

## EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO: CARACTERÍSTICAS Y TRAYECTORIA RECIENTES

*José Luis León-Manríquez*

Existe un creciente consenso en el sentido de que el cambio tecnológico es un factor clave en el desarrollo económico y la estructuración del poder político internacional. De ahí la conveniencia de abordar la organización, el desarrollo y los desafíos de la ciencia y la tecnología en cada uno de los países y regiones del mundo. En la actualidad, Canadá experimenta una compleja transición de una estructura científica y tecnológica basada en los recursos naturales y las industrias de producción en masa, a una que recurre, de manera creciente, al conocimiento. A pesar de las reducciones presupuestales iniciadas en la segunda mitad de los años dos mil, el avance tecnológico parece ser, para este país, un medio necesario para mantener y aún mejorar su inserción en el sistema internacional.

Este apartado se divide en tres secciones: la primera describe la evolución de la estructura organizacional que ha seguido Canadá para fomentar las actividades de investigación y desarrollo tecnológico (I+D), con especial énfasis en el papel de las instituciones federales. Originalmente, Canadá estructuró un patrón innovador centrado en la explotación de los recursos naturales, la energía y las industrias manufactureras básicas. El país comenzó a perseguir la mejora de sus capacidades tecnológicas durante la primera guerra mundial, pero fue a finales de los años ochenta y durante los noventa del siglo XX cuando logró concretar un salto tecnológico importante, mas no definitivo. Una somera comparación de los avances científicos y tecnológicos de Canadá *vis à vis* los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) es materia de análisis en la segunda sección.

El análisis de indicadores como el gasto en investigación y desarrollo (GIDE) y la proporción de científicos y tecnólogos en relación con la fuerza laboral confirma que, si bien Canadá no se ubica entre los principales países innovadores, ha logrado mejorar su posición relativa en la escala tecnológica, respecto del resto del mundo. La tercera parte analiza las características actuales y los desafíos de la I+D en Canadá. Después del esfuerzo tecnológico sostenido durante varias décadas, el país muestra ciertos signos de cansancio. El GIDE y el gasto de las empresas privadas en innovación tecnológica han registrado una caída en los últimos años, aunque otros indicadores, como la formación de recursos humanos de nivel superior, continúa mejorando.

## **Evolución del desarrollo científico y tecnológico de Canadá: un poco de historia**

Por ser un país de industrialización relativamente tardía, el avance tecnológico de Canadá en el siglo xx resultó más lento que en la mayoría de los países miembros del G-7, con la excepción de Italia (Niosi, 2000). Es cierto que varios científicos canadienses han sido galardonados con el Premio Nobel, y que el país ha sido reconocido por invenciones como el cable submarino, el queroseno, el microscopio electrónico, el reactor Candu, la cosechadora autopropulsada (Dufour y De la Mothe, 1993; Saint-Pierre, 1997). Canadá alberga una de las instituciones de física teórica más importantes del mundo, el Perimeter Institute.

En la medicina, se ha destacado por diversas innovaciones, como el descubrimiento de la insulina en 1922, realizado por fisiólogos canadienses de la Universidad de Toronto. También ha mostrado avances significativos en estudios relacionados con el VIH-sida y el tratamiento de enfermedades neurológicas (Research Media, 2013). En 2012, el National Research Council (NRC) logró poner en vuelo el primer avión civil impulsado en su totalidad por biocombustibles.

Sin embargo, la innovación sistemática en Canadá no ha sido tan significativa como en Japón, Alemania, Estados Unidos, Reino Unido, e incluso Corea del Sur, tal como lo demuestra el indicador GIDE/PIB en el cuadro 1. Las causas de este bajo rendimiento se han abordado en una serie de trabajos académicos. El consenso es que, en la medida que Canadá goza de una amplia base de recursos naturales, posee un fuerte incentivo para centrar su esfuerzo tecnológico en esta ventaja comparativa. Otra razón que con frecuencia se aduce es que, dado el pequeño tamaño de las industrias locales, la mayor parte de la I+D en Canadá ha sido llevada a cabo por empresas extranjeras. Por ello, se argumenta, la atención se ha colocado más en los objetivos corporativos de corto y mediano plazo que en los intereses nacionales de Canadá a largo plazo.

