

Especialización Tecnológica en América Latina: 1976-2011*

Rosa Morales**

Domingo Sifontes***

Resumen

La presente investigación estudia la especialización tecnológica de un grupo de países de América Latina durante el período 1976-2011. Para ello se utilizan datos de las patentes registradas en la oficina de patentes de los Estados Unidos de Norteamérica y se calcula el índice de ventajas tecnológicas reveladas (VTR) para tres períodos de estudio. Los resultados muestran que todos los países presentan al menos una ventaja tecnológica en cada uno de los períodos de estudio, sin embargo, estas no son estables en el tiempo. Por otra parte, existen países que disminuyeron sus ventajas al punto de convertirse en desventajas tecnológicas. Finalmente, se muestran países que a pesar de no presentar ventajas tecnológicas mejoran y posiblemente pasen a tenerlas en un futuro cercano.

* Los autores agradecen a Angélica Rodríguez, Héctor Monasterios, Yuneygla Gómez y Jesús Obelmejias por asistencia de investigación. Cualquier error u omisión es responsabilidad de los autores. Esta investigación es producto del Proyecto de Investigación "Indicadores de Impacto de las Innovaciones realizadas por Inventores Venezolanos y Latinoamericanos" financiado por el FONACIT N° 2011001384, bajo contrato N° 201200236.

** INFACES-Escuela de Economía, Universidad de Carabobo: moralesr@uc.edu.ve

*** Unidad de Investigaciones Económicas y Sociales (UIES)- Escuela de Economía, Universidad de Carabobo: dsifontes@uc.edu.ve

1.- Introducción

La especialización tecnológica permite establecer cuáles son las ventajas de los países en cuanto a los esfuerzos innovadores que realizan. En la medida que un país se especialice en un sector determinado se establece una ventaja relativa en la producción de tecnología. La presente investigación estudia la especialización tecnológica para 11 países de Latinoamérica durante los periodos 1976-1987, 1988-1999 y 2000-2011. Para ello, se utilizan las patentes registradas en la oficina de patentes de los Estados Unidos de Norteamérica (USPTO).

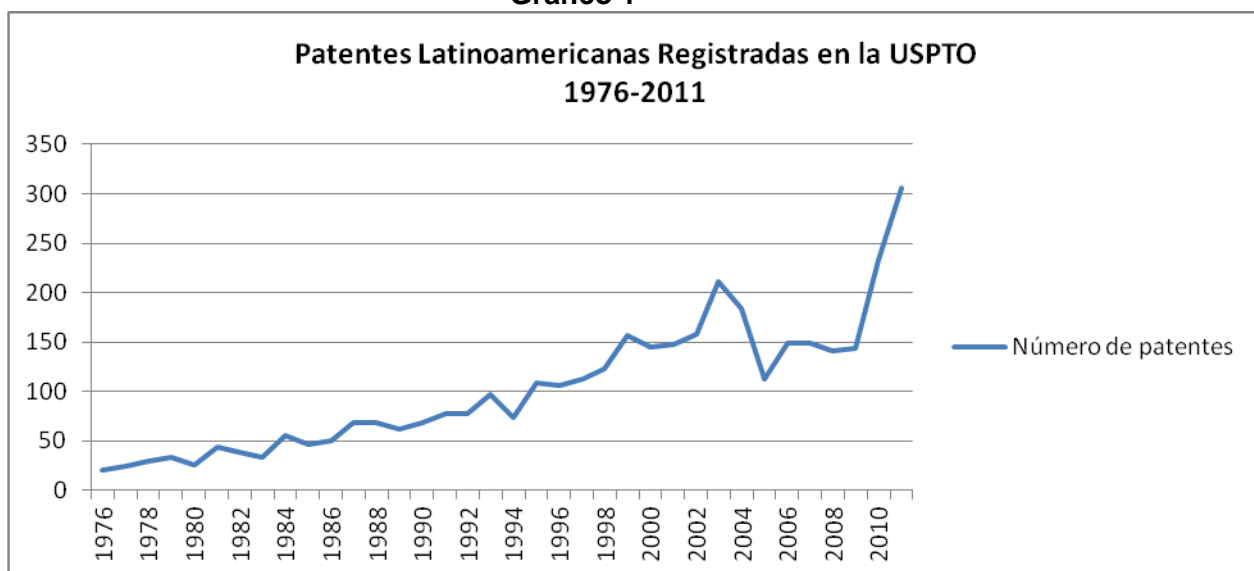
Estudiar la especialización tecnológica permite entender la dinámica científico-técnica de las naciones, es decir, las características presentes en su modelo de desarrollo tecnológico. Por otra parte permitiría establecer un diagnóstico sobre la situación de los esfuerzos innovadores y así tener una visión clara para dirigir de la mejor manera posible estos esfuerzos.

