

Sistema de innovación biotecnológica en Canadá: análisis geográfico de la concentración

Bruno Brandão Fischer*

Resumen

El tema de la geografía económica y de la localización de las actividades industriales ha tenido una creciente atención en los últimos años. Sin embargo, su abordaje respecto a actividades innovadoras y su relación con los Sistemas Nacionales de Innovación es muchísimo más reciente, pero ha ganado relieve en las publicaciones científicas. La idea de este artículo es hacer un análisis de la dinámica de concentración de actividades innovadoras en la rama de la biotecnología en el ámbito provincial canadiense a través de métodos descriptivos de patentes y publicaciones realizadas en este país. La hipótesis básica es que debe haber una concentración de estas actividades en la región sureste de Canadá, principalmente debido a la actividad de la industria farmacéutica en el nordeste de los Estados Unidos, lo que actuaría como un elemento de atracción de la industria biotecnológica canadiense, llevando también a una mayor intensidad innovadora. El uso de datos de publicaciones parece no ser adecuado para verificación de tendencias de concentración espacial en términos de innovación. La hipótesis de creación de un cluster biotecnológico en las regiones de Canadá cercanas al polo farmacéutico de Estados Unidos se confirma parcialmente (por lo menos la cuestión de concentración en sureste, una vez que no hemos utilizado métodos capaces de establecer relaciones de causalidad).

Palabras-clave: Geografía Económica. Biotecnología. Sistemas Nacionales de Innovación. Canadá.

*Administrador de Empresas; MSc Agribusiness (UFRGS); Estudiante de Doctorado en Economía y Gestión de la Innovación en la Universidad Complutense de Madrid; Investigador del Grupo de Investigación en Economía y Política de la Innovación - GRINEI; Universidad Complutense de Madrid Campus de Somosaguas, Entrada 3, Finca Mas Ferré, E-28223 Pozuelo de Alarcón, Madrid, España; bbfischer@pdi.ucm.es

1 INTRODUCCIÓN

El ambiente económico de la innovación en un país está involucrado en un marco institucional – sean organizaciones gubernamentales, empresas privadas, asociaciones sectoriales, agencias de fomento, bancos, bien como instituciones sociales como leyes, normas, etc. A este entorno la literatura se refiere como Sistemas Nacionales de Innovación (o SNI), responsables intencionalmente o no por los flujos de conocimiento generadores de desarrollos tecnológicos bien sucedidos en su introducción al mercado (las innovaciones *per se*).

El concepto de Sistemas Nacionales de Innovación apareció primeramente en meados de los años 80 en el contexto de discusiones sobre política industrial en Europa (SHARIF, 2006). Desde entonces lo que se percibe es un uso amplio del término y sus implicaciones en la formulación de políticas de inversión, financiación, infraestructura, etc. en los países (en especial en aquellos desarrollados que perciben en la innovación su base competitiva internacional). De hecho, Lundvall (2007) expone que desde una perspectiva histórica existen evidencias de que hay una necesidad de movilización de fuerzas autónomas de fuera del mercado para la creación del desarrollo económico.

Considerando estos aspectos, la creación de un entorno favorable a la innovación suele ser un desafío político de extrema importancia para el desarrollo económico de una nación, a través de la creación de infraestructuras, capacidades de generación de capital humano calificado, posibilidad de acceso a fuentes de financiación con características adecuadas a inversiones en I+D e innovación, etc.

En ese contexto, hay que resaltar la importancia de las instituciones como agentes centrales de los Sistemas Nacionales de Innovación. Instituciones por su naturaleza regulan las relaciones entre personas y grupos de personas, dentro y fuera de las organizaciones, proporcionando incentivos, tanto de carácter financiero como de apropiabilidad de derechos intelectuales (EDQUIST; BJÖRN, 1997). Con todo, hay una preocupación conceptual sobre la definición de instituciones en los ambientes económicos la cual no se puede olvidar.

De acuerdo con Edquist y Björn (1997), organizaciones (como firmas, universidades, agencias estatales, etc.) y mercados son considerados instituciones, pero el concepto también puede incluir rutinas, leyes, normas, etc. Así que para el ámbito específico de la innovación estos autores apuntan como críticas aquellas instituciones que formulan e implementan políticas tecnológicas, órganos reguladores, entidades de apoyo y oficinas de patentes (EDQUIST; BJÖRN, 1997). Además, el marco regulatorio influencia la adopción de nuevas tecnologías y, así, el propio proceso de generación de innovaciones (SCARPETTA et al., 2002).

Otro aspecto fundamental que complementa la estructura de los Sistemas Nacionales de Innovación, como fue presentado es la articulación entre dichas instituciones existentes en un territorio nacional. Algunos de los mecanismos que contribuyen para el flujo de conocimiento incluyen investigación industrial conjunta, alianzas público-privadas, difusión tecnológica y movilidad de personas (OECD, 1997). Es decir, la importancia del marco institucional de una nación ocurre por la articulación (sea por la

formulación de políticas, normas o hasta mismo la no intervención desnecesaria en los flujos de mercado) entre las instituciones existentes.

Asimismo, el análisis de dichos sistemas es de fundamental importancia para el entendimiento una serie de factores directamente ligados a la innovación y de suma relevancia para el desarrollo económico de las naciones. Sus conceptos son expuestos en el apartado siguiente de este artículo, construyendo a partir de ellos el entendimiento teórico para la apropiación del análisis realizado.

Este estudio busca entender el fenómeno de la dispersión geográfica del sistema tecnológico específico de la biotecnología, involucrado en los Sistemas Nacionales de Innovación, dentro de las fronteras de un país. La literatura sugiere que este sector (aún que evitemos llamarlo así, por motivos a ser explicados en el desenvolvimiento del trabajo) tiene unas características que lo llevan al surgimiento de *clusters* especializados y localizados en regiones bien definidas.

La nación en la cual procedemos al estudio para verificar esta hipótesis es Canadá, tanto por su papel de protagonista en biotecnología en el mundo como por sus características peculiares (estado marcadamente federalista, grande geográficamente, pero con población y mercado pequeños y localizados cerca a la frontera con Estados Unidos), como por concentrar sus desarrollos biotecnológicos en el área de la salud. Esto es de fundamental importancia para el estudio, justamente porque en la región nordeste de EEUU tenemos un *cluster* gigantesco de la industria farmacéutica. Lo que esperamos es que, además de las características de las empresas o centros de investigación biotecnológicos, esto sirva como un polo de atracción de los agentes biotecnológicos en Canadá en dirección a su región sureste (provincias de Ontario y Québec).

Así, el objetivo justamente es de hacer una interconexión entre la teoría de funcionamiento de los Sistemas Nacionales de Innovación con la geografía económica (área de estudio que tradicionalmente ocupa un pequeño espacio en los análisis económicos estándar, como nos expone Krugman, 1991, a pesar de su marcada relevancia para el entendimiento de la concentración en el espacio de los desarrollos económicos). De esta forma, buscamos percibir como se localiza (y intentando establecer por qué) el sistema de innovación biotecnológica en Canadá a partir de datos de patentes y publicaciones.