La proximidad geográfica con Estados Unidos también es otro factor que contribuye al bajo desempeño innovador de Canadá, pues se han inhibido los esfuerzos tecnológicos locales, ya que, mediante la importación, ha sido fácil el acceso a tecnologías de punta, sin realizar importantes erogaciones (Gerrard, 1997). Estos factores caracterizan la historia de la I+D canadiense.

A pesar de la creación en 1882 de la Royal Society, hasta antes de la primera guerra mundial, Canadá realizó poca I+D aplicada al sector manufacturero, pues sus actividades tecnológicas se concentraron en la silvicultura, la minería, la pesca y la agricultura. Un cambio importante ocurrió cuando el gobierno creó un conjunto de nuevas instituciones de investigación y desarrollo, entre las que se hallan el Privy Council Committee on Scientific and Industrial Research (PCCSIR) y el National Research Council (NRC), establecido en 1916.

CUADRO I  
INDICADORES SELECTOS DE AVANCE CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO  
EN ALGUNOS PAÍSES DE LA OCDE (2011)

País	Gasto en I+D (millones USD)	Porcentaje del GIDE realizado por:		GIDE % del PIB	Investigadores por cada 10000 personas de la fuerza laboral	Porcentaje de población de 25 a 64 años con educación superior
		Sector privado	Sector público			
Alemania	96 971	67.6	14.5	2.8	80.2	27.5
Canadá	24 756	60.0	9.7	1.7	83.9	51.3
Corea del Sur	58 379	76.5	11.7	4.0	115.1	40.4
Estados Unidos	429 143	68.5	12.7	2.7	80.8	42.4
Japón	148 389	77.0	8.3	3.3	99.6	46.4
México	8 054	39.0	30.5	0.4	9.4	17.3
Reino Unido	39 217	63.6	8.6	1.7	79.5	29.4
Total OCDE	1 056 228	67.2	11.8	2.3	71.9	31.5

FUENTE: OCDE (2014).

I+D = Investigación y desarrollo tecnológico. GIDE = Gasto en investigación y desarrollo.

Mientras que el NRC se pensó originalmente como un órgano consultivo y de promoción, después de algunos años se había convertido en el centro de varios laboratorios financiados con fondos públicos. Entre 1916 y 1939, el presupuesto del NRC se multiplicó once veces y su personal de tiempo completo creció de una a trescientas personas. En 1945, los empleados del NRC sumaban setecientos (Dufour y De la Mothe, 1993: 9). Hoy en día, el NRC se integra por tres divisiones macro (tecnologías emergentes, ciencias biológicas e ingeniería), cada una encargada de carteras de proyectos específicos. Existen un total de doce carteras dentro del NRC, cada una de las cuales desarrolla una serie de programas que abordan las prioridades y retos tecnológicos identificados.

A pesar de estos cambios, a finales de los años treinta, Canadá se asemejaba “a la América Latina actual (Argentina, Brasil y México en particular): muchas empresas industriales que realizan poca o ninguna investigación, un puñado de grandes laboratorios federales, y muy pocos laboratorios provinciales y universitarios” (Niosi, 2000: 31). El esfuerzo público iniciado en el siglo XX recibió un significativo impulso durante y después de la segunda guerra mundial. El rápido crecimiento de la economía canadiense durante los años cincuenta y sesenta propició una mejoría de las condiciones para la innovación. Los presupuestos crecieron sostenidamente, tanto para el NRC como para la investigación universitaria. Áreas como la investigación médica, la energía atómica y la defensa se promovieron con entusiasmo, y

el gobierno diseñó un generoso sistema de incentivos fiscales que reducía los impuestos federales a las empresas que realizaban inversiones en I+D para el sector industrial (Gerrard, 1997). Aún en la actualidad, Canadá es uno de los países de la OCDE que cuenta con este tipo de instrumentos fiscales, como parte de su política de innovación.

