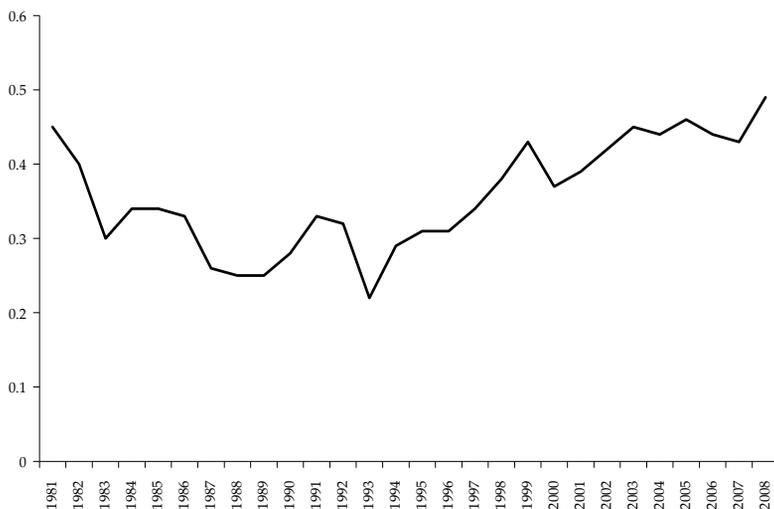
En lo que respecta al gasto en I+D, México es uno de los países de la OCDE con menor gasto en este rubro. Mientras que países como Suecia, Japón y Corea superaron a los Estados Unidos en 2005 en el gasto en I+D (GID) en relación con el PIB (GID/PIB). El esfuerzo de I+D de México sólo representó una quinta parte de los Estados Unidos, por debajo de Turquía y con un nivel similar al de Grecia (OCDE, 2008). Se destaca que el GID/PIB

de México en 2009 fue cercano a 0.6%, en contraste con el de los Estados Unidos, alrededor de 2.7 por ciento.

En la década de los ochenta el GID/PIB de México descendió de manera notable al pasar de 0.45% en 1981 a 0.26% en 1987 y la caída fue mayor en los dos años posteriores (véase la gráfica 1). Este indicador se recuperó en 1999, pero por debajo de los niveles iniciales. No obstante la mejoría en los últimos años, el esfuerzo resulta insuficiente si se compara con el emprendido por un bloque de países identificado como BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica); estos países han incrementado su gasto en I+D en relación con el PIB a 1% o más, en especial China incrementó el indicador a 1.43 por ciento.

GRÁFICA 1

Gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB en México, 1981-2008



Fuente: OCDE, *Main Science and Technology Indicators*, varios años.

En relación con la actividad inventiva difundida en el extranjero, México obtuvo entre 1980 y 2008 la concesión de 597 patentes por la USPTO. El nivel de inventiva de México en USPTO está muy por debajo del que registran

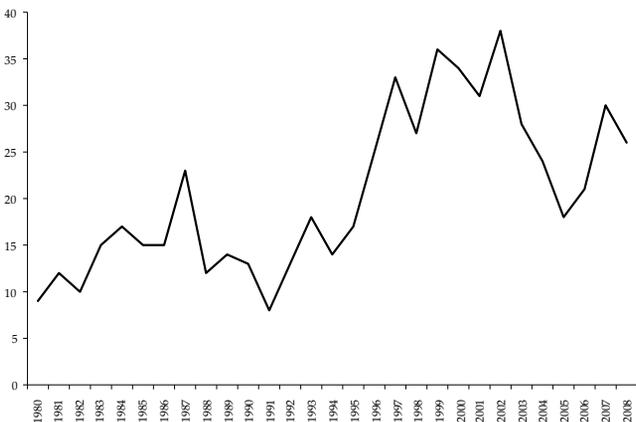
países emergentes, los de reciente industrialización y, por supuesto, los países industrializados. El reducido nivel de patentes de México concedidas en los Estados Unidos sugiere que la innovación no influyó en la actividad exportadora mexicana.

Al estudiar las patentes concedidas a mexicanos por USPTO, de 1980 a 2008, se destacan en particular dos sub-periodos. En el primero, de 1980 a 1991, el promedio de patentes por año es de 14.7. En el segundo, de 1992 a 2008, se registra un incremento en el número de patentes por año; el promedio casi se duplica al pasar a 28.8 patentes por año (véase la gráfica 2). Este incremento de las patentes de titulares mexicanos concedidas por la USPTO coincide con dos hechos que no son aislados: la adopción en México de los ADPIC a partir de 1991 y el inicio del TLCAN en 1994. Con el propósito de asegurar que México no pudiese tomar provecho del libre flujo de bienes y servicios con la puesta en marcha del TLCAN mediante una estrategia imitativa, los corporativos estadounidenses presionaron a través de su gobierno para que México adoptase los ADPIC, lo cual incluía el fortalecimiento de un sistema de patentes. Para que se diera la reforma al sistema de patentes, los empresarios fueron notificados en 1987 de que tenían 10 años para la transición hacia el fortalecimiento de las patentes.

De acuerdo con la clasificación de categorías tecnológicas de patentes propuesta por Jaffe y Trajtenberg (2002), se observa que durante el primer sub-periodo las patentes concedidas en el área de mecánica predominan, identificadas con las tecnologías maduras como la siderurgia, motores, autopartes, y demás. En cambio, en el segundo sub-periodo desciende paulatinamente la importancia de las patentes del área mecánica y se incrementan las que se agrupan en la categoría de otras (agricultura, alimentos, textiles, vestido, etc.). Las patentes concedidas en las clases agrupadas en el campo tecnológico de la química aumentaron especialmente desde finales de los años noventa aunque con muchas fluctuaciones. El número de patentes en la categoría de medicina y medicamentos (que incluye farmacéutica, biotecnología e instrumentos médicos) registró un incremento marginal, y en un nivel todavía menor están las patentes del área de computación (véase la gráfica 3).

GRÁFICA 2

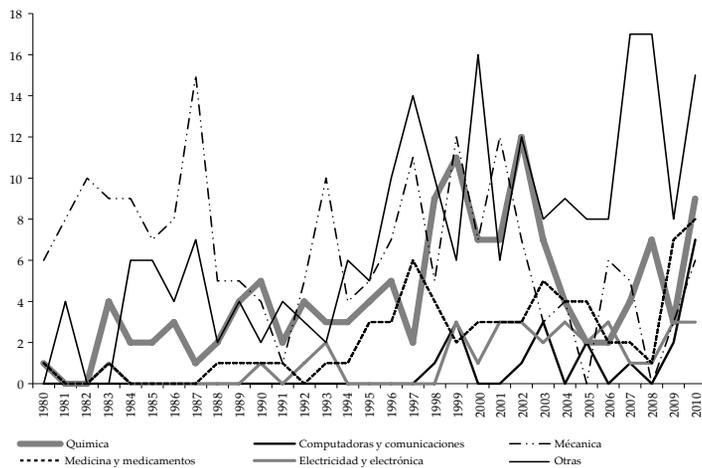
Total de patentes concedidas a titulares mexicanos por uspto, 1980-2008



Fuente: United Patent and Trademark Office, Washington, varios años

GRÁFICA 3

Patentes concedidas a titulares mexicanos por uspto por categoría tecnológica, 1980-2008

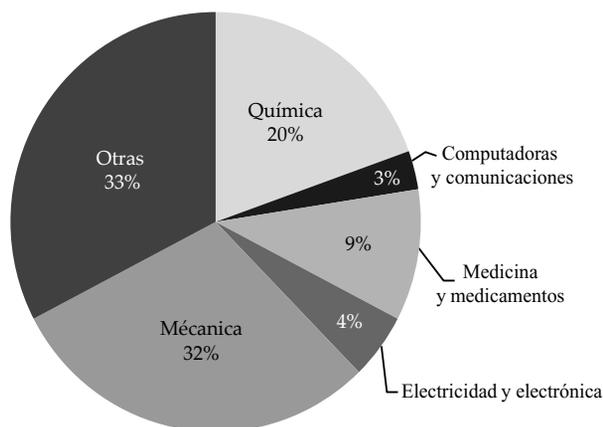


Fuente: elaboración propia con datos de uspto.