2 SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN EN CANADÁ

Canadá es el segundo país del mundo en términos de área total (atrás solamente de Rusia), pero grande parte de su población de poco más de 30 millones de habitantes está localizada muy cerca de la frontera con los EEUU (con quien tiene una economía fuertemente relacionada, de acuerdo con McFetridge, 1995). Estas características tornan Canadá en un país pequeño en términos de análisis de su Sistema Nacional de Innovación (principalmente por tener un mercado doméstico pequeño en términos geográficos efectivos y de personas).

Canadá tiene una larga historia de suceso con excelencia investigadora, desde la descubierta de la insulina hasta el BlackBerry (GC, 2007). Los pilares de su sistema de innovación son las organizaciones generadoras de conocimiento, incluyendo firmas especializadas en I+D, universidades, organizaciones sin fines de lucro y laboratorios gubernamentales (McFetridge, 1995). Trayendo las discusiones y conceptos expuestos en el apartado anterior, el SNI canadiense suele tener unas características liberales, por lo que apunta McFetridge (1995) de que es poca la innovación generada en este país sin la participación extranjera.

En verdad, entre las principales fortalezas del SNI de Canadá está la población altamente educada y una sustancial fuerza de trabajo dedicada a la ciencia y tecnología (OECD, 2008). También, una red de colaboración internacional amplia posibilita el aprovechamiento de las capacidades canadienses en las áreas tecnológicas. De hecho, Canadá tiene acuerdos de I+D con India, China, Brasil, UE, Francia, Alemania, Israel, Japón y Corea y, además de esto, busca nuevos acuerdos con Chile, EEUU, Reino Unido, Holanda, los países nórdicos, Suiza y México. Esto ocurre principalmente a través de los programas *International S&T Partnerships* y *Going Global Innovation* (GC, 2009).

Por otro lado, McFetridge (1995), responsable por un estudio interesante sobre el Sistema Nacional de Innovación en Canadá, también propone que hay una tendencia de los países menores invirtieren más en investigación básica que en aplicada, lo que suele explicar una participación amplia de gastos en I+D proveniente del gobierno (normalmente más concentrada en ciencia básica) en el país analizado (aun que McFetridge exponga una proporción mayor en Canadá que en otros países pequeños). De hecho, Canadá lidera el G7 en términos de financiación pública de investigación (GC, 2008).

Tabla 1 – Gastos brutos en I+D (GERD) en Canadá, 2001-2006

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
GERD (\$ millions)	23,169	23,539	24,337	26,003	27,174	28,357
“Real” GERD (\$ millions 1997)	21,714	21,836	21,866	22,670	22,971	
GERD/GDP ratio	2.09	2.04	2.01	2.01	1.98	1.97
GERD funding by sector						
			% of GERD			
Federal government	17.7	18.1	18.6	17.9	18.3	18.4
Provincial governments	4.5	5.0	5.7	5.4	5.6	5.8
Business enterprise	50.3	51.3	49.5	49.0	47.9	46.7
Higher education	12.6	14.7	14.7	15.9	16.6	17.4
Private non-profit	2.3	2.7	2.6	2.8	2.9	3.1
Foreign	12.6	8.2	8.7	9.0	8.7	8.5
GERD performance by sector						
Federal government	9.1	9.3	8.6	8.0	8.0	7.6
Provincial government	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1
Business enterprise	61.6	57.4	56.3	55.5	53.9	52.4
Higher education	27.7	31.7	33.5	34.8	36.4	38.4

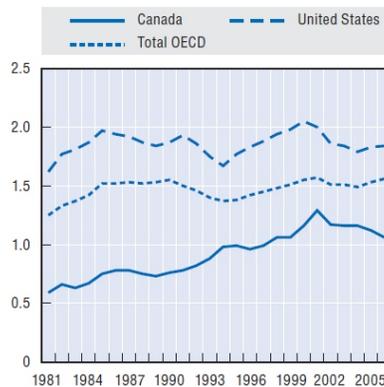
Private non-profit	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
Federal performance as a % of federal funding	51.3	51.5	46.0	44.6	43.4	41.0
“Real” federal performance of research and development (\$ millions 1997)	1,972	1,971	2,032	1,872	1,816	1,828

Fuente: SC (2007).

Los gastos empresariales en I+D en el año 2006 estaban por debajo de la media de la OECD (1,56%), bien como la intensidad global en I+D de Canadá (OECD, 2008). Lo que se puede notar en el gráfico 1 es justamente esta propensión baja en invertir en I+D por parte del sector privado en Canadá (en una comparación con los EEUU y la media de los países de la OECD). De acuerdo con el *National Research Council*, esto es una barrera existente a la innovación en el país (NRC, 2006), demostrando la preocupación de órganos gubernamentales a esto respecto. La OECD (2008) apunta que, además de estos bajos niveles de inversión privada en I+D, apenas un número pequeño de empresas canadienses colabora con organizaciones públicas de investigación.

Cuanto a la estructura básica del Sistema Nacional de Innovación de Canadá, Primer Ministro Canadiense suele tener un papel fundamental en la coordinación y formulación de políticas y acciones científico-tecnológicas en el país, siendo asesorado directamente por un *advisor* específico del área. Además, están ligados a él los diversos ministerios existentes y que tienen bajo su responsabilidad las agencias, fundaciones, programas y departamentos de ciencia y tecnología para las diversas áreas expuestas.

Gráfico 1 – Gastos empresariales en I+D como porcentaje del PIB, 1981-2006
Business expenditure on R&D, 1981-2006
 As a percentage of GDP



Fuente: OECD (2008).

Es especialmente importante tener enfoque en el Ministerio de la Industria, responsable por el *National Research Council Canada*, que tiene un papel fundamental en el desarrollo tecnológico del país y que será discutido más adelante en este apartado. Además, por ser un ministerio directamente ligado al área industrial, se espera que tenga un comportamiento direccionado a acciones de carácter más aplicado, de donde se generan las innovaciones propiamente dichas.

Entre los principales órganos federales para el apoyo a la ciencia y la innovación, se puede destacar el *National Research Council – NRC*, que formula y implementa políticas a nivel nacional, estableciendo estrategias y metas junto a los ministerios. Hay que citar también el *NRC Industrial Research Assistance Program - NRC-IRAP* que es un vehículo clave del gobierno canadiense para el apoyo a las PYMES en el desarrollo de nuevas tecnologías (NRC, 2008).

Otras instituciones y programas actuantes en el SNI canadiense a nivel nacional son el *Canadian Foundation for Innovation* que invierte en infraestructuras de I+D en el país, las *Networks of Centres of Excellence* que coordinan actuaciones entre universidades y centros de pesquisa en el país, los *Technology Partnerships Canada* relacionados a alianzas tecnológicas entre agentes económicos, el *Industrial Research Assistance Program* que provee recursos para actividades de la I+D industrial entre otras iniciativas, como créditos fiscales para agentes involucrados en actividades de I+D y, por último, la *Association of University Research Parks* y la *Canadian Association of Business Incubation*, responsables por proveer apoyo y coordinar acciones para *spin-offs* y otras iniciativas empresariales cercanas al ambiente universitario.

Cuanto a las universidades canadienses, Canadá tiene una fortaleza en nivel mundial, estando en tercero en el ranking de universidades de *Webometrics* (atrás de EEUU y Alemania), con 17 universidades entre las 200 más importantes del mundo, 27 entre las 500 y 38 entre las *top 1000*. Algunas de las principales son las *University of Toronto*, *University of British Columbia*, *Université de Montreal*, *McGill University*.

