

SERIE DOCUMENTOS

BORRADORES
DE
INVESTIGACIÓN

No. 54, julio de 2004

**La dinámica de las publicaciones y las patentes
como una aproximación al desarrollo científico
y tecnológico de los países**

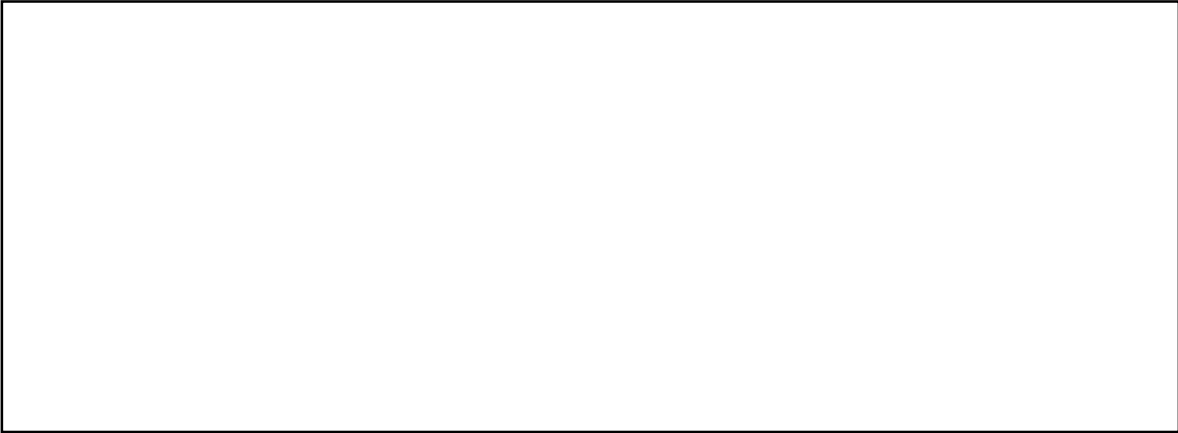
Andrés Zambrano

Clemente Forero Pineda



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario - 1653



© Centro Editorial Universidad del Rosario
© Facultad de Economía
© Autor del libro: Andrés Zambrano y Clemente Forero Pineda

Todos los derechos reservados
Primera edición: diciembre de 2004
ISSN: 0124-4396
Impresión digital: JAVEGRAF - Colombia

LA DINÁMICA DE LAS PUBLICACIONES Y LAS PATENTES COMO UNA APROXIMACIÓN AL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DE LOS PAÍSES*

ANDRES ZAMBRANO
jzambran@urosario.edu.co
Facultad de Economía
Universidad del Rosario

CLEMENTE FORERO PINEDA
cforero@urosario.edu.co
Facultad de Administración de Empresas
Universidad de los Andes
Facultad de Economía
Universidad del Rosario

RESUMEN

El objetivo de este documento es proponer una caracterización, distinta a las convencionales, de países desarrollados y en desarrollo, en términos de ciencia y tecnología. En primer lugar, identificamos los procesos generadores de las publicaciones y las patentes de los países. Luego relacionamos las etapas de desarrollo de los países (Banze (2000)) con la dinámica encontrada en las series. Los resultados indican que no es necesario tener una infraestructura científica fuerte para desarrollar el ámbito tecnológico. Para algunos países, es la innovación tecnológica la principal responsable de la trayectoria del sistema nacional de innovación.

Palabras clave: Series de tiempo, Etapas de desarrollo, Procesos de Innovación, Patentes, Publicaciones
Clasificación JEL: C22, O14, O31, O32, O33

* En esta investigación participaron 22 investigadores, que son autores o coautores de los 21 ensayos donde se recogen los resultados del proyecto. Estos investigadores contaron con el apoyo sin condiciones de Colciencias. La dirección, los jefes de programas y los “demonios de Maxwell”, que orientan y registran la entrada de proyectos a la entidad, y las distintas dependencias académicas y administrativas ayudaron a recoger información compleja y esquiva al análisis. Más de una docena de destacados científicos colombianos y once secretarios técnicos de los programas de ciencia y tecnología de Colciencias enriquecieron con sus conceptos el análisis del equipo de investigación. Colciencias, el grupo Académico CT&S de la Universidad Nacional y la Regional de Suramérica de la empresa ISI-Thomson nos permitieron consultas y acceso temporal a sus bases de datos, que sirvieron de base a varios de los capítulos de este trabajo.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to propose a characterization, different from the traditional ones, of developed and developing countries, in terms of science and technology. First, we identify the generating processes of the publication and patent series of the countries. Then we relate the development stages of the countries (Banze (2000)) with the dynamics of the series. The results show that is not necessary to have a strong scientific infrastructure in order to develop the technological field. For some countries, the technological innovation is the mean responsible of the national system of innovation trajectory.

Key words: Time series, Development Stages, Innovation Processes, Patents, Publications

JEL Classification: C22, O14, O31, O32, O33

En un reciente artículo, Albuquerque y Bernardes (2003), basados en el hecho de que el desarrollo en la ciencia acompaña el desarrollo económico de los países, discuten la existencia de umbrales de producción científica que se deben sobrepasar para activar nuevos canales de interacción entre la infraestructura científica y tecnológica. Una de las características de estos canales de interacción es la retroalimentación que puede existir entre la academia y las firmas. Esta retroalimentación origina un mayor y acelerado crecimiento económico. Rapini (2000), usando estadísticas de patentes de la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (USPTO, por su sigla en inglés), entre 1974 y 1998, encontró que para los países que están en proceso de *catching-up* (Corea y Taiwán) las patentes son causadas, en el sentido de Granger, por las publicaciones y, de la misma forma, las publicaciones están, según Granger, causadas por las patentes. Para otros países en desarrollo como Brasil esta relación existe en un solo sentido, las publicaciones causan las patentes.