El fortalecimiento financiero de la I+D canadiense trajo consigo nuevas inquietudes y cambios organizacionales. En 1963, la Royal Commission on Government Organization, mejor conocida como Comisión Glassco, publicó un informe sobre el estado del sistema canadiense de innovación. Entre muchas otras observaciones, la Comisión indicó que el NRC era insuficiente para coordinar la gran cantidad de iniciativas de I+D en Canadá. Por lo tanto, la Comisión Glassco abogó por una reforma institucional cuya estructura fuera más sensible a las necesidades del sector industrial. Una de las principales consecuencias de este planteamiento fue la creación, en 1971, del Ministry of State for Science and Technology (MOSST). El nuevo ministerio fue concebido como un medio para formular y coordinar las políticas públicas en materia de I+D. También tenía por objeto proporcionar asesoramiento al gobierno federal en esta materia. No obstante, las responsabilidades del MOSST superaron con creces tanto a sus recursos, como a su poder político dentro del Estado canadiense. Al mismo tiempo, la planificación y la coordinación eficientes fueron recurrentemente inmovilizadas por las resistencias de los investigadores, es decir, de la llamada “República de la Ciencia” (De la Mothe y Paquet, 1994: 264).

Debido a las deficiencias organizacionales, en los noventa, la política canadiense de ciencia y tecnología alentó un enfoque con menor intervención directa del Estado y procuró, en consecuencia, una mayor coordinación entre empresas, laboratorios y universidades públicas.

El MOSST desapareció en 1990 y fue sustituido por el Ministerio de Industria, Ciencia y Tecnología (MIST, por sus siglas en inglés). Las políticas específicas en materia de ciencia y tecnología las implementó el ministro de Ciencia dentro del MIST. A partir de la fundación del MIST, la participación directa del Estado y los consiguientes presupuestos para promover la I+D comenzaron a reducirse, pues ese vacío se ocupó y fue superado por las inversiones privadas en ciencia y tecnología (Dufour y De la Mothe, 1993; Niosi, 2000; Industry Canada, 2004). Después de una corta vida, en 1993, el MIST se fusionó con otras dependencias del gobierno, como algunas secciones del Departamento de Comunicaciones, Canada Investment y Consumer and Corporate Affairs Canada, para crear Industry Canada.

El mandato general de este nuevo organismo, denominado Industry Canada, es “construir una ventaja competitiva a través de la innovación, el comercio y la inversión, el capital humano y la mejora de la productividad”. Esta tarea implica la facilitación de redes tecnológicas, así como el fomento a la innovación en las em-

presas, con especial énfasis en las firmas pequeñas y medianas. Desde la creación de Industry Canada, las sucesivas reformas de las políticas de ciencia y tecnología trataron de mejorar las redes, las asociaciones y la coordinación entre ellas. La idea principal consistió en “una redefinición del gobierno para actuar como un catalizador para la innovación” (Gerrard, 1997).

A pesar de los distintos enfoques ideológicos, la mayor parte de los sucesivos gobiernos canadienses coincidieron en el interés por convertir al país en una potencia basada en el conocimiento y el desarrollo tecnológico. En 2002, Industry Canada lanzó un plan destinado a mejorar la comercialización de los resultados de la investigación, el desarrollo de habilidades relacionadas con la nueva economía, la mejora de los negocios y del entorno normativo, así como la promoción de la educación (Research Money, 2000; 2002). En 2000, el entonces ministro de Finanzas, Paul Martin, dio a conocer un proyecto destinado a trasladar a Canadá desde la quincuagésima posición en el gasto en I+D dentro de la OCDE, al quinto lugar en 2003. El objetivo declarado era permitir a Canadá convertirse en uno de los principales actores de la llamada “nueva economía” (Industry Canada, 2010).