La presente investigación se compone de una primera sección que aborda de manera general el registro de patentes de países latinoamericanos en la USPTO. En una segunda sección se calcula el índice de ventajas tecnológicas reveladas (VTR) para cada país y sección CIP de manera agregada. Por último se discuten los resultados y se presentan ideas para futuras investigaciones.

2.- Patentes Latinoamericanas en la USPTO: una visión general

Una medida de los esfuerzos innovadores de los países es la actividad patentadora. A través de estas se pueden generar aproximaciones que permitan entender el estado de la ciencia y tecnología de un país y de una región. América Latina ha visto incrementada la producción de patentes registradas en la Oficina de Patentes de los Estados Unidos (USPTO) desde 1976. Tal como se puede observar en el siguiente gráfico:

Gráfico 1



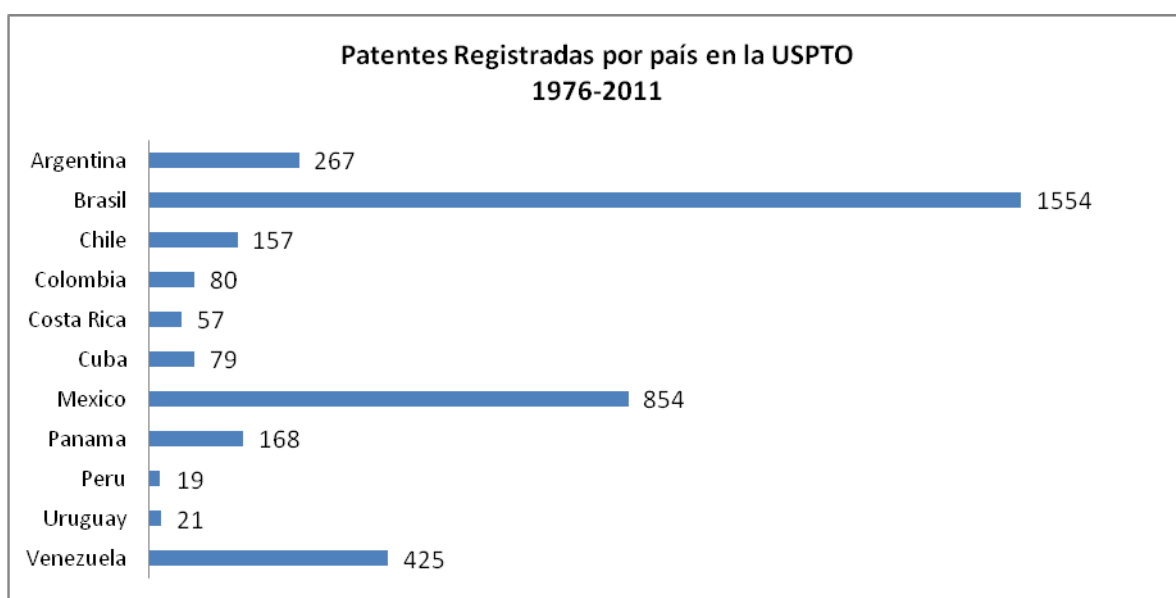
Fuente: elaboración propia con datos de la USPTO

En el gráfico 1 se observa que los esfuerzos innovadores de la región se han incrementado en los últimos 35 años. Durante el periodo 1976-2003 se observa un incremento de las patentes registradas, en el periodo 2003-2009 hubo una

disminución de la actividad patentadora y a partir de 2009 comienza a recuperarse hasta lograr en el año 2011 el máximo durante el período de estudio.

Para realizar los cálculos se construyó una base de datos a partir de las patentes registradas en la USPTO de 11 países de latinoamerica: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Mexico, Panamá, Perú, Uruguay y Venezuela para el período 1976-2011, totalizando 3681 patentes. Brasil, México y Venezuela son los países con mayor cantidad de patentes registradas como se muestra en el gráfico 2.