La hipótesis que manejan Albuquerque y Bernardes, basada en un estudio de Banze (2000), es que existen distintas etapas de desarrollo para los países. La primera, donde los artículos son pocos y no se alcanza ninguna interacción entre academia e industria y donde se dice que tales países se encuentran en una “trampa de crecimiento” (Mozambique, Congo y Etiopía), (Aghion y Howitt, 1998; 340-342). Una segunda etapa, donde la infraestructura científica es fuerte, pero no lo suficiente para activar retroalimentaciones entre ciencia y tecnología (Egipto, Nigeria, Sudáfrica y Brasil). Y una tercera (llamado el caso de *catching up*), donde se da la causalidad en los dos sentidos.¹

Para demostrarlo, Bernardes y Albuquerque (2003) utilizan estadísticas de las patentes solicitadas a la USPTO y artículos indexados en el Institute for Scientific Information (ISI) para 1974, 1982, 1990 y 1998. De esta forma, encuentran que los países desarrollados muestran una mayor correlación entre tasas de crecimiento de artículos y de patentes, que los países en desarrollo, con todas las implicaciones que ello tiene. Sin embargo, su análisis está fundamentado en correlaciones. Creemos que existen evidencias más fuertes para caracterizar los países y sus distintas etapas de desarrollo.

El propósito de este documento es proponer una caracterización distinta para los países desarrollados y en desarrollo, ya que las existentes no son suficientes para la gran variedad de sistemas de producción y difusión de conocimiento. Para esto se utilizan técnicas de series de tiempo, y se muestra la importancia del proceso generador de datos en dichas series. En una primera sección se cuestiona acerca del uso de las patentes y publicaciones como indicadores de innovación y se discute la diferencia que existe entre distintas fuentes de información — en este caso USPTO frente a la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, por su sigla en inglés)—.

En una segunda sección se cuestionan anteriores resultados y se propone una nueva caracterización. Posteriormente se revelan los resultados de este estudio y las serias implicaciones que de ellos se derivan.

¹ En términos de Freeman (2002), los países que se encuentran en la segunda etapa se caracterizan por tener sistemas de aprendizaje pasivos. La tercera etapa se logra cuando tal sistema de aprendizaje pasa a ser activo.

PUBLICACIONES Y PATENTES: ¿QUÉ TAN BUENOS INDICADORES SON?

A menudo las publicaciones se consideran como un indicador del desarrollo de la infraestructura científica de un país.² Según Albuquerque y Bernardes, la utilización de las publicaciones para caracterizar los países es justificable pues:

... describen el nivel de desarrollo de los recursos educativos de un país; la calidad de las universidades; sus conexiones con los flujos internacionales de conocimiento científico; y el compromiso de estas universidades con las actividades de investigación. Esta afirmación implica que el número de artículos publicados deba tomarse como un indicador de la situación general de las condiciones educativas del país y de su utilidad para el desarrollo económico. (2001; 5)

Sin embargo, las publicaciones suelen ser más importantes en la investigación básica y la academia, que en la investigación aplicada y las consultorías. Además, no todos los artículos están indexados en las bases de datos, ya sea porque aún son literatura gris o porque las revistas en que se publican no son suficientemente reconocidas. Las dos razones anteriores llevan a que las publicaciones sean una subestimación de la actividad científica de un país. A pesar de esto, el reconocimiento de las publicaciones como un indicador de ciencia es bastante general dentro de la comunidad académica.

El uso de las patentes como indicador tecnológico ha sido más discutido. Griliches (1990) argumenta que los dos problemas más grandes de emplearlas para el análisis económico son su clasificación y su variabilidad intrínseca. El primer problema nace de preguntarse cómo asignar las patentes organizadas por firmas o por clases de patentes a grupos de industrias o productos económicamente relevantes. Este problema ya ha sido largamente tratado por varias corrientes (Cfr. Schmookler, 1966; OTAF, 1985; Englander, Evenson y Hanazaki, 1988 (anexo) y Evenson *et al.*, 1988). El segundo problema responde al hecho de que las patentes difieren considerablemente en su significancia técnica y económica. Nos concentraremos en esta discusión.

Con las patentes (Griliches, 1990) se quisiera medir y entender mejor el proceso económico que lleva a la reducción de los costos de producción existentes y el desarrollo de nuevos productos y servicios. También entender qué determina la asignación de los recursos para las actividades tecnológicas y a qué tasa está desplazándose la frontera de posibilidades de producción. Sin embargo, las patentes están lejos de poder cumplir estas expectativas. Muchas de ellas reflejan pequeñas mejoras a productos ya existentes, mientras otras representan cambios radicales en las formas de producción. Además, muchas invenciones no son patentables y muchas no se patentan (Griliches, 1990).

A pesar de todas las dificultades, varios trabajos econométricos han probado que las patentes no dejan de ser una buena aproximación del cambio tecnológico (Griliches, 1984). Más aún, dichos trabajos muestran que las patentes pueden tomar el rol de insumo o de producto, según lo que se quiera explicar. Sin embargo, existe un problema más, distintas cifras de patentes pueden ser utilizadas.

² Una buena revisión de los pros y de los contras de los artículos como *proxy* de la infraestructura científica puede encontrarse en Velho (1987), citado por Da Motta e Albuquerque y Bernardes (2001).

Según Griliches (1990), las patentes de residentes no son una buena medida de cambio tecnológico en un país. La anterior afirmación fue hecha tras el análisis de hallazgos empíricos, más exactamente de la disminución en la solicitud de patentes en Estados Unidos presenciada en la posguerra. Schmookler (1966) afirmó que tal descenso se debió (a) al cambio en el clima político y judicial después de los años treinta, pues éste se volvió más hostil para patentes y para pedir la aplicación de los derechos de propiedad; (b) al crecimiento de los retrasos del procesamiento de las solicitudes en la oficina de patentamiento, y (c) al aumento de las industrias que confiaban más en el secreto empresarial.

Por su parte, Griliches (1990) argumenta que esta disminución con respecto a la solicitud de patentes a través del tiempo también es consecuencia del aumento del salario real y, por ende, del aumento del costo de oportunidad de participar en el sistema de patentes. Este aumento contribuyó a la disminución considerable en la solicitud por parte de inventores ‘independientes’ y a que las firmas lo hicieran solamente cuando el valor potencial de una invención fuera mayor. Esto implica que la disminución de solicitudes por residentes, que se evidenció después de la Segunda Guerra Mundial, no sea equivalente a una disminución de la actividad tecnológica.