¿Cuál es el balance de los cambios institucionales y los distintos planes y políticas de innovación científica y tecnológica? Entre principios de los ochenta del siglo xx y mediados de la década del dos mil, el país llevó a cabo un enorme esfuerzo dirigido a la mejora de su industria y sus capacidades de innovación. Derivado de dicho proceso, Canadá logró gestionar la transición de una estructura basada en la explotación de los recursos naturales a un sistema más centrado en el avance industrial e incluso en el conocimiento.

En consecuencia, el país ha diversificado su patrón de ventajas comparativas centrado en las materias primas y en productos básicos semielaborados. A finales de los años noventa, los productos industriales, basados en el conocimiento, ya constituían la mayoría de las exportaciones del país (Saint-Pierre, 1997). No obstante estos logros, las cifras que se discuten en los siguientes apartados confirman que Canadá está lejos de haberse convertido en líder tecnológico mundial; incluso el perfil de la I+D canadiense muestra, recientemente, ciertas tendencias involutivas.

## **La ciencia y la tecnología en Canadá, algunas comparaciones en el contexto internacional**

¿Dónde se ubica Canadá respecto de otros países en términos de su desarrollo tecnológico? Como han postulado Nelson y Rosenberg (1993), los actores de las políticas y estrategias de innovación no sólo están conformados por las políticas públicas, universidades, laboratorios y agencias gubernamentales, sino también, sobre

todo, por las empresas privadas. Por ello, un análisis comparado del desarrollo científico y tecnológico requiere de diversos elementos que deben tenerse en cuenta para afinar los alcances del análisis. Algunos indicadores muestran que el perfil tecnológico de Canadá no encaja plenamente con su estatus de la undécima economía del mundo.<sup>1</sup> Si bien muchos de sus indicadores han evolucionado positivamente, aún persisten brechas importantes entre Canadá, por un lado, y Estados Unidos, Alemania, Gran Bretaña, Japón y Corea del Sur, por el otro. Indicadores como el gasto total en I+D; la proporción GIDE/PIB; el número de investigadores por cada diez mil personas de la fuerza laboral, así como el porcentaje del GIDE realizado por el sector privado, muestran significativas brechas con las economías líderes de la OCDE. Incluso la mayor parte de los indicadores canadienses son, en términos absolutos y relativos, sensiblemente inferiores a los de Corea del Sur, país cuya extensión territorial es cien veces menor a la de Canadá. La única área donde Canadá muestra superioridad es en el porcentaje de adultos con educación superior.

A principios de la década del dos mil, los canadienses parecían transitar por la ruta de la convergencia tecnológica con Estados Unidos, el noreste de Asia (sobre todo Japón y Corea del Sur) y los países de Europa occidental. Algunos indicadores básicos resultaban muy favorables y alentaban un balance positivo en este sentido, pues el GIDE canadiense creció sostenidamente desde finales de los ochenta. En 1989, representaba el 1.37 por ciento del PIB; en 1993, se elevó al 1.60 por ciento; en 2001, ascendió al 1.94 por ciento y, en 2004, alcanzó un máximo histórico del 2.07 por ciento del PIB.

Desde principios de los noventa hasta inicios de los dos mil, Canadá y Estados Unidos fueron los únicos países del G7 cuyo GIDE/PIB creció. En el resto del G7,