Hay que se resaltar que estas instituciones presentadas en el párrafo anterior son apenas algunos de los agentes directamente ligados a la innovación en Canadá. Una cantidad grande de programas e organizaciones menores están presentes en el país, pero sale de los objetivos centrales de éste artículo discutir en tal nivel de profundidad el marco institucional del país.

El sistema de CyT de Canadá tiene características de descentralización, siendo que la mayor parte de los recursos financieros para la I+D provienen de instituciones y programas federales, siendo implementados a nivel local (OECD, 2004; Holbrook y Salazar, 2003). Es decir, funcionando estrictamente como una federación de provincias, los recursos son gestionados localmente por estas, aunque sean enviados por el gobierno. Como será trabajado posteriormente en el ámbito específico de la biotecnología, esto significa una autonomía considerable para la asignación de recursos en I+D al largo del país, permitiendo la identificación y aprovechamiento de oportunidades a nivel micro en términos de unidades nacionales.

Siguiendo con las acciones gubernamentales para la I+D en Canadá, en el año 2006, el NRC establece en su plan estratégico un enfoque de sus esfuerzos en campus multidisciplinarios relacionados a áreas de la salud, fuentes sostenibles de energía, medioambiente, sector aeroespacial, construcción, TICs, *life sciences* y manufacturas (NRC, 2006). De acuerdo con eso, creó 11 clusters tecnológicos en iniciativas que integran la industria, el gobierno y recursos de las universidades (NRC, 2008).

De hecho, el incremento de la comercialización científica y tecnológica es un punto fundamental de la estrategia del gobierno canadiense (NRC, 2008), así que también, en el año 2001, el gobierno de Canadá estableció como meta llegar a ser uno de los 5 mayores países en I+D en el año 2010 (OECD, 2004). De la misma forma, en febrero de 2004 el gobierno canadiense anunció el objetivo de tornar el país un líder mundial en desarrollo y aplicación de tecnologías de punta (biotecnología, tecnologías ambientales, TICs, tecnologías de la salud y nanotecnología) (OECD, 2004).

Una acción sustancial para cumplir con estos objetivos fue lanzada en 2005 por el gobierno canadiense al anunciar unos fondos estables de 5 años para becas de investigación, infraestructuras hospitalarias y universitarias (para investigación), para estructuras de investigación *world class* y para investigación en genómica, tecnologías ambientales y robótica (GC, 2009).

Trazado un panorama amplio y sin el objetivo de entrar en mayores detalles del Sistema Nacional de Innovación de Canadá, creemos haber establecido las bases genéricas necesarias para la inserción del sistema tecnológico de innovación biotecnológica canadiense. Como se ha propuesto anteriormente, a partir de esta caracterización se procederá en los apartados siguientes un análisis de carácter geográfico de la concentración de producción científico-biotecnológica en el país.

3 SISTEMA DE INNOVACIÓN CANADIENSE EN BIOTECNOLOGÍA

Primeramente, se establece que la biotecnología no puede ser considerado un sector industrial y sí un conjunto de tecnologías que afectan un rango de sectores como agricultura, procesamiento de alimentos y sanidad (PISANO, 2002). Por esto motivo iremos nos referir aquí a éste como un sistema tecnológico en términos genéricos o simplemente como sistema de innovación en biotecnología, evitando, así, mayores problemas conceptuales en la apropiación de las definiciones.

Canadá es, incuestionablemente, uno de los principales generadores de innovación biotecnológica en el mundo, siendo un *player* relevante también en otras de las áreas relacionadas a esta tecnología en comparación con otros países del mundo. Por ejemplo, el *Canadian Biotechnology Innovation Scoreboard* del año 2006 demuestra que el país tiene el mercado biotecnológico de crecimiento más dinámico en el mundo (SM, 2006), como se puede ver en la Tabla 2. De hecho, Canadá tiene el segundo mayor número de

empresas biotecnológicas en el mundo, con su mayoría enfocada en el campo de la salud (GC, 2008) y se trata del segundo país del mundo (después de los EEUU) en tamaño de su industria biotecnológica (GC, 2009).

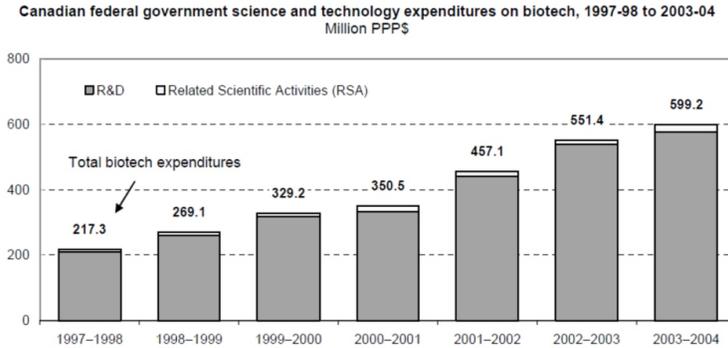
Tabla 2 – Tamaño de los mercados biotecnológicos en millones de USD

Country	2003	2004	2005
United States	53,2700	60,500	68,600
Japan	13,900	15,000	16,100
United Kingdom	6,500	7,100	7,700
China	4,800	5,500	6,200
Germany	3,800	4,000	4,300
Belgium	2,700	3,000	3,300
Canada	2,000	2,500	3,200
France	2,415	2,580	2,771
Republic of Korea*	1,480	1,700	N/A
Italy	1,120	1,198	1,309
Spain	680	719	765
Netherlands	211	226	243
World	101,000	112,600	126,300

Fuente: SM (2006).

Esta visión es embasada también por la OECD que apunta que en el año 2003 había 490 firmas de biotecnología innovadoras en Canadá, siendo que en 1997 estas eran 282 (crecimiento de un 74%) (OECD, 2006). Con todo, el país parece recientemente estar disminuyendo sus inversiones en I+D biotecnológica (SM, 2006), aunque estos datos no estén reflejados en el análisis de gastos gubernamentales para el periodo 1997-2004 (gráfico 2). Como indicador de lo que esto representa, las inversiones gubernamentales del periodo 2003-2004 representan un 13% de las inversiones totales en I+D en el área de biotecnología, siendo que el sector de educación superior fue el mayor receptor de estos fondos (con un 52%) (OECD, 2006).

Gráfico 2 – Gastos gubernamentales canadienses en PPP\$ (*Purchase Power Parity*) en CyT relacionada a biotecnología, 1997-1998 a 2003-2004 (en gris los gastos en I+D y en blanco en actividades científicas relacionadas)



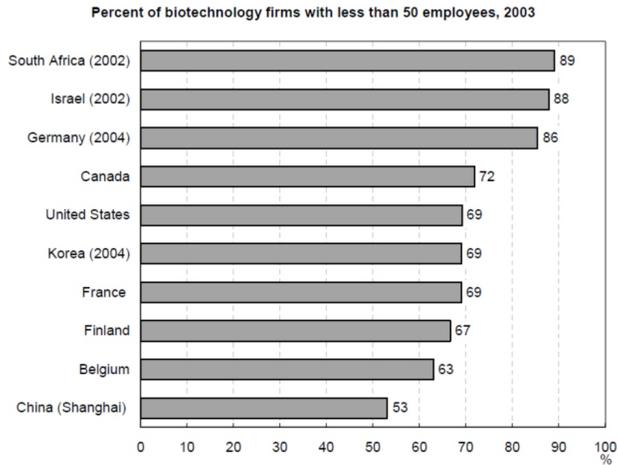
Fuente: OECD (2006).