Entre 1980 y 2008, las patentes del área de mecánica representaron un tercio del total de las patentes, otro tercio correspondió a las clasificadas en otros y una quinta parte a las concedidas en el área de química. La importancia de las patentes por categoría tecnológica revela en qué campos los titulares mexicanos concentraron los esfuerzos por innovar, destacando aquellos de tecnología madura, y también mostrando la debilidad en aquellos campos tecnológicos que se han identificados con los nuevos paradigmas tecnológicos como la biotecnología y las tecnologías de la información y la comunicación (véase la gráfica 4).

GRÁFICA 4

Distribución de las patentes concedidas a mexicanos por uspto por categoría tecnológica, 1980-2008



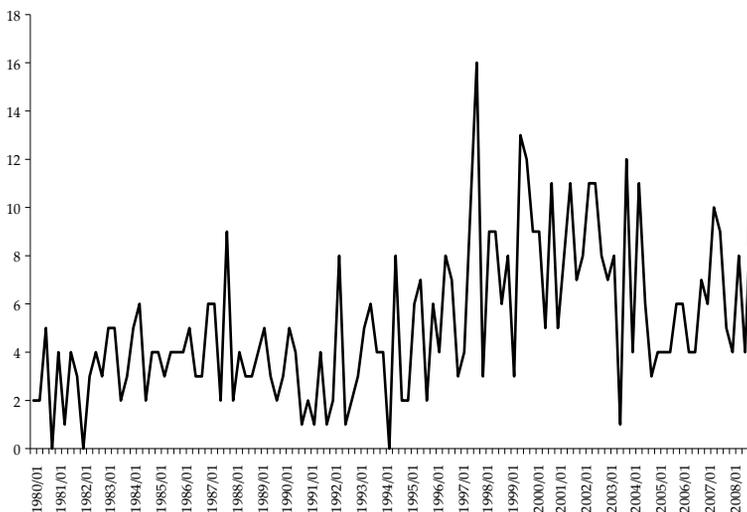
Fuente: United Patent and Trademark Office, Washington, varios años.

ANÁLISIS ECONÓMETRICO DE LAS RELACIONES ENTRE PATENTES Y LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EN MÉXICO

En esta investigación, el análisis sobre la relación entre patentes y la actividad económica se lleva a cabo con base en el número de las patentes que han

sido concedidas trimestralmente a México por la USPTO y los datos trimestrales del PIB (en pesos constantes de 1993, que era la base con que los publicaba el INEGI con anterioridad). Los datos corresponden al periodo que va de 1980 a 2008. En la gráfica 5 se presenta el número de patentes que ha otorgado la USPTO a México en cada uno de los trimestres del periodo. En dicha gráfica se observa que el número de patentes otorgado ha tenido grandes fluctuaciones, comportamiento que ha producido una tendencia de crecimiento trimestral de las patentes, la cual a partir de la segunda mitad de 1997 se vuelve más notoria y ubica a la serie en un nivel diferente del observado antes de ese periodo. Este hecho tiene relevancia, especialmente, si se considera la apertura de la economía mexicana y que la orientación de sus exportaciones manufactureras se encuentra altamente concentrada hacia los mercados estadounidenses.

GRÁFICA 5

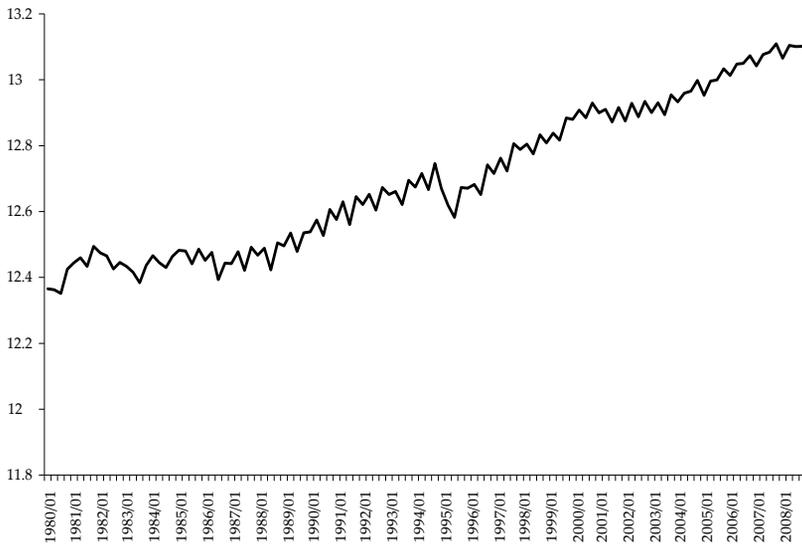
Patentes otorgadas a México, 1982:1Q-2008:4Q

Fuente: United Patent and Trademark Office, Washington, varios años.

La gráfica 6 muestra el comportamiento del PIB mexicano (en pesos constantes de 1993) durante el periodo 1980-2008, con datos también trimestrales pero en logaritmos. En dicha gráfica se puede observar que en los primeros periodos el PIB real se comporta en forma un tanto errática, sin seguir una tendencia claramente definida y con una fluctuación mayor que durante el periodo posterior. A partir de 1986, el producto empieza una tendencia ascendente. Destaca también, a simple vista, el retroceso posterior que tuvo en términos reales el producto nacional, el cual puede asociarse con el periodo de la crisis de 1995, caída que ocurre a partir del segundo trimestre de ese año. En la gráfica resulta evidente que después de esa contracción en la actividad económica, el producto nacional real retomó su tendencia de crecimiento.