Por eso para medir la capacidad tecnológica de un país es necesario tener en cuenta el total de solicitudes. La escogencia del país para la solicitud de patentes depende del uso de la invención, de las relaciones comerciales y de la proximidad de los mercados. Otro aspecto importante es la efectividad del sistema de patentamiento y de la clase de patentes que protege.³

En general, la solicitud de una patente se lleva a cabo cuando el valor esperado de recibirla excede el costo de pedirla (Griliches, 1990). El valor esperado de las patentes es igual a la probabilidad de que sea otorgada multiplicado por el valor económico esperado de ejercer los derechos de propiedad menos los efectos negativos potenciales de dejar al descubierto la invención. Por otra parte, Griliches (1990) afirma que los principales determinantes del número de solicitudes en un país son atribuidos a las condiciones económicas de éste. Prueba de esto es que las de Estados Unidos disminuyeron sustancialmente en la época de la Gran Depresión y durante la Segunda Guerra Mundial.

La probabilidad de tener éxito en el otorgamiento de una patente en un país está seriamente correlacionada con el procedimiento y con los recursos de las oficinas de patentes (Griliches, 1990). Por ejemplo, el éxito de obtener la patente⁴ en Estados Unidos en 1965 era de 58% y en 1967, de 72%. Para Francia era del 90% a mediados de 1970; en Inglaterra, cerca del 80%, y en Alemania, del 35%. Lo anterior implica que la calidad de las patentes que lograron su aprobación cambia entre países y entre períodos. Evenson, por su parte, afirma que “la mayoría de las patentes otorgadas a no residentes en todos los países son originarias de países industrializados” (1984; 88).

La tasa a la que se otorgan patentes a nacionales también varía entre países (Evenson, 1984). Para países con economías planificadas y para Estados Unidos esta tasa oscila alrededor del 75%, mientras que para países subdesarrollados esta tasa disminuye al 15%. Esta relación señala

³ Por ejemplo en los años ochenta, Alemania occidental recibía una gran aplicación de modelos de utilidad por parte de no residentes, cuyos países aún no los reconocían como invenciones.

⁴ Véase Tabla 1 de Schankerman y Pakes (1986).

el desarrollo de la economía y su grado de integración económica con otros países. Griliches argumenta que, al igual que las publicaciones en determinados temas, el patentamiento cada vez se hace más fácil, pues “el estándar de innovación y la utilidad impuesta en el otorgamiento de tal derecho no es muy alto” (1990; 1663). Sin embargo, las patentes solicitadas parecen mantener una tendencia más estable que las patentes otorgadas. A este respecto, los resultados econométricos derivados de este estudio también descubren una radical diferencia.

USPTO FRENTE A WIPO

Las patentes de la USPTO siempre han sido un punto de referencia para las estadísticas relacionadas con la invención. Por ejemplo, Griliches (1989) destaca las tendencias y comportamientos de las patentes en Estados Unidos para caracterizar el proceso de innovación mundial.⁵ Beggs (1984) utiliza cifras de la USPTO para caracterizar la relación entre el desarrollo industrial y el cambio tecnológico. En general, la mayoría de estudios (sobre todo los más clásicos) son hechos a partir de esta base, debido a que son pioneros en sistematizar el sistema.⁶ También es cierto que dichas cifras son utilizadas por su desagregación, por ejemplo, discriminaciones entre firmas y sectores de producción (Beggs, 1984).

Sin embargo, la connotación de patentar en Estados Unidos tiene consecuencias puntuales, ya que implica que la actividad científica no está relacionada con las industrias que producen para el mercado del país donde se origina la invención, sino con la producción para el mercado global. Como se dijo antes, los agentes que patentan en países distintos al de su origen son principalmente los industrializados.

La utilización de datos de la WIPO está estudiando también la capacidad de tales mercados de atraer las patentes y la confianza y reputación que dicho mercado representa; mientras con estadísticas de la USPTO se describe el interés de los agentes de ser reconocidos y mejor protegidos en el ámbito mundial (como se cree normalmente).

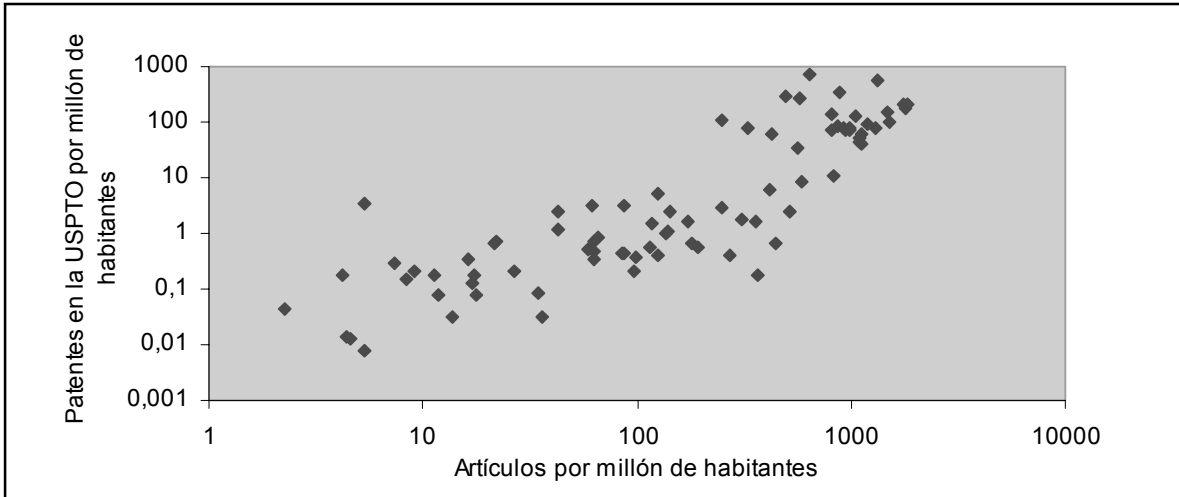
Si bien el resultado que obtuvieron Albuquerque y Bernardes es de extrema relevancia, queda la duda si se cumple únicamente con cifras de la USPTO, es importante replicarlo para otras series de patentes y así generalizar su conclusión. Para demostrar la consistencia de la conclusión de Albuquerque y Bernardes realizamos los mismos cálculos para el año 2001, observando la misma relación descrita por ellos (véase el gráfico 1).