Uno puede establecer una relación lógica de causalidad en el crecimiento del área biotecnológico en Canadá al hecho de que en los años 80 y 90 Canadá tuvo un crecimiento de instituciones proveedoras de *venture capital* que financian firmas innovadoras, particularmente en áreas como software, electrónica, automatización y biotecnología (dónde financiaba en los finales de los 90 un 15% de las 300 firmas existentes) (NIOISI; GODIN; MANSEAU, 2000). De hecho, de acuerdo con datos del *Science-Metrix* (2006) para el año 2003, Canadá era el país del mundo con mayor cantidad de *venture capital* en relación al PIB considerado en *Purchase Power Parity*.

También, desde los principios de los años 80 empezó en Canadá una intensificación de colaboraciones tecnológicas entre empresas, gobierno y unidades universitarias de I+D (NIOISI; GODIN; MANSEAU, 2000). Desde ahí se percibe la creación de un entorno favorable al desarrollo de biotecnologías, con unas condiciones económicas dinámicas que favorecen el fortalecimiento de un sistema basado en tecnologías de punta.

Las empresas biotecnológicas en Canadá están concentradas primeramente en salud (52%), y agricultura (30%), y secundariamente en medioambiente, bioinformática y recursos naturales (GC, 2009). También, tienen una estructura pequeña (menos de 50 empleados) en su mayoría y responden por un 75% de las empresas biotecnológicas innovadoras en el país (SC, 2007). El Gráfico 3 de la OECD presenta datos similares para el tamaño de las empresas (aunque el periodo sea diferente), estableciendo una comparación con otros países.

Gráfico 3 – Porcentaje de empresas biotecnológicas con menos de 50 empleados, 2003



Fuente: OECD (2006).

Programas como el *Genome Canada*, *Canadian Institutes of Health Research*, *Canada Foundation for Innovation*, y *Network of Centres of Excellence* son fundamentales para el desarrollo tecnológico de la biotecnología en Canadá (GC, 2009). Además, el NRC tiene dos iniciativas enfocadas en el área de biotecnología:

- a) El NRC *Biotechnology Research Institute*;
- b) El NRC *Plant Biotechnology Institute*.

Ambos institutos fueron creados para promover el avance científico en la biotecnología en Canadá, ofreciendo una infraestructura gubernamental de excelencia para investigadores. El NRC tiene además dos laboratorios (en Montreal y Saskatoon) específicos para investigación básica en biotecnología. El país cuenta también con el *BioCanada* (www.biogateway.gc.ca) que es un portal de informaciones y difusión de conocimiento biotecnológico generado en el país.

En los años 90 fueron creados el *Advisory Council on Science and Technology* con el objetivo de asesorar al gobierno en asuntos relativos a CyT, así como el *Canadian Biotechnology Advisory Committee* para el área específico de la biotecnología. Pero en los años 2000 estos órganos fueron consolidados en el *Science, Technology and Innovation Council* que se reporta al Ministerio de la Industria (GC, 2007). Se puede notar en esto un cambio institucional relevante desde el punto de vista de la concentración de políticas específicas. Sin embargo, desde una perspectiva multidisciplinaria, la existencia de órganos independientes para distintas tecnologías (en especial para el caso de la biotecnologías que es una de las llamadas *enabling technologies*) no parece proveer el aprovechamiento máximo de las posibilidades de cooperación y coordinación de políticas y acciones.

Un punto interesante y de relevancia categórica en términos de desarrollo de mercados biotecnológicos en Canadá establece que no hay inversiones federales para la creación de los *clusters* comerciales de biotecnología en Toronto y Vancouver (dónde no hay ni siquiera laboratorios del gobierno para este campo de la ciencia) (HOLBROOK; SALAZAR, 2003). Juntándose a estas dos ciudades está Montreal como una referencia en términos biotecnológicos en Norteamérica y en el mundo (Montreal, Toronto y Vancouver se tornaran *clusters world class* en biotecnología, estando entre las 20 ciudades de Norteamérica con mayor nivel de renta basada en biotecnología de acuerdo con el gobierno canadiense en informe del año 2009).

De hecho, Québec y Ontario (dónde están localizadas las ciudades de Montreal y Toronto respectivamente) proveen incentivos fiscales para las firmas competir por financiaciones para líneas de ciencia y tecnología (HOLBROOK; SALAZAR, 2003). Ontario ofrece a través del *Ontario Business Research Institute Tax Credit* un 20% de créditos fiscales a todas las empresas privadas del área biotecnológico que contratan servicios de investigación de centros de I+D y de universidades de la provincia, bien como el *Bio-technology Commercialization Centre Fund* que es una fundación de la provincia que invierte en aspectos como infraestructura de investigación biotecnológica (NIOSI; BAS; MAJLINDA, 2005). Québec también tiene sus políticas fiscales y de apoyo para empresas que realizan I+D biotecnológica, como a través del *Laval Biotechnology Development Centre* (Laval es una ciudad cercana de Montreal) y otros centros de investigación (NIOSI; BAS; MAJLINDA, 2005).

Desafortunadamente no tenemos datos similares para la provincia de British Columbia (dónde está Vancouver), pero estas informaciones reafirman lo que fue expuesto anteriormente a respecto de la descentralización no solamente en la gestión de recursos relacionados a la innovación en Canadá, pero también cuando a regulaciones fiscales, de mercado, etc. Se sobresale, también, de las informaciones presentadas la idea de la creación de los *clusters*. La cuestión es hasta qué punto es válida la iniciativa de “crear” *clusters* arbitrariamente si estos suelen emerger de forma natural, aunque a partir de la creación de un entorno institucional y de infraestructuras favorables. Lo que se percibe en Canadá es justamente el fortalecimiento de los distritos “bioindustriales” en zonas ajenas a la programación del gobierno central del país.

Ya empezando a trabajar estas cuestiones referentes a localización industrial, partimos al próximo apartado de nuestro estudio que es central para los objetivos propuestos y que trabaja con el análisis geográfico de la innovación biotecnológica en Canadá.

4 ANÁLISIS GEOGRÁFICO DEL SISTEMA DE INNOVACIÓN CANADIENSE EN BIOTECNOLOGÍA

La innovación no suele ser distribuida de forma homogénea dentro de las fronteras de un país (NIOSI; GODIN; MANSEAU, 2000; NIOSI; BAS; MAJLINDA, 2005).

Claro que esto no es válido en ámbito económico solamente para la innovación. Krugman (1992) en su libro *Geografía y Comercio* ya habla de los movimientos de concentración industrial en regiones (y hasta mismo dentro de países) debido a las más diversas causas (habla a veces en condiciones aleatorias).

De hecho, con el objetivo de realizar economías de escala y reducir costes de transportes, firmas manufactureras tienen una propensión a localizarse cerca de regiones con amplia demanda (KRUGMAN, 1991). De la misma forma, la concentración de diversas firmas en una localización específica crea un mercado regional para trabajadores con habilidades específicas y los *spillovers* suelen proveer a firmas localizadas en clusters industriales una función de producción mejor que a productores aislados (KRUGMAN, 1991). Estos son algunos de los motivos claros para el proceso de concentración regional en términos industriales. Lo que se espera es que estas ideas puedan ser apropiadas también para el análisis de concentración de las innovaciones en un dado país.