GRÁFICA 6

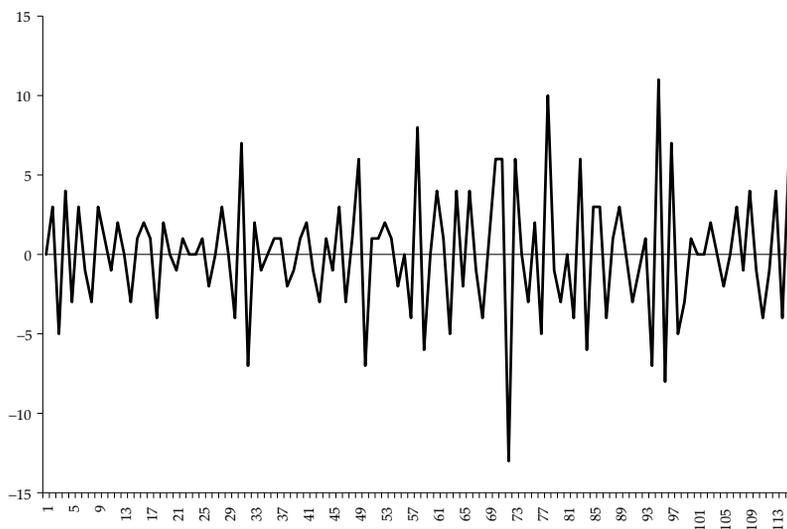
Logaritmos del PIB (en pesos de 1993), 1982:1Q-2008:4Q



Fuente: elaboración propia con base en datos de INEGI.

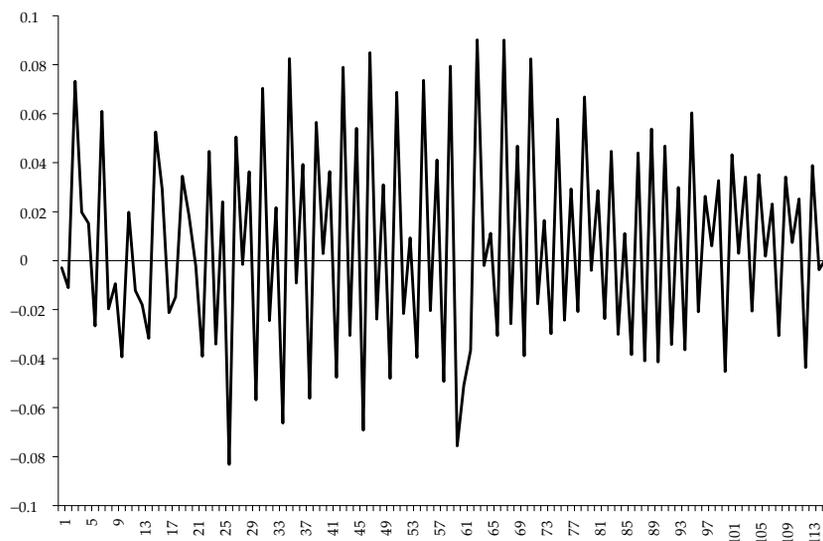
Antes de proceder con el análisis de cointegración para detectar si existe una relación de largo plazo (equilibrio) entre las patentes y el crecimiento económico, se llevaron a cabo las pruebas de raíces unitarias de las series del número de patentes concedidas por la USPTO, de los cambios trimestrales de dicho número que se muestran en la gráfica 7, del PIB (en logaritmos) y de la tasa de crecimiento trimestral del PIB real (medido como las primeras diferencias de los logaritmos del PIB (en pesos constantes de 1993), el cual se presenta en la gráfica 8. Es de destacarse que a partir de la segunda mitad de 1997 se observa que los cambios del número de patentes empiezan a ser mayores que los observados durante el periodo previo. También se observa que la tasa de crecimiento del PIB mexicano, en términos reales, muestra un comportamiento muy fluctuante, en el cual pueden observarse varios trimestres de contracción de la actividad económica.

GRÁFICA 7

Cambio en el número de patentes, 1982:1Q-2008:4Q

Fuente: elaboración propia con datos de USPTO.

GRÁFICA 8

Tasa de crecimiento del PIB real (año base 1993), 1982:1Q-2008:4Q

Fuente: elaboración propia con datos del INEGI.

En el cuadro 1 se presentan los resultados del análisis efectuado para determinar el orden de integración de las series analizadas mediante las pruebas de detección de la existencia de raíces unitarias en las series analizadas. Los resultados de la prueba de Dickey y Fuller aumentada (ADF) muestran, de manera general, que las series del número de patentes y del logaritmo del PIB real (en pesos de 2003) pueden considerarse como no estacionarias que se distribuyen $I(1)$, en tanto que sus primeras diferencias pueden caracterizarse como series estacionarias $I(0)$. La prueba de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt, y Shin (KPSS) permite confirmar la inferencia anterior; sin embargo, es de destacarse que para el caso de la tasa de crecimiento del PIB real se rechaza la hipótesis nula de estacionariedad cuando la prueba se lleva a cabo regresando la serie en una constante ($KPSS_{\alpha}$).

CUADRO 1
Pruebas de raíces unitarias

Prueba de Dickey y Fuller Aumentada (ADF)						
<i>Variable</i>	τ	<i>Rezagos</i>	τ_{μ}	<i>Rezagos</i>	τ_{β}	<i>Rezagos</i>
patentes	-0.287244	4	-1.974352	4	-2.56495	4
LPIB	3.359143	6	0.889967	6	-2.76270	6
Δ patentes	-10.0593***	3	-10.03464***	3	-9.988474***	3
Δ LPIB	-4.21733***	5	-5.53110***	5	-5.73093***	5

Prueba de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin (KPSS)		
<i>Variable</i>	$KPSS_{\alpha}$	$KPSS_{\beta}$
patentes	2.540069***	0.235807***
LPIB	1.246514***	0.201607**
Δ patentes	0.012533	0.011909
Δ LPIB	0.824776***	0.076870

Nota: (***), (**), (*) denotan, respectivamente, 1, 5 y 10 por ciento de significancia.

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y USPTO.

Dado que mediante la inspección visual de las gráficas de las series bajo estudio se observan posibles rupturas en la estructura de las series y que la aparente falta de estacionariedad en la tasa de crecimiento del producto real puede ser uno de los resultados de la existencia de cambios (rupturas) estructurales en la serie, se llevaron a cabo las pruebas de raíces unitarias de Zivot y Andrews (1992) y Perron (1997), ya que éstas consideran la posibilidad de cambios en la estructura de las series. En el cuadro 2 se muestran los resultados de esas pruebas.

De acuerdo con la prueba de Zivot y Andrews (1992), las dos series bajo análisis tienen una raíz unitaria. La prueba de Perron (1997) confirma lo anterior y muestra también evidencia de que hay rupturas estructurales, en particular, sugiere una ruptura en el intercepto y la tendencia de la serie de las patentes ocurrida en el segundo trimestre de 1997. De manera similar, dicha prueba también sugiere un cambio estructural acaecido en el último trimestre de 1985, el cual modificó el intercepto y la tendencia de la serie del PIB real. Con base en estos resultados, se procedió a efectuar la prueba de Johansen, Mosconi y Nielsen (2000) para detectar si tomando en cuenta esas

rupturas estructurales existe una relación de largo plazo entre las patentes concedidas a México y el PIB real. Como se aprecia en el cuadro 3, el valor de la prueba de la traza efectuada rechaza incluso a 1% de significancia la hipótesis nula de no cointegración, pero no rechaza que existe una relación de cointegración, razón por la cual se puede concluir que existe una relación de largo plazo entre ambas variables.