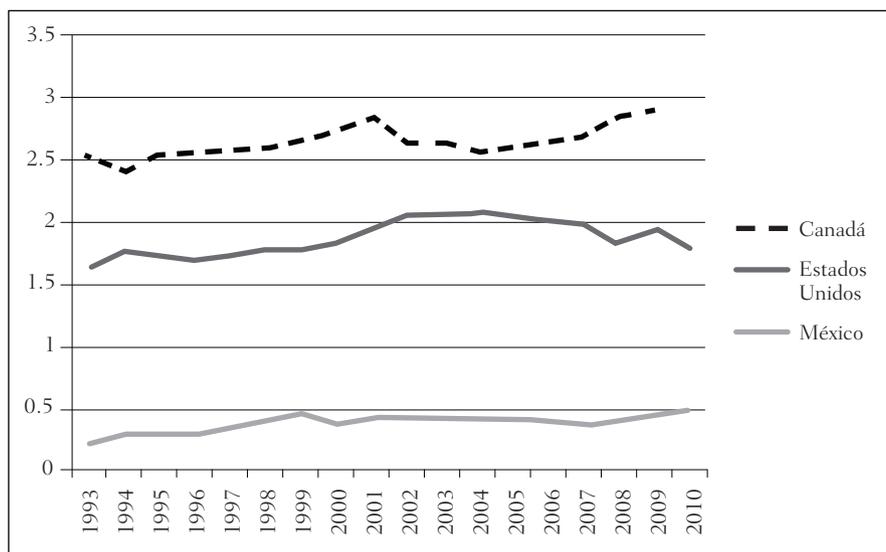
<sup>1</sup> Aunque una medición comparativa a fondo del esfuerzo científico y tecnológico no es el objetivo central de este trabajo, resulta conveniente tener en mente la tipología que Evenson y Westphal (2002) proponen para clasificar los distintos estadios de desarrollo tecnológico que presentan los países. De acuerdo con esta escala, los países se ubican en tres niveles: el nivel 1 está compuesto por las naciones que utilizan una mezcla de tecnologías obsoletas, en su mayoría importadas de los países industrializados, y que dedican entre el 0 y el 0.3 por ciento del PIB; en el nivel 2, se agrupan los países que poseen la capacidad de dominar las tecnologías importadas y, en una fase más avanzada, desarrollar innovaciones marginales; por lo general estas naciones son semiperiféricas o emergentes, y canalizan entre el 0.4 y el 1.6 del PIB a la I+D. En cambio el nivel 3 incluye a los miembros desarrollados de la OCDE, que son responsables del 90 por ciento de los avances tecnológicos en el mundo. En estos países, el esfuerzo tecnológico es continuo y significativo, tanto cualitativa como cuantitativamente. Los de este nivel presentan las siguientes características: 1) asignan en general, más del 1.6 por ciento del PIB a la I+D; 2) poseen una alta proporción de científicos, ingenieros y técnicos respecto del total de su población; 3) desarrollan, a través de sus ingenieros e investigadores, una cantidad considerable de patentes; 4) se caracterizan porque el sector privado financia la mayoría de los gastos de I+D y 5) disponen de un patrón tecnológico en el que la investigación aplicada y experimental predominan sobre la investigación básica. Como podemos inferir de los datos consignados en este trabajo, Canadá se ubica en la parte baja del nivel 3 de esta clasificación.

este indicador disminuyó, ya sea de forma marginal (Francia, Japón, Italia) o de manera espectacular (Alemania, Reino Unido).

La última década, no obstante, muestra cierto retroceso en la trayectoria tecnológica ascendente que Canadá había recorrido desde finales de los ochenta del siglo xx. Lo que denominaríamos “cansancio tecnológico” canadiense se expresa en:

- a) Una renovada tendencia a la participación del sector público en el financiamiento de la I+D.
- b) Un descenso relativo en los porcentajes relativos de desarrollo experimental.
- c) Una disminución en el número de familias de patentes triádicas, es decir, aquellas que se solicitan o registran en Estados Unidos, Europa y Japón.
- d) Un porcentaje del GIDE/PIB que, como se ilustra en la gráfica 1, ha vuelto a caer por debajo del 2 por ciento del PIB desde 2007.

GRÁFICA 1  
EVOLUCIÓN DEL GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO COMO PORCENTAJE DEL PIB EN ESTADOS UNIDOS, CANADÁ Y MÉXICO (1993-2010)



FUENTE: Conacyt (2003; 2011).