Sin embargo, utilizando las estadísticas de la WIPO no se encuentra la misma relación. Cuando se toman el total de las patentes solicitadas, se nota que a través del tiempo existe más dispersión en los datos, sin encontrar posibles sendas o umbrales. Cuando se utilizan las patentes otorgadas o las patentes solicitadas por residentes, la correlación parece ser muy volátil. La conclusión del estudio citado no se mantiene.

⁵ En este trabajo también se destaca los problemas de la medición de la innovación a través de dichas patentes.

⁶ Por ejemplo Pakes (1981) resalta que su trabajo “fue motivado por la reciente computarización de la base de datos de la USPTO”.

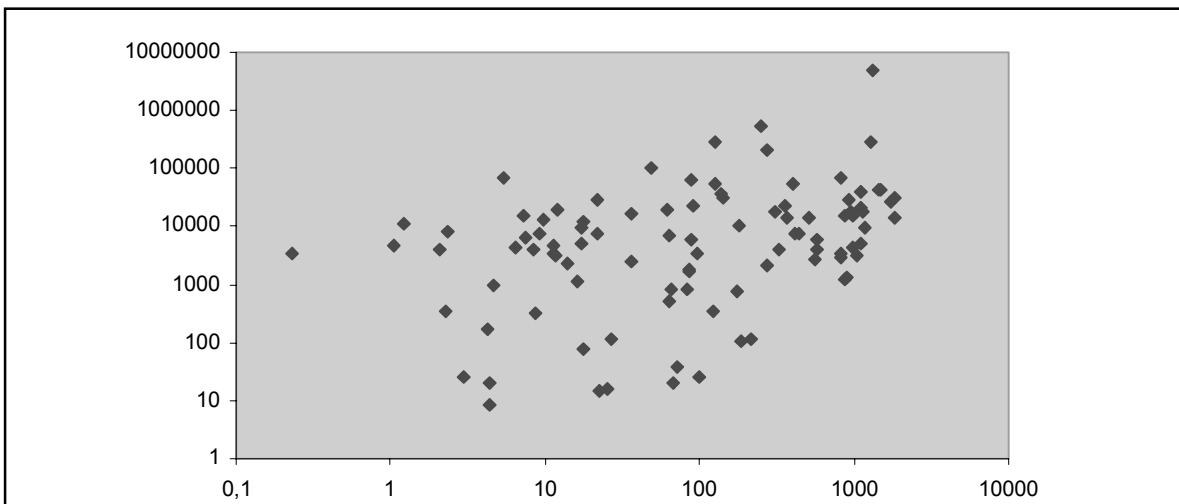
GRÁFICO 1
ESCALA LOGARÍTMICA DE PATENTES POR MILLÓN DE HABITANTES FRENTE
A PUBLICACIONES POR MILLÓN DE HABITANTES, 2001



Fuente: USPTO, ISI.

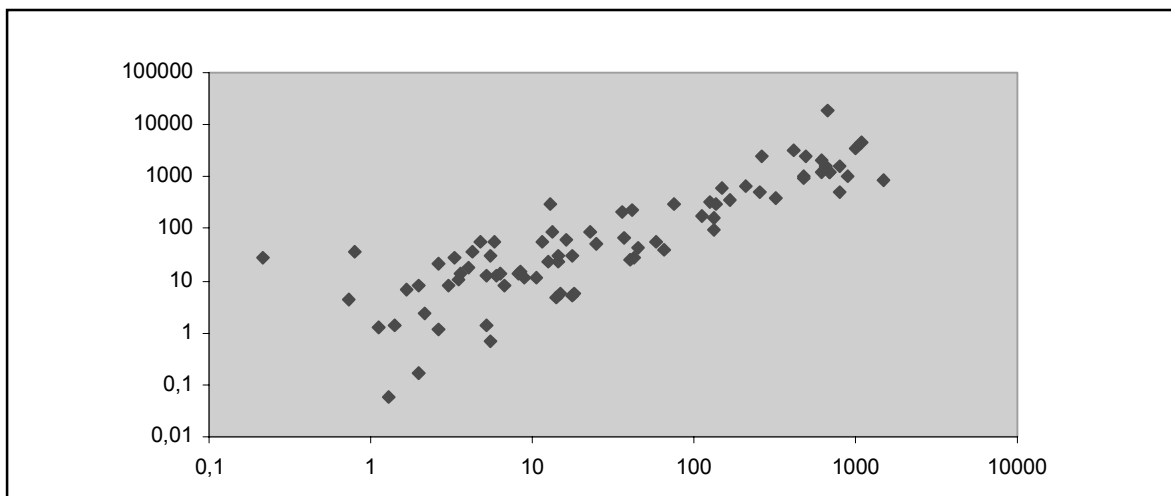
Una posible explicación a este fenómeno, es que en un principio las políticas de ciencia y tecnología procuraban un equilibrio entre ciencia y tecnología; sin embargo, muchas de las políticas de los países comenzaron a centrarse principalmente al fortalecimiento en las capacidades de innovación tecnológica, para que luego esta impacte en el sector académico. Más adelante volveremos sobre la discusión de esta hipótesis.

GRÁFICO 2
ESCALA LOGARÍTMICA TOTAL PATENTES SOLICITADAS POR MILLÓN
DE HABITANTES FRENTE A PUBLICACIONES POR MILLÓN DE HABITANTES, 2001



Fuente: USPTO, ISI

GRÁFICO 3
ESCALA LOGARÍTMICA TOTAL PATENTES SOLICITADAS POR MILLÓN
DE HABITANTES FRENTE A PUBLICACIONES POR MILLÓN DE HABITANTES, 1985



Fuente: USPTO, ISI

Es imperante buscar nuevos resultados más significativos estadísticamente. Las cifras absolutas manejadas normalmente no tienen la información suficiente. Por esta razón es importante caracterizar la fortaleza de los mercados de conocimiento en los países de acuerdo con otro tipo de criterio. La dinámica de las patentes y las publicaciones puede ser una aproximación al desarrollo científico y tecnológico de los países.