CUADRO 2

Pruebas de raíces unitarias en presencia de cambios estructurales

Prueba	Zivot y Andrews (1992)			Perron (1997)		
	A	B	C	A	B	C
Patentes	-3.7981	-3.0111	-4.9351	-3.7977	-2.9135	-4.8283
PIB real	-3.7405	-3.7243	-3.5120	-3.6412	-3.1629	-4.0092
Δ Patentes	-10.205	-9.9888	-10.275	-10.734	-9.8783	-10.684
Δ PIB real	-6.1631	-5.9153	-6.0830	-6.4489	-5.7799	-6.7636
1%	-5.34	-4.80	-5.57	-5.92	-5.45	-6.32
5% (valor crítico)	-4.93	-4.42	-5.08	-5.23	-4.83	-5.59
10%	-4.58	-4.11	-4.82	-4.92	-4.48	-5.29

Notas: A es el cambio en el nivel de la función de la pendiente; B, el cambio en la tasa de crecimiento de la función de la pendiente, y C, el cambio en el nivel y en la tasa de crecimiento de la función de la pendiente.

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y USPTO.

CUADRO 3

Análisis de cointegración

$\text{rango}(\Pi) = r$	Prueba de Johansen, Mosconi y Nielsen*			
	$-T \sum_{i=r+1}^n \ln(1 - \hat{\lambda}_i)$	valores críticos**		
		90%	95%	99%
$r = 0$	39.26	28.00	30.27	34.85
$r = 1$	8.09	14.11	16.14	20.43

Notas: se utilizan los siete rezagos de vectores autoregresivos (VAR) en niveles, tal como es sugerido por los criterios de Akaike, de Hannan y Quinn y del error de predicción final.

(*) Se consideran dos rupturas estructurales en el nivel y la tendencia de la ecuación cointegrante: una ruptura en el cuarto trimestre de 1985 y la otra en el segundo trimestre de 1997.

(**) Generados de acuerdo con Johansen, Mosconi y Nielsen (2000). Las pruebas se llevaron a cabo con el software econométrico *JMulti v.4.24* (Lütkepohl y Krätzig, 2004).

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI y USPTO.

Con base en los resultados del análisis previo, se procedió a estimar las relaciones entre las patentes y el PIB real mediante el modelo vectorial de corrección del error (VECM) cuyos resultados se muestran en el cuadro 4. En el modelo se incluyeron los primeros cuatro rezagos de los cambios en el número de patentes, así como la tasa de crecimiento del PIB real, medido por las primeras diferencias de los logaritmos de ese indicador de la actividad económica. El término de corrección del error se normalizó en términos del PIB real, incluyendo una constante y una tendencia determinista.⁴ En la parte que captura la dinámica de las relaciones de corto plazo entre las patentes y el PIB real se incluyeron las variables tipo *dummy* que se describen a continuación. La variable **d1986q1**, con valor igual a uno en el primer trimestre de 1986 y cero en cualquier otro periodo, se incluyó para tomar en cuenta la caída de la tasa de crecimiento del PIB real que no es capturada por la tendencia en la ecuación cointegrante. Mediante la variable **d1995q2**, con valor de uno para el segundo trimestre de 1995 y cero para cualquier otro periodo, se toma en cuenta la caída en el producto real como consecuencia de la crisis económica de esa época. Con la variable **d1997q3**, con valor de uno a partir del tercer trimestre de 1997 y de cero para los trimestres previos, se toma en cuenta el cambio en la tendencia del número de patentes otorgadas a mexicanos por la USPTO que se dio a partir de ese periodo.

Es conveniente mencionar que el análisis de los residuos de las ecuaciones del sistema VECM aportó evidencia de que los residuos de las ecuaciones estimadas en el modelo VECM no sufren de problemas de autocorrelación, presencia de efectos ARCH o de ausencia de normalidad, como lo señalan las pruebas estadísticas correspondientes, cuyos resultados se muestran en la parte inferior del cuadro 4. En el mismo cuadro se puede observar que en las dos ecuaciones del sistema, el término de corrección de error (*ect*) es estadísticamente muy significativo, incluso a 1% en las dos ecuaciones del sistema. En la gráfica 9 se observa el término de corrección de errores libre de toda influencia de corto plazo, como puede verse, los valores de las pruebas KPSS sugieren que se trata de un proceso estacionario en el transcurso del tiempo.

⁴ Más adelante se presentan detalles adicionales respecto al término de corrección del error.

CUADRO 4 *VECM estimado*⁵

Ecuación	$\Delta \text{PIB real}_t$		$\Delta \text{Patentes}_t$	
	Coficiente	Valor p	Coficiente	Valor p
Constante	2.02858	0.00022	272.713	0.00156
$\Delta \text{PIB real}_{t-1}$	-0.136369	0.04998	2.35064	0.82954
$\Delta \text{PIB real}_{t-2}$	-0.0177562	0.77809	8.6954	0.38474
$\Delta \text{PIB real}_{t-3}$	-0.226282	0.00038	3.2079	0.74234
$\Delta \text{PIB real}_{t-4}$	0.592148	< 0.00001	-4.35191	0.66287
$\Delta \text{Patentes}_{t-1}$	0.00465456	0.00002	-0.497581	0.00313
$\Delta \text{Patentes}_{t-2}$	0.00296823	0.00396	-0.392984	0.01544
$\Delta \text{Patentes}_{t-3}$	0.00311202	0.00062	-0.294468	0.03729
$\Delta \text{Patentes}_{t-4}$	0.00144843	0.02043	-0.203385	0.03940
d1986q1	-0.0408108	0.01954	1.06468	0.69677
d1995q2	-0.111353	< 0.00001	1.78523	0.52591
d1997q3	0.0245724	0.00096	3.41782	0.00356
Término de corrección de error (<i>ect</i>)	-0.162938	0.00023	-21.966	0.00157
R ²	0.860956		0.564269	
R ² ajustada	0.842321		0.505872	
Ljung-Box Q (1)	0.023707	0.878	0.0001	0.992
Ljung-Box Q (2)	0.081533	0.960	0.085395	0.958
Ljung-Box Q (3)	0.200476	0.978	0.200830	0.977
Ljung-Box Q (4)	3.23921	0.519	0.201472	0.995
Prueba de efectos ARCH- Multiplicador de Lagrange [ARCH-LM (1)]	1.82923	0.176218	0.745443	0.387923
Prueba de Normalidad de Doornik-Hansen	2.73299	0.254999	1.44263	0.486112

$$ect = \text{PIB real}_{t-1} + 0.025120 \text{ Patentes}_{t-1} - 0.0059126 t$$

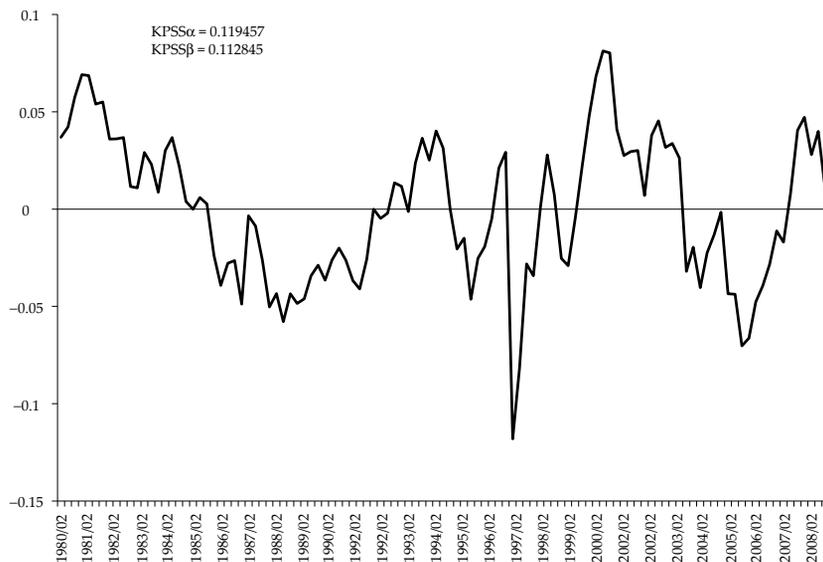
$$(0.0062376) \quad (0.00043888)$$

los números entre paréntesis son los errores estándar.