Desde entonces, Canadá sigue siendo uno de los países con la inversión más baja de I+D en el seno del G7. En 2012, por ejemplo, las erogaciones totales canadienses en I+D representaron una cuarta parte de las de Alemania, la mitad de Francia y una sexta parte de Japón. En cuanto al GIDE/PIB, Canadá está muy por

detrás de Suecia, Corea del Sur, Japón, Israel y Finlandia, los únicos cinco países de la OCDE donde la relación supera el 3 por ciento. Canadá también se ha alejado de la media del GIDE de la OCDE (2014), que asciende al 2.4 por ciento del PIB.

En el ámbito específico de América del Norte, en 2004 el GIDE/PIB de Canadá era del 2.07 por ciento, mientras que el de Estados Unidos ascendía al 2.55 por ciento. Desde 2006, la brecha entre el GIDE/PIB de ese país y el de Estados Unidos ha aumentado de nuevo. La gráfica 1 muestra que, hacia 2010, el GIDE/PIB estadounidense se acercaba al 3 por ciento, mientras que el canadiense había retrocedido al 1.8 por ciento y, el mexicano se mantuvo constante, por el orden del 0.4 por ciento del PIB, a lo largo del periodo 1993-2010.

El gobierno canadiense atribuye esta caída a la crisis financiera global iniciada en 2008 (Industry Canada, 2010b). Versiones más críticas señalan que la administración conservadora de Stephen Harper (que estuvo en el poder desde 2006 hasta 2015), ha lanzado una cruzada contra la ciencia y la tecnología canadienses. Esta actitud se interpreta como parte de un diseño económico cortoplacista, que incluye recortes a la I+D y un nuevo énfasis en la explotación de recursos naturales, como las arenas bituminosas, el petróleo del Ártico y la pesca. En la práctica, se argumenta que el desdén por la ciencia y la tecnología no sólo implica una vuelta a modelos explotadores de la naturaleza, sino que pone en vías de extinción las mejores tradiciones científicas de Canadá.

## **Estado actual y desafíos de la innovación científica y tecnológica**

A pesar de las recientes tendencias involutivas, Canadá aún mantiene un aceptable nivel en la escala internacional de innovación tecnológica. En este apartado se analizan la situación actual y los desafíos de la ciencia y la tecnología en Canadá. Aquí destacan la aportación de los sectores privado y público; el cambio en el perfil de la I+D canadiense; la creciente formación de recursos humanos orientados a la innovación científica y tecnológica, así como los intentos de descentralizar el esfuerzo tecnológico hacia las diversas provincias canadienses.

### FINANCIAMIENTO A LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO

La fuente del patrocinio de la I+D es un primer cambio alentador de largo plazo para la innovación científica y tecnológica canadiense, a pesar de la ligera caída de los últimos años, en la que el sector privado ha disminuido su participación, según se observa en el cuadro 2.

CUADRO 2  
GASTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, SEGÚN FUENTE DE FINANCIAMIENTO  
(2006-2012) (MILLONES DE DÓLARES CANADIENSES)

<i>Fuentes de financiamiento</i>	2006	2009	2012
Sector privado	14 874	14 148	14 067
Instituciones de educación superior	4 574	4 824	5 404
Gobierno federal	5 226	5 959	5 838
Gobiernos provinciales	1 467	1 661	1 681
Fondos extranjeros	2 252	2 120	1 960
Organizaciones privadas no lucrativas	827	944	1 077

FUENTE: STIC (2013: 10).

Canadá había experimentado durante décadas un aumento sostenido de los gastos en I+D patrocinados por empresas privadas. En 1990, el sector privado ya encabezaba el gasto canadiense en I+D. En ese mismo año, el gasto total de las empresas representó el 38 por ciento del GIDE canadiense; el gobierno federal aportó el 31 por ciento, las universidades el 27 por ciento, los gobiernos provinciales el 3 por ciento y las organizaciones sin fines de lucro el 1 por ciento. Desde entonces, las erogaciones empresariales en el GIDE canadiense aumentaron rápidamente.