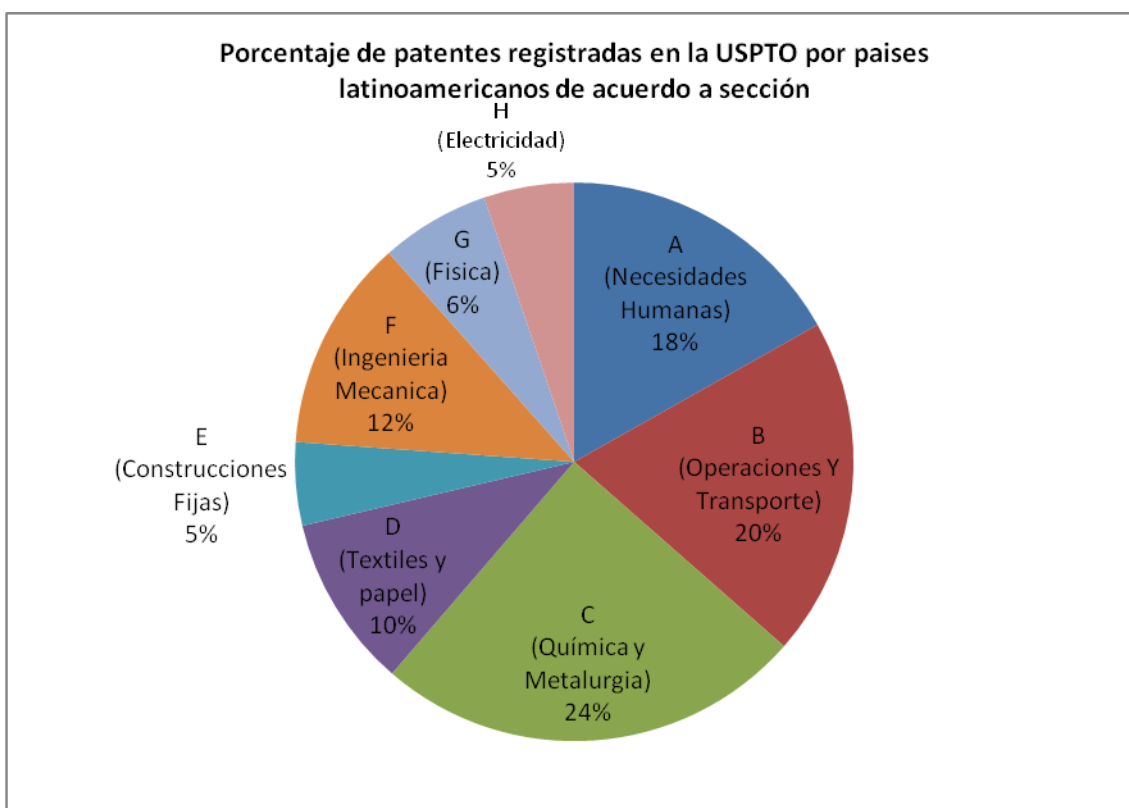
Gráfico 2



Fuente: elaboración propia con datos de la USPTO

Durante el período de estudio se observa un comportamiento que ha beneficiado la producción de patentes en las áreas de química-metalurgia y operaciones de transporte. Electricidad y física son las áreas con menor cantidad de patentes tal como se puede observar en el gráfico número 3:

Gráfico 3



Fuente: elaboración propia con datos de la USPTO

Del gráfico se puede observar la distribución por área de especialización tecnológica, sin embargo, no dice nada respecto a las áreas en la que los países se especializan, en este sentido la próxima sección aborda el tema de la especialización tecnológica por país y área para determinar si los países presentan los mismos patrones de especialización de la región, es decir, individualmente los países se especializan de la misma forma que lo hace la región o por el contrario presentan áreas de especialización diferentes.

3.- Especialización Tecnológica en América latina: una primera aproximación

El tema de la especialización tecnológica tiene su principal antecedente en la literatura sobre especialización comercial y el Índice de Ventajas Comparativas Reveladas (VCR) planteado por Balassa en 1965. En la década de los 80 se plantea la idea de la Ventaja Tecnológica Revelada (VTR) en Soete (1983), luego Archibugi y Pianta (1992) plantean otras medidas de especialización como el chi cuadrado que no serán utilizadas en el presente estudio.