Fuente: elaboración propia con base en nuestras estimaciones.

⁵ La estimación se llevó a cabo por medio del método de máxima verosimilitud en Gretl v.1.9.7, software libre y de código abierto desarrollado por Allin Cottrell (Wake Forest University) y Riccardo "Jack" Lucchetti, (Università Politecnica delle Marche); disponible gratuitamente en: <www.gretl.sourceforge.net>.

GRÁFICA 9

Término de corrección de errores sin influencia de corto plazo

Fuente: elaboración propia con base en nuestras estimaciones.

Destaca en la estimación el hecho de que la tasa de crecimiento del PIB rezagada no contribuya a explicar la dinámica de las patentes, pero que todos los rezagos de los cambios de las patentes sí contribuyen a explicar el comportamiento de la tasa de crecimiento del PIB, siendo positivos y estadísticamente significativos a 1% los valores de los tres primeros rezagos y a 5%, también positivo, el valor del cuarto rezago. En la ecuación correspondiente al comportamiento del PIB real se observa que todas las variables *dummies* son altamente significativas, incluso con signo negativo como podía esperarse en el caso de aquellas que se incluyeron para tomar en cuenta caídas del PIB real; en tanto que la variable de ese tipo que se introdujo para tomar en cuenta el cambio de la tendencia del número de patentes concedidas a nuestro país por la USPTO muestra un signo positivo, sugiriendo que el periodo en que se

incrementó el dinamismo en el número de patentes otorgadas a nacionales ha tenido un efecto positivo, aunque moderado, en el crecimiento del PIB real. Según las estimaciones, dicho periodo influye positivamente en el número de las patentes, en tanto que las caídas del PIB real recogidas en las variables *dummies* antes mencionadas no tuvieron efecto significativo en ese número.

En la gráfica 10 se puede observar que la respuesta del PIB real ante un choque en esta misma variable tiene un efecto que no se disipa en poco tiempo, pues incluso a los 30 trimestres (siete años y medio) dicha gráfica muestra efectos del choque.⁶ La gráfica 11 muestra que los efectos de un choque en el número de patentes empieza a tener efectos negativos sobre el producto real después de los primeros tres periodos, efectos que se mantienen por el resto del periodo mostrado en dicha gráfica. Es de destacar que un choque en el PIB real, como lo muestra la gráfica 12, también afecta negativamente a las patentes manteniendo el efecto por un periodo prolongado pero, a diferencia del caso inverso, el efecto se observa desde el primer periodo posterior al choque. Por su parte, la gráfica 13 muestra los efectos de un choque en patentes sobre la propia variable y en ella se observa que existe también un efecto significativo y que es duradero, sin embargo, dicho efecto es positivo.

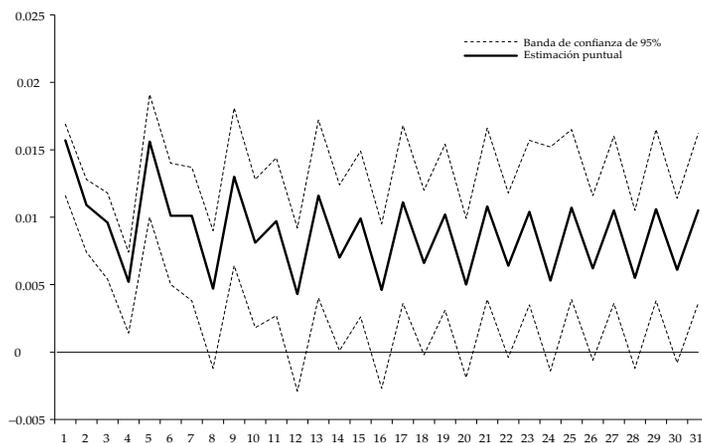
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Es conveniente señalar que el análisis preliminar que se llevó a cabo con la intención de determinar el orden de integración de las series bajo estudio proporcionó evidencia de que existen cambios estructurales que afectan a las series del producto real mexicano y del número de patentes que le han sido otorgadas a México por la USPTO. En el caso de la variable que muestra el comportamiento de la actividad económica en términos reales, las rupturas en la estructura de la serie se encuentra claramente asociada

⁶ Esta función de respuesta al impulso, al igual que las siguientes en esta parte del análisis, se estimó con impulsos ortogonales obtenidos mediante la descomposición de Cholesky de la matriz de residuales; los intervalos estimados, correspondientes a 95% de confianza, se obtuvieron por el método de *bootstrapping*.

GRÁFICA 10

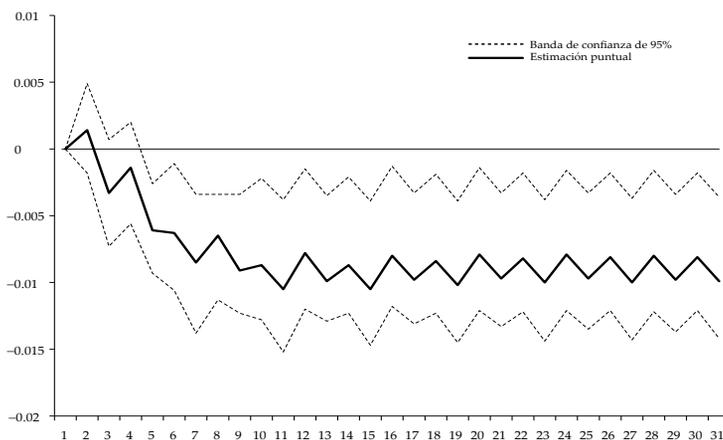
Respuesta del PIB real ante un choque en el PIB real
(intervalo de confianza *bootstrap*)



Fuente: elaboración propia con base en nuestras estimaciones.