En 2008, el gasto privado en I+D casi llegó a cuadruplicar al del gobierno federal. Sin embargo, la crisis financiera global, iniciada en ese año, parece haber inhibido la participación del sector privado, lo que explicaría un cambio en el balance entre gasto federal y gasto empresarial en I+D. En efecto, en 2012 la ratio había disminuido a 1:3.5 veces (Conacyt, 2011; Industry Canada, 2010b; STIC, 2013: 29).

Como sea —y en consonancia con un esquema de maduración y endogenización tecnológicas que también aparece en otras economías del mundo—, un creciente número de pequeñas y medianas empresas llevan a cabo I+D y hay un aumento en la colaboración entre las universidades y las empresas privadas. De igual manera, la participación privada en el financiamiento de la investigación universitaria ha ido en aumento durante las últimas cinco décadas. En 1980, el sector privado sólo financiaba el 4 por ciento de la I+D universitaria. A mediados de los noventa, el porcentaje se había casi triplicado: alcanzó el 11 por ciento. Además, la colaboración científica entre universidades y empresas (medida por la institución donde laboran los investigadores que firman artículos de autoría múltiple) aumentó un 155 por ciento entre 1980 y 1995 (Niosi, 2000: 61; Godin y Gingras, 2000).

En las siguientes décadas los vínculos entre universidades y empresas han continuado debido, entre otros factores, a la creación de programas específicos que

incentivan la creación de redes entre centros de excelencia, las empresas y el gobierno, así como por el impulso que se ha dado al Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC), el cual se encarga de promover la colaboración de la academia con las empresas; además, apoya a los estudiantes en sus estudios y, al mismo tiempo, a las pequeñas, medianas y grandes empresas canadienses —aproximadamente mil quinientas empresas por año— para que inviertan en proyectos de investigación llevados a cabo dentro de las instituciones de educación superior (Industry Canada, 2010a). Más allá de cualquier preferencia ideológica privatista, el aumento de la participación del sector privado en la I+D es relevante, pues facilita la endogenización del progreso tecnológico y ayuda a cerrar la brecha tecnológica canadiense frente a los principales innovadores del mundo.

En 2013, se puso en marcha un nuevo proyecto destinado a la transición de Canadá hacia una economía líder en el mundo. Esta estrategia incluye cuatro líneas de acción: investigación estratégica y desarrollo, servicios técnicos, gestión de la ciencia e infraestructura tecnológica y, apoyo a la investigación industrial (Canada's Economic Action Plan, 2013).

Tanto los institutos y centros de investigación pertenecientes al NRC como otras instituciones públicas siguen realizando investigaciones de alto nivel en biotecnología, equipo médico, industria aeroespacial, ingeniería terrestre, acuática y espacial, construcción, servicios básicos, apoyo a la industria, energía, minería, medio ambiente, tecnología de seguridad, información y comunicación y nanotecnología. Entre 2000 y 2009, el NRC invirtió 554 200 000 000 de dólares canadienses destinados a la creación de doce clusters tecnológicos entre los que destacan: nanotecnología, salud, energía, infraestructura urbana, transformación del aluminio, tecnologías de la información y negocios electrónicos, tecnologías del mar y sostenibilidad ambiental. Estas inversiones buscan conformar una sólida base para el desarrollo, así como crear redes y comercializar las innovaciones (NRC, 2009). Es cierto que las universidades canadienses han reducido su participación relativa en el gasto total en I+D, pero continúan siendo focos privilegiados de innovación (Godin y Gingras, 2000; STIC, 2013).

#### CAMBIO EN EL PERFIL TECNOLÓGICO

En lo que respecta al cambio en las áreas prioritarias de la I+D, cabe reiterar que las ventajas competitivas de Canadá se han transformado. A principios del siglo xx, la I+D canadiense se concentraba en actividades básicas. Hacia 1955, el perfil había cambiado a equipo de transporte, aparatos eléctricos y productos químicos como principales áreas de investigación; en tanto, la minería, el petróleo y los productos de papel sólo representaban el 11 por ciento del total (Niosi, 2000: 35).