PROCESOS GENERADORES DE LAS SERIES⁷

Las series de tiempo son una herramienta econométrica utilizada para el entendimiento de los procesos y dinámicas de las variables, útiles para la predicción de su comportamiento en el largo plazo. Para todos los países y cada una de sus series, se estimaron los procesos generadores de datos, con el fin de capturar las dinámicas de las publicaciones y las patentes para cada país.

Para la identificación del modelo se utilizó la aproximación de Box y Jenkins (1976). Primero transformamos las series siguiendo a Box y Cox (1964) con el fin de estabilizar la varianza y normalizar las series. Luego se examinó la Función de Autocorrelación (ACF) y la Función de Autocorrelación Parcial (PACF) con el fin de identificar el modelo y el número de rezagos. Finalmente se prueba la presencia de tendencia.

En la estimación del proceso generador de datos, se encontró que para algunos países las series presentaban las características de ruido blanco. Para los demás países, un proceso

⁷ Dickey y Fuller (1979 y 1981) fueron los primeros en trabajar las distribuciones de los estimadores de series autorregresivas, así como pruebas para identificar la presencia de raíz unitaria. A partir de allí la bibliografía acerca de raíces unitarias aumentó considerablemente. Un muy buen estado de la cuestión de este tema puede encontrarse en Harris (1995).

autorregresivo de primer orden (AR(1)) fue el más adecuado. Esto es un proceso de Markov donde el valor presente de la variable está determinado principalmente por el valor pasado. Los procesos AR(1) tienen la siguiente forma:

$$X_t = \alpha + \rho X_{t-1} + \mu_t, \quad \text{si } \rho < 1 \text{ se dice que la serie es estacionaria}$$

si $\rho = 1$ la serie tiene raíz unitaria,

si $\rho > 1$ se dice que la serie es explosiva.

Donde ρ es el coeficiente autorregresivo, α el componente determinístico y μ el término de error. μ representa los efectos de otras variables sobre las series y son llamados choques. ρ indica la permanencia de tales choques en el comportamiento de la variable. α muestra la presencia de tendencia en las series.

Si ρ no es significativo, esto es, si el coeficiente es muy cercano a cero, la serie presentará un comportamiento de ruido blanco. En este caso, el valor presente de la serie dependerá únicamente de choques en el presente y estará fluctuando alrededor de una media o una tendencia.

Si la serie es estacionaria, el efecto de los choques permanecerá por unos pocos periodos. Si la serie presenta raíz unitaria, el efecto de los choques durará por siempre y el valor presente de la serie dependerá del valor inicial y de los choques que se han dado a lo largo de los periodos. El caso de series explosivas no es muy común en las variables económicas. En resumen, entre mayor sea el coeficiente autorregresivo mayor es el impacto del valor pasado de la variable, llevando a una mayor permanencia de los efectos de los choques.

Si la serie presenta una tendencia positiva, es porque experimenta un crecimiento sostenido a lo largo del tiempo. De la misma forma, si presenta tendencia negativa, es porque existe un decrecimiento de la serie en el tiempo.

Para el ejercicio econométrico, se obtuvieron series desde 1983 hasta el 2001 de las publicaciones indexadas en ISI, de patentes (solicitadas por residentes, total solicitadas, otorgadas a residentes y el total de otorgadas) según la WIPO⁸ y patentes otorgadas en la USPTO (1981-2001), para una muestra de 156 países.

En el Anexo 1 se presentan los resultados de la estimación. Es necesario tener en cuenta que los resultados están sujetos a las restricciones de información y que para muchos países no se encontró información suficiente de todas las series. Por lo tanto la caracterización puede estar sesgada y no reflejar la situación actual de un país.

⁸ Como era de esperar, para países desarrollados se encontraron series largas que incluso comenzaban desde 1883. Sin embargo para los demás países, las cifras fueron bastante incompletas. En algunos casos, ante la ausencia de datos para algunos años se procedió a completar los espacios suponiendo un crecimiento constante y de esta forma estimando el dato faltante.

LA DINÁMICA DE LAS PUBLICACIONES Y LAS PATENTES COMO UNA APROXIMACIÓN AL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO DE LOS PAÍSES

El objetivo de esta sección es caracterizar las etapas de desarrollo de los países, en términos de ciencia y tecnología, según la presencia de coeficientes autorregresivos y tendencias significativas, en las patentes y publicaciones. Es importante destacar que ésta es una nueva caracterización de ‘desarrollo’. Aunque existe una correlación positiva entre el ingreso per cápita de un país y el número de patentes y publicaciones, nuestros países ‘desarrollados’ no necesariamente tienen un ingreso alto.

Siguiendo a Banze (2000), los países que se encuentran en la tercera etapa, son aquellos que presentan tendencias positivas y coeficientes autorregresivos significativos en al menos cuatro de las series exploradas. Este grupo se dividió en tres subgrupos. El primero de ellos, compuesto por Australia, Holanda, China y Corea del Sur, se distingue por presentar rendimientos sobresalientes en todas sus series, demostrando una gran solidez en su sistema de innovación. Las publicaciones y las patentes presentan un crecimiento sostenido en el tiempo y los choques que se apliquen a la innovación perdurarán varios periodos de tiempo.

El segundo grupo, donde se encuentran Estados Unidos, Israel, Suecia y Japón, se destaca porque tienen una gran dinámica en su trayectoria de conocimiento, sin embargo presentan falla en una de sus series. Entre ellos se resalta Japón, el cual es el único de todos los países del grupo de desarrollados que no posee un coeficiente autorregresivo alto en publicaciones, lo que implica que los choques de un periodo sólo afectarán a las series ese periodo. Sin embargo, esos mismos choques afectarán a las patentes por varios periodos. Esto nos lleva a respaldar la hipótesis de que no es necesaria la extrema fortaleza de la infraestructura científica para el desarrollo de la infraestructura científica de un país. El ámbito tecnológico es también capaz de sostener el proceso de desarrollo del sistema nacional de innovación.