GRÁFICA 11

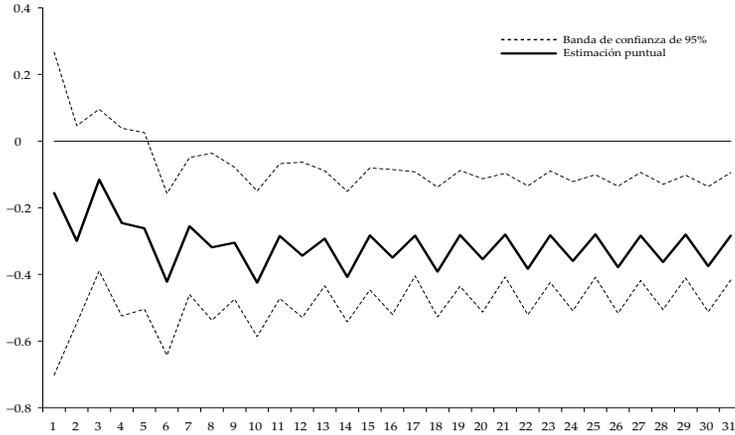
Respuesta del PIB real ante un choque en patentes
(intervalo de confianza *bootstrap*)



Fuente: elaboración propia con base en nuestras estimaciones.

GRÁFICA 12

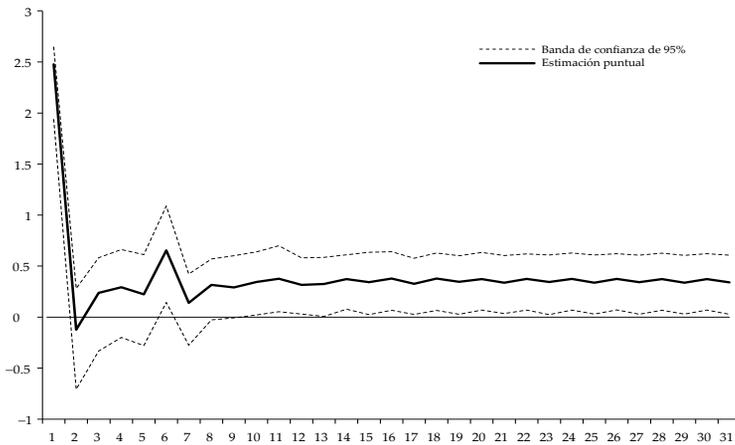
Respuesta de patentes ante un choque en el PIB real
(intervalo de confianza *bootstrap*)



Fuente: elaboración propia con base en nuestras estimaciones.

GRÁFICA 13

Respuesta de patentes ante un choque en patentes
(intervalo de confianza *bootstrap*)



Fuente: elaboración propia con base en nuestras estimaciones.

con episodios de dificultades económicas, en tanto que para las patentes el cambio estructural se observa después de transcurridos los primeros años de la entrada en vigor del TLCAN.

Tomando en cuenta tales rupturas en la estructura de las series, el análisis aportó evidencia de que entre el desempeño económico mexicano y las patentes registradas en los Estados Unidos existe una relación que vincula su comportamiento en el largo plazo. Por tal motivo se procedió a modelar las relaciones entre ambas variables por medio de un modelo vectorial de corrección al equilibrio, gracias a lo cual se pudo encontrar evidencia estadísticamente significativa de que existe un proceso por medio del cual la dinámica de cada una de las variables se ajusta a la relación de largo plazo. Esta relación de largo plazo se capturó mediante un mecanismo de corrección de errores dado por un término de cointegración estacionario.

Es importante destacar que de acuerdo con el modelo estimado, los rezagos de la dinámica de las patentes contribuyen a explicar la tasa de crecimiento del PIB real mexicano, en todos los casos con signos positivos. En conjunción, los resultados del análisis de cointegración y la estimación de un VECM congruente con dicha relación sugieren que el comportamiento del número de las patentes registradas es causal en el sentido de Granger del crecimiento económico, se puede esperar, por tanto, una mayor tasa de crecimiento del PIB real como consecuencia de un incremento en el número de patentes concedidas por el organismo estadounidense multicitado. La magnitud estimada de los coeficientes relevantes sugiere que ante incrementos unitarios en el número de patentes de los cuatro trimestres previos se esperaría, en promedio, un incremento de alrededor de 1% en la tasa de crecimiento del producto real.

No obstante la evidencia de que entre ambas variables existe una relación cointegrante, la estimación del modelo no proporcionó evidencia de que el crecimiento trimestral del PIB real haya influido en forma alguna a la dinámica del número de patentes que registran nacionales mexicanos en la oficina de la USPTO. Es decir, la evidencia muestra que durante el horizonte temporal de este estudio ha sido nula la contribución del comportamiento de la actividad económica real sobre el número de patentes registradas ante ese organismo.

No obstante lo anterior, de acuerdo con el análisis de funciones de respuesta a impulsos, se puede ver que los choques en el PIB real pueden afectar en forma negativa al número de patentes. Es decir, a pesar de que no contribuye directamente al crecimiento del número de patentes registradas, el comportamiento del producto real es importante pues ante un choque en éste se podría observar una disminución en el crecimiento de dicho número. El efecto positivo observado en el producto real, como respuesta a sus propios choques, se puede entender como representante del efecto positivo derivado de la recuperación en términos reales que se observa de manera posterior a una caída en el nivel de actividad general de la economía. Por su parte, el efecto positivo que también se observa en las patentes, en respuesta a sus propios choques, podría entenderse como una consecuencia simple de su propia tasa de variabilidad: periodos con un crecimiento mayor en el número de patentes concedidas alternándose con periodos en el cual ese número es pequeño.

CONCLUSIONES

En este trabajo se han examinado las relaciones entre las patentes y el crecimiento económico en México de 1980 a 2008. Para ello se realizó un análisis con base en técnicas econométricas para series de tiempo, incluyendo un modelo VECM bivariado, en el cual se observa que las dinámicas de las patentes y del PIB se ajustan a una relación estacionaria de equilibrio en el largo plazo.

La detección de la existencia de una relación de largo plazo entre las patentes y el PIB mexicano es congruente con los resultados de Sinha (2008), quien con datos anuales para el periodo 1963-2005, encuentra evidencia de cointegración entre el producto real y el número de patentes en Japón, aunque parte de su evidencia resulta significativamente únicamente a 5%, es decir, un poco menos significativa que la aportada en este estudio. Josheski y Koteski (2011) en su estudio sobre esa relación en las economías del G7 durante el periodo 1963-1993, con datos trimestrales, encuentran también evidencia de que en esos países existía una relación de largo plazo entre el crecimiento del número de patentes y el crecimiento del PIB.

La evidencia empírica aportada por este estudio sugiere que el cambio marginal en el número de las patentes concedidas por la USPTO afecta positivamente a la tasa de crecimiento del PIB, pero ésta no afecta a la dinámica del número de patentes. Asimismo, se pudo mostrar que un choque en el número de patentes afecta de manera negativa a la tasa del crecimiento económico en términos reales. Por lo tanto, en relación con este punto, se puede decir que el resultado de las estimaciones del modelo muestra concordancia con lo planteado en la teoría convencional en el sentido de que el cambio tecnológico, en este caso medido por el número de patentes mexicanas registradas en los Estados Unidos, tiene efectos importantes sobre el crecimiento económico en México. Estos resultados son congruentes con los mostrados por Torun y Çiçekçi (2007), quienes también encuentran efectos positivos y estadísticamente significativos de la influencia de las patentes por país registradas en la base OECD y el crecimiento económico en Corea del Sur, Irlanda y Turquía. También Saini y Jain (2011) encuentran evidencia de que durante la década de 2000 a 2009 existe asociación positiva entre el crecimiento en el número de patentes y el crecimiento económico en el caso de Japón, Singapur, Tailandia y Vietnam; en tanto que para China, India, Indonesia, Filipinas y Malasia la asociación entre ambas variables no es significativa. Sin embargo, es conveniente destacar que mediante técnicas de panel Sinha (2008) no encuentra evidencia de que el número de patentes influya en el crecimiento del producto real en Corea del Sur y Japón.