Para el caso español Buesa y Molero (1992) calculan el índice de ventajas tecnológicas reveladas, Barcenilla (1999) lo hace para un conjunto de países de la Unión Europea, Vertova (1998,1999, 2001) hace lo propio para un conjunto de países europeos, Japón y Estados Unidos, Mahmood y Singh (2003) lo hacen para un

conjunto de países Asiáticos y Huang y Miozzo (2004) para países de Latinoamérica y Asia.

De acuerdo a Urraca (2005) la ventaja tecnológica revelada es el indicador de especialización tecnológica más utilizado debido a que detecta las fortalezas donde los países realizan un esfuerzo mayor al promedio para patentar en determinado sector. Vertova (1998) lo define como el porcentaje nacional de patentes en un sector dado dividido entre el porcentaje nacional de patentes en todos los sectores. Esto quiere decir, la participación de un país en un sector respecto a la participación del país en todos los sectores. El índice de de Ventaja Tecnológica Revelada se expresa:

$$VTR=(P_{ij}/\sum_i P_{ij})/(\sum_i P_{ij}/\sum_i \sum_j P_{ij})$$

Donde P_{ij} es el número de patentes del país i en el sector j . El índice varía respecto a la unidad y supone que un valor mayor a 1 representa una ventaja tecnológica en determinado sector mientras que por debajo de la unidad representa una desventaja.

Para el cálculo de las ventajas tecnológicas reveladas se tomaron en cuenta 11 países de Latinoamérica que registraron patentes en la USPTO durante los períodos: 1976-1987, 1988-1999, 2000-2011. Se contabilizaron 3681 patentes y se clasificaron por país de asignación y código CIP. El índice VTR se calculó con base en 3466 patentes, para cada país y sección CIP (de manera agregada) en cada período. Las secciones son:

- A: Necesidades Humanas
- B: Operaciones y Transporte
- C: Química y Metalurgia
- D: Textiles y Papel
- E: Construcciones Fijas
- F: Ingeniería Mecánica
- G: Física
- H: Electricidad

Para el período 1976-1987 los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 1
Ventajas Tecnológicas Reveladas 1976-1987
(N=468)

Sección	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	Costa Rica	Cuba	México	Panamá	Perú	Venezuela
A	2,24	1,20	0,71	3,55	-	4,25	0,62	0,68	1,77	0,52
B	0,88	1,09	1,43	0,48	2,39	-	0,74	2,02	2,39	0,70
C	0,38	0,68	0,86	0,29	-	0,57	1,53	0,44	-	1,31
D	2,46	1,32	-	-	-	-	0,97	0,90	-	0,23
E	0,54	0,86	4,07	2,03	-	-	0,38	1,17	-	2,39
F	1,42	1,30	0,00	0,90	-	-	0,73	0,69	2,25	1,32
G	-	1,10	0,00	-	-	5,20	1,29	1,50	-	0,38
H	0,68	1,32	2,60	2,60	13,00	-	0,32	2,00	-	0,76

Fuente: elaboración propia. – significa que los países no presentan patentes registradas para el período.

Por países las ventajas tecnológica se distribuyen de la siguiente forma: Brasil (6 secciones), Argentina, Chile, Colombia, Panamá, Perú y Venezuela (3 secciones), Costa Rica, Cuba y México (2 secciones). Del total de patentes, el 24 % es del sector químico y metalurgia; México y Venezuela son los únicos países de la muestra que presentan ventajas tecnológicas para esta sección durante el período 1976-1987. México produjo 52,76% de las patentes del sector y Venezuela 19,01% entre 1976 y 1987. La segunda sección con mayor porcentaje de patentes producidas durante el período 1976-2011 fue operaciones y transporte con 20%. Brasil, Chile, Costa Rica, Panamá y Perú presentan una ventaja al respecto.

Para el período 1988-1999 el país que más ventajas tecnológicas presenta es Brasil (5 secciones), sin embargo, no muestra ventajas tecnológicas en química y metalurgia. Los países que muestran ventajas en esta sección son Chile, Colombia, Cuba, México y Venezuela. Destaca el caso de Uruguay que presenta ventaja en los 3 sectores que registró patentes durante el período: necesidades humanas, operaciones-transporte y electricidad.