Un tercer grupo, consta de países poseedores de una dinámica continua pero que tienen falla en dos de sus series. La generalidad de este grupo es presentar un ligero problema en las patentes otorgadas a residentes. En la mayoría de los países esta serie presenta un estancamiento, mostrando un crecimiento nulo en el otorgamiento a residentes. Esta puede ser causada porque las aplicaciones de residentes también fallan en su dinámica (Noruega, Suiza, Francia e Italia), por problemas de burocracia o porque la calidad de las solicitudes no es muy alta.

Los países que categorizamos en la segunda etapa de desarrollo son aquellos que presentan una alta dinámica y una tendencia creciente en alguna de sus series. Es en este grupo que comenzamos a distanciarnos de las hipótesis tradicionales, pues muchos de estos países se encuentran en esta etapa de desarrollo por su desempeño en la dimensión tecnológica.

De nuevo se subdivide en tres subgrupos. En un primer subgrupo se encuentran países con una larga y reconocida trayectoria en la innovación, y otros que llevan poco tiempo en el mercado de conocimiento mundial pero traen una gran dinámica. Este subgrupo presenta debilidades en el patentamiento local por parte de residentes, sumado a problemas en el

patentamiento en la USPTO. La presencia de Alemania en este grupo no es extraña si se tiene en cuenta que, antes de la década de los noventa, es la suma de dos países distintos con dinámicas diferentes que no necesariamente deben converger a la misma trayectoria.

En un segundo subgrupo se encuentran principalmente países europeos en transición, las nuevas potencias asiáticas y la destacable presencia de países africanos. Su fortaleza se encuentra en el total de solicitudes en su sistema local de patentamiento. En este subgrupo son muy escasos los países con grandes dinámicas en las publicaciones, los choques solo afectan la variable un periodo y por lo tanto es necesario estar realizando choques continuos con el fin de impulsar la innovación. Los choques también afectarán un solo periodo el patentamiento de la USPTO. La solicitud y otorgamiento por parte de residentes no presenta un crecimiento constante en el tiempo. Se caracterizan porque sus sistemas nacionales de innovación están guiados por la innovación tecnológica al ser países atractivos para patentar, pero no por la innovación de sus residentes.

Un tercer subgrupo está compuesto por países que son fuertes únicamente en una de sus series, evidenciándose una gran falla en los canales de interacción entre ciencia y tecnología.

Siguiendo a Banze (2000), los países que se encuentran en la primera etapa serían aquellos que no presentan coeficiente autorregresivo en ninguna serie. Estos países también se distinguen porque la información es bastante incompleta. Dentro de estos países encontramos algunos subgrupos.

En el primero de ellos encontramos a países que tienen tendencias positivas en las publicaciones, pero los impactos de los choques no permanecen más de un periodo. Sin embargo estos países no han logrado una interacción estable con el ámbito tecnológico, ya que la mayoría de sus series de patentes no presentan una tendencia creciente. Varios países latinoamericanos se encuentran en este subgrupo.

En el segundo subgrupo de la primera etapa de desarrollo catalogamos a los países que muestran una tendencia creciente en publicaciones y no tienen información alguna sobre patentes. En el último subgrupo encontramos países que no tienen una tendencia creciente en ninguna de sus series disponibles.

CONCLUSIONES

Este trabajo ofrece una nueva forma de categorización de las etapas de desarrollo científico-tecnológico de los países del mundo, mediante la identificación de los procesos generadores de datos de las publicaciones y las patentes.

Hallamos que en la etapa de desarrollo más avanzado se encuentran países europeos, Norteamérica, las grandes potencias asiáticas e Israel. Estos países presentan una gran dinámica e interacción entre los mercados científicos y tecnológicos, logrando la retroalimentación antes presentada.

A este respecto, Callon (1999) distingue entre distintas dinámicas de producción de conocimiento. La ciencia consolidada se caracteriza por sus bajos costos de transmisión y asimilación del conocimiento y por una retroalimentación generalizada entre las dos infraestructuras.

Los países que se encuentran en la segunda etapa de desarrollo, presentan dinámicas muy distintas entre ellos. Para algunos países, la infraestructura científica es la encargada de guiar el proceso de innovación. Sin embargo, en muchos de países es la innovación tecnológica la que lleva los hilos del sistema nacional de innovación, contrariando las hipótesis tradicionales de que es necesario consolidar primero la infraestructura científica para lograr una fortaleza en el ámbito tecnológico. Para Callon (1999), estos países hacen parte de la ciencia emergente, donde la difusión del conocimiento presenta características opuestas a las de la ciencia consolidada.

En una primera etapa de desarrollo encontramos países que llevan una tendencia creciente en publicaciones. Sin embargo, la discontinuidad en los choques y falta de permanencia de estos, origina una grave falla en la interacción con la innovación tecnológica pues en las series de patentes ni siquiera existen tendencias positivas.

BIBLIOGRAFÍA

- Aghion, P. y Howitt, P. (1999), *Endogenous Growth Theory*, Cambridge, MIT.
- Banze, C. E. (2000), *A especificidade e a diversidade do continente africano. Uma sugestão inicial de tipologias de sistemas nacionais de inovação*, Monografía de Graduação, Belo Horizonte, FACE-UFMG.
- Beggs, J. (1984), “Long-Run Trends in Patenting”, en Griliches, Zvi (edit.), *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago, The University of Chicago Press, pp. 155-174.
- Bernardes, A. y Albuquerque, E. (2003), “Cross-Over, Thresholds, and Interactions between Science and Technology. Lessons for Less-Developed Countries”, en *Research Policy*, No. 32, pp. 865-885.
- Box, G.E.P. y Cox, D.R. (1964). “An analysis of transformations”, en *Journal of Royal Statistician Society*, No. 26, pp. 211-252.
- Box, G.E.P. y Jenkins, G.M. (1976), *Time Series Analysis Forecasting and Control*, 2nd edition, San Francisco, Holden-Day.
- Callon M. (1999), “Le réseau comme forme emergent et comme modalité de coordination: le cas des interactions stratégiques entre firmes industrielles et laboratoires académique”, en Callon, M., Cohendet, P., Curien, N., Dalle, J.M., Eymard-Duvernay, F., Foray, D. y Schhenk, E. (edit.), *Réseau et coordination*, París, Economica, pp. 13-64.
- Albuquerque, E. y Bernardes, A. (2001), “Cross-Over, Thresholds, and Interactions between Science and Technology: A Tentative Simplified Model and Initial notes about Statistics from 120 Countries”, Texto para discusión No. 157, Belo Horizonte, Universidade Federal De Minas Gerais, Faculdade De Ciências Económicas, Centro De Desenvolvimento E Planejamento Regional.
- Dickey, D.A. y Fuller, W.A. (1979), “Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root”, en *Journal of the American Statistical Association*, No. 74, pp. 427-431.
- Dickey, D. A. y Fuller, W. A. (1981), “Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root”, en *Econometrica*, No. 49, pp. 1057-1072.
- Englander, A. S.; Evenson, R., y Hanazaki, M. (1988), “R&D, Innovation and the Total factor Productivity Slow-down”, en *OECD Econ. Stu.*, No. 11, pp. 8-42.