De acuerdo con eso, Lundvall (1992) expone que un creciente número de científicos sociales argumentan que conceptos relacionados a sistemas regionales de producción, distritos industriales y tecnológicos tienen ganado importancia, lo que parece corroborar con la idea de movimientos de concentración geográfica *intranacional* cuanto a las innovaciones (generando algunos patrones de localización dentro de los Sistemas Nacionales de Innovación). También, firmas innovadoras tienen la propensión de se aglomerar regionalmente, lo que se cree que es debido a la presencia de incubadoras universitarias o “atractores”, como laboratorios gubernamentales (NIOSI; BAS; MAJLINDA, 2005).

Holbrook y Salazar aparentemente están de acuerdo con esta perspectiva al exponer que *clusters* basados en tecnología y que crearon masa crítica en la economía del conocimiento emergen en algunas regiones, siendo ancorados por universidades fuertes en investigación, laboratorios industriales y firmas emprendedoras, con el capital humano e la infraestructura necesarios, resaltando que estas regiones pueden corresponder a más de una unidad federativa en el país (HOLBROOK; SALAZAR, 2003). Desde esto punto de vista, Canadá posibilita, por ser uno de los pocos verdaderos estados federales (desde una perspectiva económica, social y política), estudios relevantes sobre Sistemas Regionales de Innovación (HOLBROOK; SALAZAR, 2003). El objetivo de esto estudio no es, como ya fue presentado, el estudio en profundidad de los posibles Sistemas Regionales de Innovación existentes, ni siquiera en el ámbito específico de la biotecnología, pero sí identificar tendencias de concentración regional de generación de innovaciones biotecnológicas en el país.

El análisis a ser desarrollado cuenta con unos métodos muy sencillos de análisis de los datos disponibles. Empezamos con una verificación de algunas directrices teóricas buscadas en la literatura, realizando posteriormente una presentación de datos de publicaciones en biotecnología relacionados con las universidades canadienses de origen (estableciendo su localización). Después de eso analizamos datos de patentes canadienses en biotecnología en función de su micro-región geográfica, percibiendo cuales son las con mayor potencial patentario (tomándose las patentes como un *proxy* de la innovación) y las agregando regionalmente. Desde ahora se apunta que, debido al carácter de los desarrollos

biotecnológicos en Canadá ser direccionado al área de la salud, hay una expectativa de concentración en las provincias de Ontario y Québec, en el sureste del país, debido a su proximidad con el Cinturón Industrial de los Estados Unidos, región donde se encuentra uno de los más importantes *clusters* farmacéuticos del mundo (industria que lógicamente se apropia de los resultados de la aplicación de la biotecnología).

En principio percibimos que, en Canadá, los centros de investigación federales en biotecnología están localizados en Montreal, Ottawa, Saskatoon y Halifax, pero los *clusters* comerciales de biotecnología son en Toronto, Montreal y Vancouver (Niosi, 2002). A excepción de Vancouver, hay ya una cierta concordancia con la hipótesis formulada, aun que estos *clusters* comerciales no correspondan necesariamente a aspectos de innovación.

Estudios de los *clusters* biotecnológicos en Canadá demuestran que tanto laboratorios federales como provinciales tuvieron un papel secundario en estimular estos *clusters* (una vez que estos están situados en regiones más remotas y pequeñas zonas metropolitanas) (NIOSI; BAS; MAJLINDA, 2005). Reforzando nuestras expectativas, se nota que, en la línea de gestión de recursos de I+D ser realizada de forma descentralizada en Canadá, las provincias canadienses siguieron abordajes distintos cuanto a la biotecnología, siendo Québec y Ontario las más activas (NIOSI; BAS; MAJLINDA, 2005).

4.1 ANÁLISIS DE LAS PUBLICACIONES

El análisis de las publicaciones fue realizado a través de la *ISI Web of Knowledge* en la base de datos *Web of Science*. Lógicamente no hay una expectativa de cubrir todas las publicaciones de biotecnología, una vez que se cree necesario un conocimiento técnico que un economista no suele tener para el establecimiento de las palabras-clave de búsqueda. Los términos empleados fueron sacados de las descripciones de programas biotecnológicos del *National Research Council Canada* para el área biotecnológico y son los siguientes (el análisis fue realizado con los principales 500 resultados teniendo un límite mínimo de 1 publicación):

- a) *Biotechnology*;
- b) *Biodiagnosics*;
- c) *Bioprocesses*;
- d) *Bioconversion*;
- e) *Biomolecular*;
- f) *Bioengineering*.

Los resultados para *biotechnology* indican una participación de publicaciones canadienses en el mundo del 1,8%. Cuanto a las instituciones canadienses que más publican, se destacan la *University of Toronto* (con un 13,4% del total del país), seguida por la *University of*

Saskatchewan (8,2%) y la *University of British Columbia* (8%). Desde este primer análisis, no se puede percibir una predominancia geográfica en Canadá para las publicaciones.

Usando la palabra-clave *biodiagnostics* hay un retorno de tan solamente 56 resultados. De estos, Canadá responde por 10 o un 17,85% (en la segunda posición, por detrás de los EEUU). En la primera posición mundial en términos de estas publicaciones tenemos justamente el *National Research Council Canada* (cuya sede está en Ottawa, Ontario), con un 50% del total de publicaciones del país. De las instituciones canadienses, la siguientes es la *University of Manitoba* (30%) y luego el CNR (10 por 100), que corresponde a una identificación variable de la sigla NRC (pero en francés, la segunda lengua oficial del país).

Con el término *bioprocesses* Canadá aparece en la octava posición en el mundo con un 5,2% de las publicaciones. Entre las instituciones de Canadá, la *École Polytechnique de Montreal* es el primero con un 20,93% del total, seguida por la *Université Laval* con un 13,95%, misma participación de la *University of Toronto*.

Con el término *bioconversion*, Canadá aparece en la 12ª posición con un 3,2% del total de publicaciones en el mundo. Para las instituciones canadienses, la *University of British Columbia* aparece en la primera posición con un 25,97% de las publicaciones canadienses, seguida por la *McGill University* (de Montreal, Québec) con un 11,03% y por la *Université Québec* con un 8,44%.

Bajo *biomolecular*, Canadá ocupa la octava posición en el mundo con un 4,2% de las publicaciones. La *University of Toronto* aparece en la primera posición entre las instituciones canadienses con un 14,87% de las publicaciones del país, seguida por la *University of British Columbia* (9,5%) y la *University of Alberta* (con un 9,09%).

Tabla 3 – Resultados del análisis geográfico de publicaciones biotecnológicas de Canadá

Palabra-Clave	Participación Canadiense en el mundo	Instituciones	Provincia	Participación
Biotechnology	1,8%	University of Toronto	Ontario	13,40%
		University of Saskatchewan	Saskatchewan	8,20%
		University of British Columbia	British Columbia	8,00%
		Otras		70,40%
Biodiagnostics	17,85%	NRC Canada		
		University of Manitoba	Manitoba	30,00%
		Health Sciences Centre	Manitoba	10,00%
		Otras		0,00%

Bioprocesses	5,2%	École Polytechnique	Québec	20,93%
		Université Laval	Québec	13,95%
		University of Toronto	Ontario	13,95%
		Otras		54,56%
Biomolecular	4,2%	University of Toronto	Ontario	14,87%
		University of British Columbia	British Columbia	9,50%
		University of Alberta	Alberta	9,09%
		Otras		66,54%
Bioengineering	4,4%	University of Toronto	Ontario	17,39%
		Queen's university	Ontario	7,24%
		University of Alberta	Alberta	5,80%
		Otras		69,57%

Utilizando el término *bioengineering* tenemos Canadá con un 4,4% de las publicaciones mundiales. Dividiendo estos resultados entre las instituciones nacionales nos aparece la *University of Toronto* en la primera colocación con un 17,39%, luego la *Queen's University* (de Kingston, Ontario) con un 7,24% y la *University of Alberta* con un 5,8%.