Por secciones, la mayor ventaja la obtiene Perú en necesidades humanas, Panamá en operaciones y transporte, Cuba en química y metalurgia, Costa Rica y México en papel y textil, Brasil en construcciones fijas e ingeniería mecánica, Venezuela en física y Uruguay en electricidad. Los resultados se muestran en la tabla 2

Tabla 2
Ventajas Tecnológicas Reveladas 1988-1999
(N=1133)

Sección	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	Costa Rica	Cuba	México	Panamá	Perú	Uruguay	Venezuela
A	2,10	0,57	1,75	2,21	2,90	2,65	1,44	2,30	5,30	4,14	0,03
B	0,97	1,20	1,12	0,35	0,80	-	0,67	1,39	-	1,06	1,06
C	0,67	0,44	1,31	2,02	0,51	2,23	1,39	0,08	-	-	1,84
D	1,17	1,17	0,34	0,96	1,45	-	1,45	0,47	-	-	0,45
E	0,63	1,58	-	-	1,04	-	0,27	0,68	-	-	1,24
F	0,55	1,71	0,43	-	-	-	0,53	0,74	1,45	-	0,70
G	1,20	0,87	0,56	-	1,18	0,94	0,69	1,54	-	-	1,57
H	0,43	1,59	1,01	-	-	-	1,11	1,40	-	4,29	-

Fuente: elaboración propia. – significa que los países no presentan patentes registradas para el período

Respecto al período 2000-2011 se observan los siguientes resultados:

Tabla 3
Ventajas Tecnológicas Reveladas 2000-2011
(N=1865)

Sección	Argentina	Brasil	Chile	Colombia	Costa Rica	Cuba	México	Panamá	Perú	Uruguay	Venezuela
A	1,57	0,71	1,31	2,67	3,09	2,60	0,92	1,02	2,51	1,93	0,16
B	0,93	1,01	1,14	0,52	-	-	1,10	1,98	0,58	0,90	1,09
C	0,81	0,74	1,56	0,62	0,59	1,80	1,09	0,47	0,46	0,71	2,56
D	0,65	1,43	0,24	0,57	-	-	0,96	0,14	1,70	-	0,48
E	0,57	1,15	0,51	1,22	1,41	-	0,71	0,93	-	-	2,23
F	1,13	1,36	0,51	0,40	0,92	-	0,91	0,46	-	-	0,15
G	1,06	0,92	1,19	1,13	0,65	1,17	1,05	1,08	1,27	2,93	0,93
H	0,70	1,32	0,14	-	0,74	-	1,01	2,45	-	1,11	-

Fuente: elaboración propia. – significa que los países no presentan patentes registradas para el período

Por secciones se tiene que en necesidades humanas la mayor ventaja la presenta Colombia, en operaciones y transporte Panamá, para química y metalurgia Venezuela. En papel y textil Perú, Venezuela lo hace para construcciones fijas, Brasil en ingeniería mecánica, Uruguay en física y Panamá en electricidad. Nuevamente el país con mayores ventajas tecnológicas es Brasil con 5 de las 8 secciones. Destaca el caso de Cuba que presenta ventaja en los 3 sectores que registró patentes durante el período: necesidades humanas, química-metalurgia y física.

Los únicos países que presentaron ventajas en la sección química y metalurgia para los 3 períodos fueron México y Venezuela, sin embargo, México ha ido disminuyendo sus ventajas, mientras Venezuela las ha aumentado. La siguiente tabla muestra los países que mantuvieron sus ventajas durante los tres períodos de estudio:

Tabla 4

**Ventajas Tecnológicas Reveladas mantenidas por país durante los períodos
1976-1987,1988-1999,2000-2011**

País	Sección
Argentina	Necesidades humanas
Brasil	<ul style="list-style-type: none">• Operaciones y transporte,• Papel y textil,• Ingeniería mecánica,• Electricidad
Chile	Operaciones y transporte
Colombia	Necesidades humanas
Costa Rica	-
Cuba	Necesidades humanas
México	Química y metalurgia
Panamá	<ul style="list-style-type: none">• Operaciones y transporte• Física• Electricidad
Perú	Necesidades humanas
Uruguay	-
Venezuela	<ul style="list-style-type: none">• Química y metalurgia• Construcciones fijas

Fuente: elaboración propia. – significa que los países no presentan una misma ventaja tecnológica para los tres períodos de estudio.

Las ventajas presentadas en la tabla son aquellas que se revelaron para los 3 períodos de estudio. Esto no quiere decir que sean las únicas ventajas reveladas por cada país, solo presentan las que fueron consistentes en todos los períodos. Esto permitirá estudiar la evolución de dichas ventajas a través del tiempo, tal como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5

Evolución de las ventajas tecnológicas reveladas por cada país en todos los períodos de estudio.