- Engle R. F. y Granger C. W. J. (1987), “Co-Integration and Error Correction. Representation, Estimation, and Testing”, en *Econometrica*, vol. 55, No. 2, pp. 251-276.
- Evenson, R. (1984), “International Invention. Implications for Technology Market Analysis”, en Griliches, Zvi (edit.), *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago, The University of Chicago Press, pp. 73-88.
- _____, Kortum, S. y Putnam J. (1988), *Estimating Patents by Industry using the Yale-Canada Patent Concordance*, Yale University, New Haven.
- Freeman, Chris (2002), “Continental, National and Sub-National Innovation Systems-Complementarity and Economic Growth”, en *Research Policy*, No. 31, pp. 191-211.
- Granger, C. W. J. (1969), “Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods”, en *Econometrica*, vol. 37, No. 2, pp. 424-438.
- Griliches, Zvi (1990), “Patents Statistics as Economic Indicators. A Survey”, en *Journal of Economic Literature*, vol. 28, No. 4, pp. 1661-1707.
- _____, (edit.), (1984), *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago: The University of Chicago Press.
- _____; Nordhaus, W., y Scherer F. M. (1989), “Patents. Recent Trends and Puzzles”, en *Brooking Papers on Economic Activity. Microeconomics*, pp. 291-330.
- Harris, R. I. D. (1995), *Using Cointegration Analysis in Econometric Modeling*, London, Prentice Hall.
- OTAF (Office of Technology Assessment and Forecast) (1985), “Review and Assessment of the OTAF Concordance Between the U.S. Patent Classification and the Standard Industrial Classification System: Final Report”, Washington, Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce.
- Pakes, Ariel (1981), “Patents, R&D, and the stock market rate of return”, en *NBER Working Paper*, No. 786, Cambridge, NBER.
- _____, y Griliches, Z. (1984), “Patents and R&D at the Firm Level. A First Look”, en Griliches, Zvi (edit.), *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago, The University of Chicago Press, pp. 21-54.
- Pakes, A. y Schankerman, M. (1984a), “The Rate of Obsolescence of Patents, Research Gestation Lags, and the Private Rate of Return to Research Resources”, en Griliches, Zvi (edit.), *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago, The University of Chicago Press, pp. 55-72.
- _____, (1984b), “An Exploration into the Determinants of Research Intensity”, en Griliches, Zvi (edit.), *R&D, Patents, and Productivity*, Chicago, The University of Chicago Press, pp. 209-232.
- Rapini, M. S. (2000), *Uma investigação sobre a relação de Granger-causalidade entre ciência e tecnologia para países em catching up e para o Brasil*, monografía de graduación, Belo Horizonte, FACE-UFMG.
- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) (2001), *Estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos / interamericanos*, disponible en: <http://www.ricyt.org>.

Schankerman, M. y Pakes, A. (1986), "Estimates of the Value of Patent Rights in European Countries During the Post-1950 Period", en *The Economic Journal*, vol. 96, No. 384, pp. 1052-1076.

Schmookler, Jacob (1966), *Invention and Economic Growth*, Cambridge, Harvard University Press.

Velho, L. (1987), "The Author and the Beholder. How Paradigm Commitments can Influence the Interpretation of Research Results", en *Scientometrics*, No. 11, pp. 59-70.

ANEXO 1

En las siguientes tablas se presentan los resultados de las estimaciones. Las cifras representan el coeficiente autorregresivo. Cuando tienen cero (0) es porque este coeficiente no es significativo a un nivel de significancia del 10%. Cuando el coeficiente está acompañado de nt es porque no presenta tendencia. Si tiene un menos (-) después del coeficiente es porque la tendencia es negativa. Si el coeficiente no tiene ninguno de los dos, es porque tiene tendencia positiva. A continuación presentamos las abreviaturas de las series:

PUB: Publicaciones

SR: Patentes solicitadas por residentes

OR: Patentes otorgadas a residentes

ST: Total patentes solicitadas

OT: Total patentes otorgadas

USPTO: Patentes otorgadas en la USPTO

Etapa	Grupo	País	PUB	SR	OR	ST	OT	USPTO
Tercera Etapa	1	Rep. of Korea	0,84	0,86	0,66	0,53	0,63	0,56
		Netherlands	0,78	0,92	0,84	0,81	0,78	0,55
		Australia	0,77	0,68	0,64	0,42	0,72	0,48
		China	0,74	0,71	0,58	0,63	0,76	0,75
	2	USA	0,55	1	0,86	0,93	0,88	0
		Israel	0,63	0,66	0,26	0,93	0,61	0
		Japan	0	0,89	0,39	0,83	0,79	0,48
		Sweden	0,64	1	0,49 nt	0,93	0,79	1
	3	Norway	0,56	0	0,46	0,95	0,52	0
		Finland	0,74	0,35	0,82 nt	0,75	0,81	0
		Canada	0,61	0,85	0,78 nt	0,84	0,92	0
		Denmark	0,44	0,83	0,69 nt	0,76	0,71	0
		Austria	0,44	0	0,38 nt	0,85	0,78	0,68
		Italy	0,66	0	0-	0,89	0,64	0,49
		Ireland	0,45	0		0,85	0,88	0,41
		France	0,75	0,98 nt	0,84 nt	0,82	0,78	0,57
Switzerland	0,56	0,86 nt	0,73 nt	0,79	0,49	0,54		
England	0,61	0,58	0-	0,72	0,79	0,88 nt		