Estos resultados son agrupados y presentados en la Tabla 3, permitiendo un entendimiento del panorama general para el análisis geográfico de publicaciones biotecnológicas canadienses.

A partir de los datos expuestos se percibe una fuerte presencia de Ontario, que aparece con la primera posición en 3 de los 6 constructos existentes. Québec aparece con 4 instituciones entre las mayores publicadoras, siendo una líder (para el grupo de *bioprocesses*) y luego British Columbia y Alberta tienen 3 apariciones cada. Con todo, es importante percibir que no hay (a la excepción del constructo de *biodiagnosics*, que representó un número muy pequeño de publicaciones – 56 en el total mundial de los cuales Canadá tiene 10) una grande concentración en torno de los mayores publicadores.

Llevando en cuenta que este análisis no cubre todas las posibilidades de publicaciones en los campos de la biotecnología y que se tratan de distribuciones en su mayoría muy dispersas, la apropiación de resultados se torna difícil y suele sugerir tan solamente una participación más relevante de las provincias de Ontario y Québec en la divulgación científica de resultados de investigación. Como publicaciones suelen tener un carácter científico más básico, no es sorprendente que la totalidad de las instituciones presentes sean universidades o centros de pesquisa federal (el NRC). Sin embargo también no se puede negar una dispersión en términos de las publicaciones, no siendo posible a través de este análisis indicar señales claras de la existencia de *clusters*. Un análisis más extenso de las instituciones puede traer una idea más consistente de patrones de concentración.

Sin embargo, como este estudio trata de sistemas de innovación y no de investigación pura, el uso de estas informaciones suele tener un carácter de apoyo a los desarrollos a ser realizados con el análisis de los patrones de distribución de patentes.

Tomados estos datos e informaciones como indicativos tan solamente, partimos ahora para un estudio de carácter similar de las actividades patentarias de las organizaciones canadienses, buscando entender mejor el proceso de distribución geográfica de la innovación biotecnológica en Canadá.

4.2 ANÁLISIS DE DATOS DE PATENTES

El análisis realizado y expuesto en este apartado trabaja con datos de la OECD Stat (www.stats.oecd.org) para las diversas regiones canadienses y tiene unas características de estadística descriptiva básica, pero que trae informaciones extremadamente relevantes para la propuesta de este artículo. Las unidades geográficas de análisis son aquellas ofrecidas por la base de datos utilizada y trata de micro-regiones dentro de las provincias canadienses. El periodo utilizado es de desde el año 1998 hasta el último periodo disponible, 2006. Este procedimiento temporal se justifica por posibilitar una visión más dinámica del proceso de concentración regional, permitiendo la identificación de tendencias.

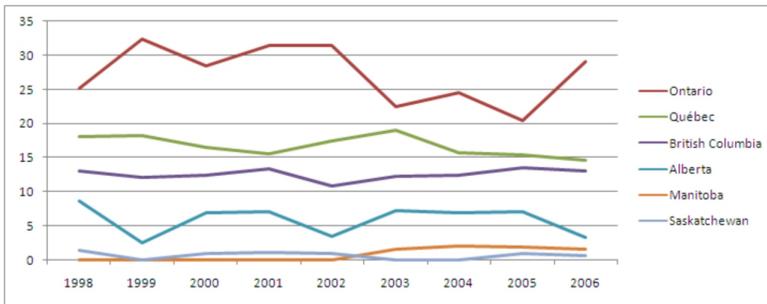
Las variables utilizadas son el porcentaje de patentes biotecnológicas PCT (*Patent Cooperation Treaty*) de cada región en el total de las patentes biotecnológicas canadienses, bien como el porcentaje regional del total de patentes canadienses. A partir de la relación entra estas dos variables se creó una tercera que identifica el índice de Ventajas Tecnológicas Relativas – VTR. El VTR trata de verificar la especialización de una zona geográfica en una determinada tecnología, trabajando con una razón matemática entre el porcentaje de participación en esta tecnología y la participación global. Normalmente se utiliza para países, pero aquí lo utilizamos en términos regionales dentro de Canadá.

El procedimiento metodológico empleado de las 10 regiones con mayor participación porcentual en el área de patentes biotecnológicas en el país analizado, lo que posibilitó abarcar una representación sustancial del total de país (siempre por arriba del 70% del total de patentes, como se demostrará gráficamente en esta sección), posibilitando percibir los aspectos fundamentales de concentración geográfica de la actividad innovadora en biotecnología en Canadá. Posteriormente se agregaron las regiones en las correspondientes provincias, facilitando una percepción de tendencias de distribución al cual se propone este estudio.

Así, empezamos nuestro análisis con la verificación de la participación al largo de los 9 años estudiados de las microrregiones agregadas en las respectivas provincias. Se percibe desde ahí una predominancia muy fuerte de la provincia de Ontario (la más desarrollada económicamente del país) en relación a las otras, seguida por Québec (que tiene un patrón un poco por arriba de British Columbia). Alberta y, especialmente, Ma-

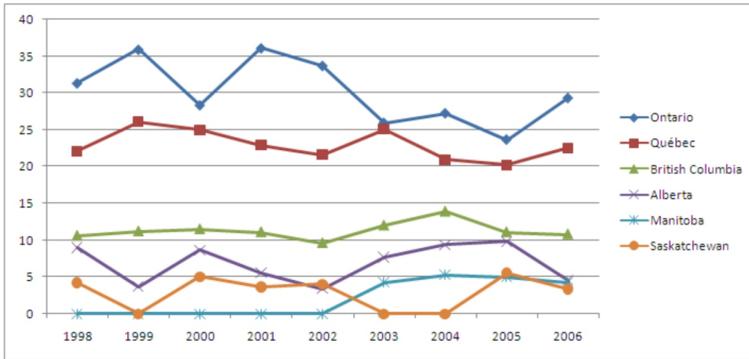
nitoba y Saskatchewan están mucho por debajo de las otras. Percíbase que las demás 6 provincias canadienses no aparecen en esto (y ni en los subsecuentes análisis) debido a su ausencia de microrregiones entre las 10 mayores participantes en patentes PCT biotecnológicas de Canadá.

Gráfico 4 – Participación porcentual de las provincias en el total de patentes canadienses en PCT a partir del agregado de las 10 regiones con mayor participación en patentes biotecnológicas, 1998-2006



Luego, analizando el Gráfico 5, que es de fundamental relevancia para lo que se propone este artículo, se percibe la diferencia de participación de Ontario y Québec en relación a las otras (como se había propuesto con base en la literatura y en la proximidad de la región nordeste de EEUU, dueña de fuertísimo *cluster* farmacéutico - recordamos que la principal fortaleza de Canadá en área biotecnológica es relacionada al área de la salud). Con todo, la relación entre los gráficos 4 y 5 proporciona indicios de que la concentración geográfica del sistema de innovación biotecnológica no es independiente del patrón de concentración del Sistema Nacional de Innovación de Canadá (lo que se busca concluir a través de la similitud de los comportamientos de los gráficos).