Asimismo, se destaca que hay que tomar en cuenta que el lento crecimiento económico prevaleciente en el periodo de análisis coincide con un escaso crecimiento de las patentes concedidas a titulares mexicanos en los Estados Unidos. A su vez, la magra actividad inventiva en México se asocia con un débil esfuerzo por gastar en I+D en relación con el PIB durante todo el periodo. Definitivamente, el bajo nivel de inversión en I+D no ha favorecido la absorción de conocimientos provenientes de la transferencia tecnológica o las derramas de conocimiento tecnológico derivadas de la inversión extranjera, del comercio internacional y otras fuentes formales e informales de adquisición de tecnología. En otras palabras, la falta de incentivos ha limitado

el desarrollo tecnológico mexicano y, por tanto, la influencia de éste sobre la economía nacional se ha visto muy limitada. De hecho, como sugieren los resultados mostrados en este estudio, un mayor número de patentes, incentivadas en parte por una mayor inversión en I+D, podría haber influido en el logro de una tasa mayor de crecimiento económico. Cabe señalar que basándose en técnicas de panel, Sinha (2008) encuentra evidencia de algunos efectos positivos de la tasa de crecimiento del PIB real sobre el número de patentes en Japón y Corea del Sur, sin embargo, la evidencia aportada por ese estudio no es muy fuerte al respecto. En todo caso, la posibilidad de la influencia de la actividad económica sobre las patentes en esos países podría explicarse porque ellos gastan mucho más en I+D de lo que se gasta en México; como se mostró en las páginas iniciales de este trabajo, en ambos países el gasto en I+D como proporción del PIB supera incluso al que se lleva a cabo en los Estados Unidos.

La escasa inversión que México hace en I+D como proporción del PIB podría explicar en parte los resultados observados en la estimación econométrica antes mostrada, según los cuales la tasa de crecimiento del PIB real, al menos durante el periodo de análisis de este estudio, no parece haber servido como motor para impulsar el crecimiento del número de patentes, pues sus efectos no son estadísticamente significativos. Como se ha señalado al inicio de este documento, en este periodo la economía mexicana abandonó el modelo de crecimiento “hacia adentro”, basado en la sustitución de importaciones, y adoptó un modelo de industrialización y crecimiento económico “hacia afuera”, basado en las exportaciones manufactureras, en el cual se fortalece el sistema de propiedad intelectual, incluyendo las patentes. Sin embargo, los resultados econométricos mostrados en la sección del análisis empírico sugieren que la economía mexicana no ha propiciado las condiciones favorables que permitan fomentar la actividad inventiva de forma tal que se incremente el número de patentes mexicanas conforme crece la economía, con lo cual no se ha logrado establecer una trayectoria tecnológica sólida que abra las puertas a lo que pudiera ser un círculo virtuoso: la retroalimentación entre los niveles de desarrollo tecnológico y las tasas de crecimiento económico en términos reales.

Además de sugerir que los esfuerzos de investigación y desarrollo de tecnología podrían haber sido insuficientes en México, los resultados del análisis empírico podrían verse como posible evidencia de un fracaso en la estrategia que se ha adoptado para el crecimiento de la economía mexicana; fracaso que probablemente se podría atribuir a la ausencia o mal diseño de políticas de fomento industrial y de desarrollo tecnológico. Naturalmente que de esto forma parte también la falta de gasto público y privado en desarrollo de tecnología. Resulta conveniente considerar que los efectos positivos sobre el crecimiento económico, que según este estudio pueden derivarse del crecimiento en el número de las patentes, se podrían extinguir si no existe un ritmo de crecimiento que sostenga el desarrollo de nuevas invenciones e innovaciones patentables que coadyuve a mantener la competitividad de la planta industrial mexicana. Es decir, en el caso de que se contrajese ostensiblemente la obtención de nuevas patentes, requisito indispensable para que la industria mexicana sea competitiva en el contexto de apertura comercial en el cual se encuentra inserta, se podrían presentar entonces en el crecimiento económico los efectos negativos que este estudio ha sugerido.

En resumen, es necesario que junto con las políticas promotoras del crecimiento económico se diseñen políticas que incentiven la investigación científica, básica y aplicada, así como el desarrollo de invenciones que hagan más competitiva a la planta productiva nacional. Para sentar bases sólidas en las cuales se asienten esas políticas, es importante analizar otros aspectos de las relaciones entre el cambio tecnológico y el crecimiento económico en México. Entre los aspectos económicos de carácter general, es importante estudiar la contribución que hacen las patentes a la capacidad exportadora nacional. Entre aspectos importantes de carácter más específico cabe señalar el estudio de las ramas de actividad económica, en las cuales es prioritario el desarrollo tecnológico, así como los efectos de las externalidades del desarrollo tecnológico.

REFERENCIAS

Aboites, J. y Dutrénit, G., 2003. Innovación, aprendizaje y creación de capacidades tecnológicas, Coordinadores. México: Miguel Ángel Porrúa-UAM Xochimilco.

- Aboites, J. y Soria, M., 2008. Economía del conocimiento y propiedad intelectual. Lecciones para la economía mexicana. México: UAM Xochimilco-Siglo XXI.
- Aghion, P. y Howitt, P., 1998. *Endogenous Growth Theory*, Cambridge: The MIT Press.
- Arrow, K.J. 1962. The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies*, 29(3), pp. 155-73.
- Atun, R., Harvey, I. y Wild, J., 2006. Innovation, Patents and Economic Growth. Discussion Paper 5, Imperial College London, Takana Business School.
- Bazdresch, C. y Romo, D., 2005. El impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo en México. Documentos de Trabajo de Ciencia y Tecnología no. 05-01. México: Centro de Investigación y Docencia Económicas-Programa de Ciencia y Tecnología del Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE).
- Cimoli, M. ed., 2000. Developing Innovation Systems. Mexico in a Global Context. Londres y Nueva York: Continuum.
- Cimoli, M., Ferraz, J. y Primi, A., 2005. Science and Technology Policies in Open Economies: The case of Latin America and the Caribbean. Serie de desarrollo productivo no. 165, Santiago de Chile: Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC).
- Cimoli, M., Porcile, G., Primi, A. y Vergara, S., 2005. Cambio estructural, heterogeneidad productiva y tecnología en América Latina. En: Cimoli M., ed. *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)-Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Coe, D.T. y Helpman, E., 1995. International R&D Spillovers. *European Economic Review*, 39(5), pp. 589-887.
- Coe, D.T., Helpman, E. y Hoffmeister, A.W., 1997. North-South R&D Spillovers. *The Economic Journal*, 107(440), pp. 134-49.
- Cohen, W.M., Nelson, R.R. y Walsh, J.P., 2000. Protecting their Intellectual Assets: Appropriability conditions and why U.S. manufacturing firms patent (or not). National Bureau of Economic Research (NBER) Working Paper no. 7552. Cambridge, MA: NBER.
- Falvey, R., Foster, N. y Greenaway, D., 2004. Imports, Exports, Knowledge Spillovers and Growth. *Economics Letters*, 85(2), pp. 209-13.
- Hu, A.G.Z. y Png, I.P.L., 2010. *Patent Rights and Economic Growth: Evidence from Cross-Country panels of manufacturing industries*. Singapore: National University of Singapore.