Continuación Anexo

Etapa	Grupo	País	PUB	SR	OR	ST	OT	USPTO
Segunda Etapa	1	Thailand	0,56	0,37	0	0,32	0	0
		Philippines	0	0,38	0,88 nt	0	0,74	0,38
		New Zealand	0	0	0,51 nt	0,88	0,62	0,49
		Turkey	0	0,31	0,41 nt	0,66	0,66	0
		Belgium	0,67	0,94 nt	0,81 nt	0,8	0,86	0
		Brazil	0,57	0 nt	0,75 nt	0,9	0,79	0
		Spain	0,63	0,91 nt	0,47 -	0,93	0,67	0
		Mexico	0,57	0,68 nt	0,46-	0,64	0,77	0
		Germany	0,86	0,58	0,69 nt	0,97 nt	0,37	0,73 nt
		Tunisia	0,67	0	0,31	0,92 nt	0,73	
	Morocco	0	0,3	0,33	0,73-	0,6		
	2	Luxembourg	0	0,63 nt	0	0,86	0,86	0
		Egypt	0	0,71	0,75 nt	0,4	0,65 nt	0
		India	0	0,93 nt	0,42 nt	0,92	0,66	0
		Greece	0	0,56-	0,56-	0,84	0,67	0
		Hong Kong	0,71		0,39 nt	0,46	0	0
		Iceland	0	0,44		0,82	-0,35 nt	0
		Roumanie	0,76	0,74 nt	0,56 nt	0,52	0,73 nt	0
		Hungary	0	0,96 nt	0,97 nt	0,88	0,75	0,37-
		Poland	0	0,85-	0,75 nt	0,87	0,82	0 nt
		Portugal	0	0,64 nt	0,32 -	0,88	0,54	0 nt
		Singapore	0		0 nt	0,73	0,66	-0,52
		Sri Lanka	0	0,52 nt	0,54	0,82	0	
		Indonesia	0,44			0,56		0
		Malaysia	0,3				0,66	0
	3	Malawi	0			0,86	0,52	
		Gambia	0,61			0,56	0,81 nt	
		Chile	0	0,64 nt	0,39 -	0,98 nt	0,86	0
		Colombia	0,48	0,8 nt	0,59 nt	0,94 nt	0,55 nt	0
		Bulgaria	0	0,99 nt	0,92 nt	0,75	0,93 nt	0,48-
		Uruguay	0,52	0,45-	0 -	0,82 nt	0,46-	0,62 nt
		Mongolia	0	0,64 nt	0,88 nt	0,68	0	
		Vietnam	0	0-	0 nt	0,64	0	
		South Africa	0,46	0,87 nt		0,77 nt	0,80 nt	0
		Iran	0,45	0	0,88 nt	0,92 nt	0,85 nt	
		Argentina	0,68		0-	0-	0,91 nt	0
		Lebanon	0,72		0 nt	0	0	
		Cyprus	0,48			0 nt	0 nt	0 nt
		Barbados	0			0,8	0	
		Sudan	0			0,58	0	
		Saudi Arabia	0,56			0,64 nt		0
		Algeria	0	0,61		0,93 nt		
Kenya		0			0,82	0-		
Uganda		0,36			0,94 nt	0,56 nt		
Madagascar		0			0,39			
Kuwait	0,78 nt					0,43		
Arab Emirates	0,74					0 nt		
Jordan	0,72							
Senegal	0,57							
Cote Ivoire	0,61							
Niger	0,52							

Continuación Anexo

Etapa	Grupo	País	PUB	SR	OR	ST	OT	USPTO
Primera Etapa	1	Venezuela	0	0.35-	0.47 nt	0.46-	0.36 nt	0
		Peru	0	0.61-	0.44 -	0.82 nt	0.43 nt	0
		Panama	0	0 nt	0.39 nt	0.62 nt	0.55 nt	
		Cuba	0	0.63 nt	0.73 nt	0.83 nt	0.81-	
		Costa Rica	0	0.57 nt	0.55 nt	0.82 nt	0.41-	
		Ecuador	0	0	0 nt	0 nt	0.42 nt	
		Bangladesh	0	0.46 nt	0 nt	0.54 nt	0.39 nt	
		Zimbabwe	0	0.4-	0.34 -	0.77 nt	0.26-	
		Bolivia	0	0-	0.76 nt	0.55 -	0.36-	
		Pakistan	0	0-	0 nt	0.56-	0-	
		Malta	0	0		0.77 nt	0.46 nt	
		Honduras	0	0.46 nt		0.47 nt	0.70 nt	
		Syria	0		0.51 nt	0.8 nt	0.76 nt	
		El Salvador	0		0.81 nt	0 nt	0.73 nt	
		Ghana	0			0.87 nt	0.71 nt	
	Botswana	0			0.67 nt	0.65 nt		
	Tanzania	0				0.84-		
	Nicaragua	0						
	Oman	0						
	Qatar	0						
	Namibia	0						
	Guinea-Bissau	0						
	Angola	0						
	Burkina Faso	0						
	Ethiopia	0						
	Gabon	0						
	Mali	0						
	Mozambique	0						
	Nepal	0						
	Seychelles	0						
	Chad	0						
	Guatemala	0 nt	0.39 nt	0-	0.68 nt	0.31-		
	Zambia	0 nt	0 nt	0 nt	-0.92-	0-		
Trinidad y Tobago	0 nt			0.76 nt	0.87 nt			
Rwanda	0.66 nt			0 nt	0-			
Bahrain	0.64 nt				0 nt			
Fiji	0.42 nt			0 nt				
Jamaica	0-				0.88 nt			
Paraguay	0.7 nt							
Benin	0.61 nt							
Congo	0 nt							
Nigeria	0.63-							
Papua new guinea	0.47-							