Gráfico 5 – Participación porcentual de las provincias canadienses en el total de las patentes PCT biotecnológicas del país a partir del agregado de las 10 regiones con mayor participación en patentes biotecnológicas, 1998-2006

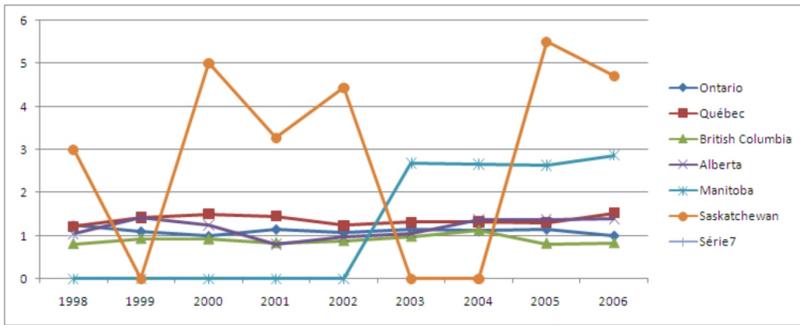


También se queda claro que a pesar de la similitud con el gráfico de participación en el total de patentes PCT canadienses, el gráfico de patentes biotecnológicas indica un distanciamiento más claro entre Ontario y Québec y las otras provincias. A lo mejor, esto es fundamental para la apropiación de los indicios positivos de concentración biotecnológica, ya que esto propone una diferencia importante para el área específica de la biotecnología y el contexto global del SNI canadiense.

Es fundamental establecer que para los periodos que Manitoba y Saskatchewan tuvieron valores equivalentes a cero, eso es debido a la no presencia de ninguna región de estas provincias entre aquellas 10 con mayor actividad patentable en biotecnología. Es interesante resaltar también el comportamiento opuesto que las provincias de Ontario y Alberta presentan a partir del año 2002, notándose que sus líneas se mueven en sentidos proporcionalmente contrarios (aun que eso pudiera indicar una situación de sustitución, no se imagina ningún argumento que sustente esta idea).

Ya cuando partimos para el análisis de los índices de Ventajas Tecnológicas Relativas, identificando tendencias de especialización de las provincias, se percibe que Saskatchewan (a la excepción de los años en los cuales no tiene micro-regiones presentes entre las 10 de mejor desempeño en patentes biotecnológicas, y cuando su VTR va a cero) se sobresale en relación a todas las otras. De hecho, solamente Saskatchewan y Manitoba representan provincias con real especialización biotecnológica.

Gráfico 6 – Índices de Ventajas Tecnológicas Relativas de las provincias canadienses a partir del agregado de las 10 regiones con mayor participación en patentes biotecnológicas, 1998-2006

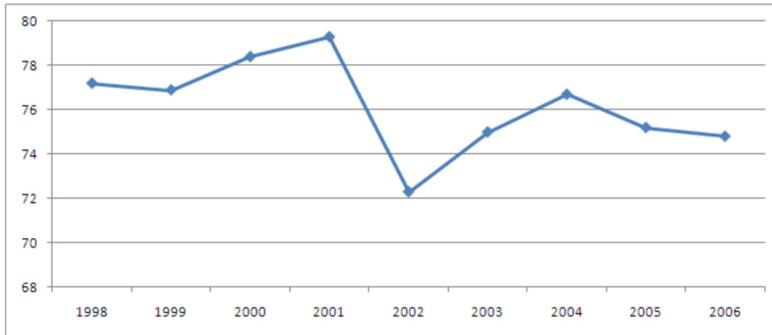


Se estima que eso no es fruto de una ventaja comparativa para el área biotecnológica en estas regiones y sí un resultado de programas gubernamentales que introdujeran en estas provincias programas y centros específicos de investigación biotecnológica, creando ahí unos ambientes muy especializados biotecnológicamente. Un aspecto económico de extrema relevancia que se puede extraer de estos indicios (junto a los anteriores) es que de hecho el mercado es una institución que tiene una fuerza inigualable en cualquier sistema de innovación. Es decir, aun que haya inversiones y creación de infraestructura en Saskatchewan y Manitoba (capaces de crear esta especialización), estas provincias todavía están muy lejos de competir con Québec y Ontario en ámbitos referentes a potencial de patentes biotecnológicas.

Otro aspecto interesante sobre el sistema de innovación biotecnológica en Canadá analizado a través de patentes PCT en el contexto geográfico es la extrema concentración en un número pequeño de regiones (lo que trae indicios de que este sistema tecnológico funciona bajo una lógica de *clusters*).

Con todo, otra argumentación puede ser hecha con base en datos de los sistemas de innovación provinciales (ver perfiles de las provincias en el anexo A). Desde ahí se percibe en los años utilizados en el análisis una grande diferencia de gastos totales en I+D de Ontario y Québec (llegando a unos máximos del 2,4% y 2,8% del PIB provincial respectivamente), mientras los de las demás provincias atinge un máximo de un 0,9% en British Columbia. De la misma forma, el porcentaje de personas trabajando en I+D en Ontario y Québec llega a unos 1,5% y 1,8% respectivamente, lo que atinge un máximo de 1% en las otras provincias (específicamente British Columbia). De esto se puede entender el contexto más desarrollado de los sistemas de innovación en Ontario y Québec, no necesariamente en el área de la biotecnología, indicando un contexto financiero e institucional favorable en estas regiones.

Gráfico 7 – Concentración porcentual de las patentes PCT biotecnológicas de Canadá a partir del agregado de las 10 micro-regiones con mayor participación en patentes biotecnológicas, 1998-2006



Como se puede visualizar en el gráfico 7, la participación porcentual en las patentes PCT biotecnológicas entre las 10 micro-regiones que más patentan en esta área en Canadá no baja de un 72%, evidenciando una fuerte tendencia de concentración en el periodo analizado. Además, se incluye que en British Columbia hay una tendencia aun más fuerte de concentración, eso porque esta provincia que es la tercera en términos de patentes PCT biotecnológicas en Canadá tiene toda su producción en el análisis hecho concentrada en Vancouver (como ya se había comentado a partir de referencias de otros autores, de que ahí hay un importante *cluster* biotecnológico).

A partir de la presentación de estos resultados obtenidos en el análisis geográfico del sistema de innovación en biotecnología canadiense (tanto de patentes como de publicaciones y contextualizados por perspectivas teóricas), se irá trabajar algunas consideraciones finales y apuntes relevantes para la apropiación de las observaciones expuestas, teniendo en cuenta el marco teórico bajo lo cual se desarrolló este estudio.

5 CONCLUSIÓN

Como ya hemos apuntado, los Sistemas Nacionales de Innovación no suelen ser homogéneos dentro de las fronteras de una nación. Pero parece haber poca preocupación con el uso de métodos cuantitativos para establecimiento de verificaciones geográficas en lo que dice respecto a la innovación. No se trata de aceptar la obvia existencia de Sistemas Regionales de Innovación involucrados en los Sistemas Nacionales, pero entender los procesos que llevan a esta regionalización – que suelen ser *industry specific*.