País	1976-1987	1988-1999	2000-2011	Sector
Argentina	2,24	2,10	1,57	Necesidades humanas
Brasil	1,09	1,20	1,01	Operaciones y transporte
	1,32	1,17	1,43	Papel y textil
	1,30	1,71	1,36	Ingeniería mecánica
	1,32	1,59	1,32	Electricidad
Chile	1,43	1,12	1,14	Operaciones y transporte
Colombia	3,55	2,21	2,67	Necesidades humanas
Cuba	4,25	2,65	2,60	Necesidades humanas
México	1,53	1,39	1,09	Química y metalurgia
Panamá	2,02	1,39	1,98	Operaciones y transporte
	1,50	1,54	1,08	Física
	2	1,4	2,45	Electricidad
Perú	1,77	5,30	2,51	Necesidades humanas
Venezuela	1,31	1,84	2,56	Química y metalurgia
	2,39	1,24	2,23	Construcciones fijas

Fuente: elaboración propia.

De las ventajas tecnológicas presentadas en la tabla 5 se pueden observar 4 comportamientos:

1. Disminución: son las ventajas tecnológicas reveladas que presentan un índice que disminuyó desde el período 1976-1987 hasta el período 2000-2011. No se presenta un aumento del índice VTR. Los países que presentan este comportamiento son: Argentina, Chile, Cuba y México.
2. Aumento-disminución: son ventajas que aumentaron en un período y disminuyeron en el otro. Los países que presentan este comportamiento son: Brasil para operaciones-transporte, ingeniería mecánica y electricidad. Panamá en física y Perú.

3. Disminución-aumento: son ventajas que disminuyeron en un período y aumentaron en otro. Los países que presentan este comportamiento son: Brasil para papeles y textil. Colombia, Panamá en operación-transporte y electricidad. Venezuela en construcciones fijas.
4. Aumento: son las ventajas tecnológicas reveladas que presentan un índice que aumentó en todos los períodos. Venezuela es el único país que presenta este comportamiento en la sección de química y metalurgia.

También se puede observar la evolución de las secciones que evolucionaron favorablemente en los tres períodos de estudio. La tabla 6 muestra los siguientes casos:

Tabla 6

Secciones por países con mejoras a través de los períodos de estudio

País	1976-1987	1988-1999	2000-2011	Sección
Argentina	0,38	0,67	0,81	Química y metalurgia
Chile	0,86	1,31	1,56	Química y metalurgia
Costa Rica	0,00	2,90	3,09	Necesidades humanas
Venezuela	0,70	1,06	1,09	Operaciones y transporte
Venezuela	0,23	0,45	0,48	Papeles y textil

Fuente: elaboración propia.

En Argentina y Chile la sección química y metalurgia evolucionó favorablemente. En el caso argentino todavía representa una desventaja para el proceso innovador de ese país pero todo indica que podría convertirse en un aventaja tecnológica. En Chile se convirtió en una ventaja a partir de 1988. La sección de necesidades humanas en Costa Rica paso a ser una ventaja tecnológica en 1988 después de no producir patentes en esa área entre 1976 y 1987. Para el caso venezolano la sección operaciones y transporte se convirtió en una ventaja en 1988 y papeles y textil sigue siendo una desventaja pero presenta un comportamiento ascendente en el índice VTR.

En el caso de la sección ingeniera mecánica para Venezuela y Perú presentan una evolución desfavorable en los índices de VTR. En Venezuela paso a ser una desventaja a partir de 1988 y su deterioro continuó a partir del año 2000. En Perú se convirtió en una desventaja a partir del año 2000 cuando no se registró ninguna patente en dicha sección, tal como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7

Secciones por países con desmejoras a través de los períodos de estudio

País	1976-1987	1988-1999	2000-2011	Sector
Venezuela	1,32	0,70	0,15	Ingeniería Mecánica
Perú	2,25	1,45	0,00	Ingeniería Mecánica

Fuente: elaboración propia.

4.- Comentarios finales

La presente investigación estudia la especialización tecnológica de manera agregada para 11 países de América Latina a través del índice de ventajas tecnológicas reveladas durante el período 1976-2011. Para ello se utilizaron las patentes registradas en la oficina de patentes de los Estados Unidos de Norteamérica (USPTO). Los resultados muestran que ha habido un incremento en el registro de patentes en los Estados Unidos por parte de países de América Latina desde 1976. La distribución por secciones CIP de los registros de patentes demuestra que la sección química y metalurgia es la que mayor cantidad de patentes aporta, seguida de transporte y operaciones.