- Gould D. y Gruben, W.C., 1996. The Role of Intellectual Property Rights in Economic Growth. *Journal of Economics Development*, 48(2), pp. 323-350.
- Gould D.M. y Gruben, W.C., 1995. El papel de los derechos de propiedad intelectual en el crecimiento económico. *Economía Mexicana*, Nueva Época, 4(2), pp. 265-99.
- Griliches, Z., 1979. Sibling Models and Data in Economics: Beginnings of a Survey. *Journal of Political Economy*, 87(5), pp. 37-64.
- Griliches, Z. ed., 1984. *R&D, Patents and Productivity*, National Bureau of Economic Research. Chicago: The University of Chicago Press.
- Griliches, Z., 1998. *R&D and Productivity. The Econometric Evidence*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Grossman, G. y Helpman, E., 1991. *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge: MIT Press.
- Grossman, G.M. y Lai, E., 2002. International Protection of Intellectual Property. NBER Working Paper no. 8704. Cambridge, MA: NBER.
- Guzmán, A. y Zúñiga, M.P. 2004. Patentes en la industria farmacéutica de México: los efectos en la I&D y la innovación. *Comercio Exterior*, 54(12), pp. 1104-21.
- Guzmán, A. y Gómez, H., 2009. Brechas tecnológicas y procesos de convergencia entre países emergentes e industrializados en la industria bio-farmacéutica, 1980-2005. En: Guillén, J.A., coord. *Una década de estudios sobre economía social*. México: Ed. Juan Pablos.
- Helpman, E., 1997. *R&D and Productivity. The International Connection*. NBER Working Paper 6101. Cambridge, MA: NBER.
- Jaffe, A. y Trajtenberg, M., 2002. *Patents, Citations & Innovations. A Windows on the Knowledge Economy*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Johansen, S., Mosconi, R. y Nielsen, B., 2000. Cointegration Analysis in the Presence of Structural Breaks in the Deterministic Trend. *Econometrics Journal*, 3(2), pp. 216-49.
- Josheski, D. y Koteski, C., 2011. The Causal Relationship between Patent Growth and Growth of GDP with Quarterly Data in the G7 Countries: Cointegration, ARDL and error correction models. MPRA Paper no. 33153, Macedonia: Goce Delcev University-Stip.
- Kim, Y.K., Lee, K. y Park, W., 2008. Appropriate Intellectual Property Protection and Economic Growth in Countries at Different Levels of Development. 3d. Annual Conference of EPIP Association, Berna Suiza, octubre 3-4.

- Kusnetsov, Y. y Dahlman, C., 2008. *Mexico's Transition to a Knowledge-Based Economy. Challenges and Opportunities*. Washington: The World Bank.
- Lall, S., 2003. Indicators of the Relative Importance of iprs in Developing Countries. *Research Policy*, 32(9), pp. 1657-80.
- Lucas, R., 1988. On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), pp. 3-42.
- Lütkepohl, H. y Krätzig, M., 2004. *Applied Time Series Econometrics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Metcalfe, S., 2002. Knowledge of Growth and the Growth of Knowledge. *Journal of Evolutionary Economics*, 12(1-2), pp. 3-15.
- Mowery, D. y Nelson, R., 1999. *The Sources of Economic Growth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Nelson, R., 1998. The Agenda for Growth Theory. A Different Point of View. *The Cambridge Journal of Economics*, 22, pp. 479-520.
- Nelson, R., 2007. Understanding Economic Growth as the Central Task of Economic Analysis. En: Malerba, F. y Brusoni, S. ed. *Perspectives on Innovation*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Nelson, R. y Winter, S., 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Press.
- Nordhaus, W.F., 1969. *Invention, Growth and Welfare: A theoretical treatment of technological change*. Cambridge: The MIT Press.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), 1997. *El Manual de Oslo*. Paris: OCDE.
- OCDE, 2005. *Science, Technology and Industry: Scoreboard*. Paris: OCDE.
- OCDE, 2008. *ocde Science, Technology and Industry Outlook*. Paris: OCDE.
- Park, E., 2008. International Patent Protection: 1960-2005. *Research Policy*, 37(4), pp. 761-66.
- Park, W. y Ginarte, J.C., 1997. Intellectual Property Rights and Economic Growth. *Contemporary Economic Policy*, 15(3), pp. 51-61.
- Perron, P., 1997. Further Evidence on Breaking Trend Functions in Macroeconomic Variables. *Journal of Econometrics*, 80, pp. 355-85.
- Rivera-Batiz, L.A. y Romer, P.M. 1991. International Trade with Endogenous Technological Change. *European Economic Review*, 35(4), pp. 971-1004.
- Romer, P., 1990. Endogenous Technological Change. *The Journal of Political Economy*, 98(5), pp. S71-102.

- Saini, A.K. y Jain, S., 2011. The Impact of Patent Applications Filed on Sustainable Development of Selected Asian Countries. [PDF] *BVICAM's International Journal of Information Technology*, 3(2). Disponible en: <<http://www.bvicam.ac.in/bijit/Downloads/pdf/issue6/06.pdf>>.
- Scherer, F.M., 1965. Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Innovations. *American Economic Review*, 55, pp. 1097-123.
- Scherer, F.M., 1982. Inter-industry Technology Flows and Productivity Growth. *The Review of Economics and Statistics*, 64(4), pp. 627-34.
- Schumpeter, J.A., 1939. *Business Cycles: A theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Schumpeter, J.A., 1942. *Capitalism, Socialism, and Democracy*. Nueva York-Londres: Harper-Brothers Publishers.
- Sinha, D., 2008. Patents, Innovations and Economic Growth in Japan and South Korea: Evidence from Individual Country and Panel Data. *Applied Econometrics and International Development*, 8(1), pp. 181-8.
- Taylor, M.S., 1994. Trips, Trade and Growth. *International Economic Review*, 35(2), pp. 361-85.
- Thompson, M.A. y Rushing, F.W., 1999. An Empirical Analysis of the Impact of Patent Protection on Economic Growth: An extension. *Journal of Economic Development*, 24(1), pp. 67-76.
- Torun, H. y Çiçekçi, C., 2007. Innovation: Is the engine for the economic growth? *Working paper*, Faculty of Economics and Administrative Sciences, TEGE University, Izmir, Turkey.
- Verspagen, B., 2007. *Innovation and Economic Growth Theory: a Schumpeterian legacy and agenda*. En: Malerba, F. y Brusoni, S. ed., *Perspectives on Innovation*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Zivot, E. y Andrews, D.W.K., 1992. Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis. *Journal of Business and Economic Statistics*, 10(3), pp. 251-70.