En esto estudio buscamos a través de un análisis sencillo pero basado en un marco teórico fuerte y en una construcción lógica explorar algunos de estos aspectos del sistema de innovación biotecnológico en Canadá, sabiendo que los puntos presentados en este artículo

merecen desarrollos investigativos en profundidad para que sean mejor contemplados. Con todo, es innegable percibir una serie de puntos relevantes sacados del análisis hecho.

Como se expuso, el uso de datos de publicaciones parece no ser adecuado para verificación de tendencias de concentración espacial en términos de innovación (y hay que recordar que publicaciones son un *proxy* muy débil para la innovación), lo que se quedó claro con el análisis de los patrones geográficos de las patentes.

La hipótesis de creación de un *cluster* biotecnológico en las regiones de Canadá cercanas al polo farmacéutico de Estados Unidos se confirma parcialmente (por lo menos la cuestión de concentración en sureste, una vez que no hemos utilizado métodos capaces de establecer relaciones de causalidad), percibiéndose que una serie de variables puede tener influencia en lo que hemos visto. Con todo, el análisis comparativo de datos nos permitió entender que el sistema de innovación biotecnológica en Canadá sí tiene tendencias fuertes de concentración, a lo mejor en zonas con sistemas de innovación más desarrollados. Evidentemente que este tipo de análisis es más simples de hacer en territorios fundamentalmente federales, entendiendo que el panorama de soporte a la innovación tiene características muy específicas a cada provincia analizada.

Desde eso se percibe también las iniciativas gubernamentales descentralizadas, no las concentrando solamente en regiones con sistemas ya establecidos, permitiendo que en localidades como Saskatchewan (que tiene bajos indicadores de innovación comparativamente con Québec y Ontario) tenga participación efectiva en la generación de innovaciones biotecnológicas. Es decir, el papel del gobierno es fundamental en este ambiente de concentración dirigida por el mercado para no permitir la creación de diferencias insostenibles a nivel nacional.

Esperamos que los resultados expuestos en consecuencia del análisis realizado en este estudio sean aprovechados posteriormente como indicativos de la existencia de una serie de indicios de concentración y que su apropiación sea hecha llevándose en cuenta las limitaciones presentadas.

Biotechnological innovation system in Canada: geographical analysis of concentration

Abstract

Economic Geography and the localization of industrial activities represent subjects that have been receiving increasing attention in recent years. Nonetheless, their approach towards innovative activities and its relationship with National Innovation Systems is yet more recent and it has been gaining relevance in scientific journals. The goal of this article is to proceed to an analysis of innovation's concentration dynamics in the field of biotechnology in Canada (using a provincial-level breakdown) through the use of descriptive statistics of both patents and publications. The basic hypothesis is that these activities should cluster in the southeast region of the country, mainly due to the attractiveness of United States' northeast pharmaceutical cluster. Results suggest that the use of publications data is not adequate to verify trends in spatial concentration regarding innovative activities. The hypothesis of the generation of a biotechnological

cluster in Canada's regions located close to the pharmaceutical cluster in the US can be partially confirmed (methods used to not allow for the identification of causality patterns).

Keywords: Economic Geography. Biotechnology. National Innovation Systems. Canada.

REFERENCIAS

ARCHIBUGI, D.; MICHIE, J. Technological globalisation and national systems of innovation: an introduction. In: Archibugi, D.; Michie, J. (Ed.) **Technology, Globalisation and Economic Performance**. Cambridge University Press, UK, 1997.

EDQUIST, C; BJÖRN, J. Institutions and organizations in systems of innovation. In: EDQUIST, C. (Ed.) **Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations**. London and Washington: Pinter, 1997.

FREEMAN, C. **Technology and Economic Performance: Lessons from Japan**: Pinter, London, 1987.

GOBIERNO DE CANADÁ. **Canadian Innovators**. Ottawa, 2008.

_____. **Mobilizing Science and Technology to Canada's Advantage**. Ottawa, 2007.

_____. **Science & Technology Partnerships**. Ottawa, 2006.

_____. **Technology and Economic Performance: A Global Commerce Strategy for Securing Canada's Growth and Prosperity**. Ottawa, 2008.

HOLBROOK, Adam; SALAZAR, Monica. Regional Innovation Systems within a federation: do national policies affect all regions equally? **Knowledge and Economic and Social Change: New Challenges to Innovation Studies Conference**, Manchester, 2003.

KRUGMAN, Paul. Competitiveness: a dangerous obsession. **Foreign Affairs**. v. 73, n. 2, p. 28-44, 1994.

_____. **Geografía y Comercio**. Barcelona: Antoni Bosch, 1992.

_____. Increasing Returns and Economic Geography. **Journal of Political Economy**. v. 99, n. 3, 1991.

LUNDEVALL, B.A. National Innovation Systems - Analytical concept and development tool, **Industry and Innovation**, v. 14, n. 1, p. 95-119, 2007.

_____. **National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**, London, Pinter, 1992.

MCFETRIDGE. The Canadian System of Industrial Innovation. In: NELSON, Richard R. (Ed.) **National Innovation Systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

METCALFE, S. The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives, In: STONEMAN (Ed.) **Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change**, Blackwell Publishers, Oxford: University Press, 1993.

NELSON, R. **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**, Oxford University Press, 1993.

NIOSI, Jorge; BAS, Tomas Gabriel; ZHEGU, Majlinda. **Canada's Regional Innovation Systems: the science based industries**. Montreal: McGill-Queen's University Press.

NIOSI, Jorge; GODIN, Benoit; MANSEAU, Andre. **Canada's National System of Innovation**. Montreal: McGill-Queen's University Press, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL CANADA. **NRC Technology Clusters Initiatives**. Ottawa, 2008.

_____. **NRC Strategic Plan 2006-2011**. Ottawa, 2006.

OECD. **Biotechnology Statistics 2006**. Paris: OECD, 2006.

_____. **National Innovation Systems**. Paris: OECD, 1997.

_____. **Science, Technology and Industry Outlook 2004: Country response to policy questionnaire**. Paris: OECD, 1997.

_____. **Science, Technology and Industry Outlook 2008**, Paris: OECD, 2008.

PATEL, P.; PAVITT, K. The Nature and Economic Importance of National Innovation Systems, **STI Review**, OECD: Paris, n. 14, 1994.

PISANO, G. Pharmaceutical biotechnology. In: NELSON, R.R.; VICTOR, D.G.; STEIL, B. (Ed.), **Technological Innovation and Economic Performance**. Princeton: Princeton University Press, 2002.

SCARPETTA, Stefan. et al. The role of policies and institutions for productivity and firm dynamics: evidence from micro and industry data. **OECD Economics Department Working Papers**, n. 329, 2002.

STATISTICS CANADA. **Innovation Analysis Bulletin**, v. 9, n. 1, 2007.

SHARIF, N. Emergence and development of the National Innovation Systems concept, **Research Policy**, v. 35, p. 745-766, 2006.

SCIENCE-METRIX. **Canadian Biotechnology Innovation Scoreboard 2006**. Montreal, 2006.

WEBOMETRICS. Disponível em: <www.webometrics.info>. Acesso em: 13 jun. 2009.

Recebido em 12 de maio de 2011
Aceito em 12 de setembro de 2011