Ante este resultado se procedió a calcular el índice de ventajas reveladas por cada sección y país con el fin de corroborar si los países de América Latina presentan una ventaja tecnológica en las dos áreas mencionadas anteriormente. Los resultados muestran que en la sección química y metalurgia: Chile, Colombia, Cuba, México y Venezuela presentan un grado de especialización mayor al resto de los países y por ende una ventaja tecnológica. Colombia solo presentó esta ventaja entre 1988 y 1999. Chile y Cuba a partir de 1988 y México y Venezuela desde 1976. Llama la atención el caso de Brasil que siendo el país con mayor producción de patentes de la región no presenta una ventaja relativa en la sección química y metalurgia.

En la sección transporte y operaciones Brasil, Chile, Panamá presentan una ventaja tecnológica desde 1976, Venezuela desde 1988, México desde 2000, Costa Rica y Perú la presentaron entre 1976 y 1987 y Uruguay entre 1988 y 1999.

En todos las secciones analizadas se encuentra ventajas tecnológicas de al menos un país. El mayor índice VTR lo obtuvo Costa Rica entre 1976 y 1987 en la sección CIP electricidad y el menor Venezuela en la sección CIP necesidad humanas entre 1988 y 1999. Las ventajas tecnológicas que se revelan en este estudio no son estables en el tiempo en el sentido que no presentan un valor ascendente. Venezuela es el único país que muestra una ventaja tecnológica que ha ido creciendo en el tiempo. Esto plantea el estudio de los patrones de especialización tecnológica en los diferentes países y sectores, es decir, ¿es suficiente presentar una ventaja tecnológica? ó ¿la idea es que estas ventajas persistan en el tiempo y se hagan cada vez mayores? En el estudio de los patrones de especialización tecnológica también sería importante analizar las causas que permiten que un país tenga una ventaja tecnológica en un período y luego se convierta en una desventaja.

La principal debilidad del presente estudio tiene que ver con los niveles de agregación de las secciones CIP. Al hacerse de manera general, se pierde rigurosidad en

términos de los sectores específicos que presentan las ventajas tecnológicas. Futuras investigaciones se pueden dirigir hacia el cálculo de los niveles de especialización de manera más específica en las secciones CIP.

Referencias

Archibugi D. y Pianta M. (1992) "Specialization and size of technological activities in industrial countries: The analysis of patent data". *Research Policy* 21 (1992) 79-93.

Balassa, B. (1965). Trade Liberalization and Revealed Comparative Advantage. *The Manchester School of Economic and Social Studies* 33 (2): 99-123.

Barcenilla (1999) "Especialización tecnológica y especialización comercial. Evidencia empírica para los países de la Unión Europea" *Revista ICE* Octubre, número 781, 85-102

Buesa y Molero (1992) "Capacidad tecnológicas y ventajas competitivas en la industria española: un análisis a partir de las patentes". *Ekonomiaz*, N° 22, 220-247.

Huang, H. y Miozzo M. (2004) "Patterns of technological specialisation in Latin America and East Asian countries: an analysis of patents and trade flows. *Economics of innovation and new technology*. Vol 13(7) 615-653

Mahmood, I. y Singh, J. (2003) Technological dynamism in Asia *Research Policy* 32 1031-1054

Soete, L., Wyatt, S., 1983. The use of foreign patenting as an internationally comparable science and technology output indicator. *Scientometrics* 5 (1), 31-54.

Soete, L. (1987): «The Impact of Technological Innovation on International Trade Patterns: The Evidence Reconsidered», *Research Policy*, volumen 16, número 2-4, páginas 101-130.

Urraca (2005) Empresas multinacionales, especialización tecnológica y convergencia en países *catching-up*: América Latina *Economía e Sociedade*, Campinas, v 22 . 14, n. 1 (24), p. 1-23, jan./jun.

Vertova, G., 1998. Technological similarity in national styles of innovation in a historical perspective. *Technology Analysis and Strategic Management* 10 (4), 437-449.

Vertova (1999) Vertova, G., 1999. Stability in national patterns of technological specialisation: some historical evidence from patent data. *Economics of Innovation and New Technology* 8 (4), 331-354.

Vertova (2001) National technological specialisation and the highest technological opportunities historically *Technovation* 21, 605-612