En los albores del siglo XXI, el 85 por ciento del gasto empresarial en I+D de Canadá se canalizó a telecomunicaciones, software científico y servicios de informática, piezas y componentes electrónicos, biotecnología/farmacéutica e industria aeroespacial. Mientras tanto, las empresas y los recursos dedicados a la I+D basada en recursos naturales seguían disminuyendo drásticamente (Research Money, 2001).

#### FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS INVOLUCRADOS EN LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO

La rápida mejoría de los recursos humanos de Canadá es otro aspecto digno de mención. Los estudios de posgrado se introdujeron en ese país en el siglo XIX. Alrededor de 1917, sólo dos universidades canadienses (McGill y Toronto) ofrecían programas de doctorado en ciencias (Gingras, 1991). Conforme ha transcurrido el tiempo, la oferta canadiense de programas de posgrado ha crecido tanto en número como en sofisticación y especialización. En la segunda década del siglo XXI, Canadá dispone de trescientos treinta y un instituciones de educación superior (CSIC, 2014). De hecho, varias universidades canadienses se ubican entre las líderes del mundo y se han convertido en puntos de atracción para los estudiantes extranjeros interesados en realizar estudios de alto nivel (como se comentó en el capítulo precedente dedicado a la educación en Canadá).

Como se constata al revisar de nuevo el cuadro 1, Canadá posee la tasa más alta de estudiantes de nivel superior en el mundo. Esto ha sucedido a lo largo de varias décadas y ha propiciado que el país se convierta en un imán para la I+D de corporaciones extranjeras. Pero un informe publicado por el Frontier Centre for Public Policy sugiere que esta situación podría estar llegando a su fin, pues

el costo de la educación representa una curva de crecimiento exponencial, que aumenta mucho más rápido que el índice de precios al consumidor, por lo que los aumentos en la matrícula no son sostenibles en el largo plazo. Con una población que envejece y una productividad estancada o decreciente, el gobierno de Canadá se verá obligado a frenar el aumento del costo de la educación pública (Cliffton, 2014).

#### DESCENTRALIZACIÓN DE LOS ESFUERZOS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICOS

Un último desafío por mencionar se relaciona con los intentos de descentralización geográfica de las actividades de I+D tecnológico. La participación de los gobiernos provinciales en el sistema de innovación comenzó en la década de los veinte, cuando el gobierno federal dio un impulso decisivo al desarrollo científico y tecnológico de

Canadá. Sin embargo, la política de descentralización de la ciencia y la tecnología arrojó los primeros resultados después de la segunda guerra mundial, cuando, a principios de los setenta, las provincias canadienses habían logrado establecer una red de cuarenta y siete laboratorios provinciales que empleaban a ochocientos cuarenta y nueve científicos e ingenieros.

La mayor parte de la investigación que se realizó en esos centros se concentró en el sector de los recursos naturales y se utilizó para apoyar a las empresas locales de tamaño medio. Por su importancia, destaca el Institut de Recherche d'Hydro-Québec (IREQ), como uno de los laboratorios públicos más innovadores, que ha contado con el apoyo de los gobiernos provinciales. Los esfuerzos tecnológicos de las provincias han tratado de incentivarse desde el gobierno federal, para lo cual el NRC ha establecido instalaciones en todas las provincias canadienses (Saint-Pierre, 1997; NRC, 2004).

A pesar de estos logros, el cuadro 3 muestra que la innovación en Canadá aún se caracteriza por una indiscutible concentración regional: más del 70 por ciento del total de la I+D se realiza en Ontario y Quebec; por el contrario, las seis provincias más desfavorecidas sólo captan el 8 por ciento de los recursos. Por ejemplo, la biotecnología se concentra en Toronto, Montreal y Vancouver; mientras que la industria aeroespacial se localiza principalmente en Montreal (Niosi, 2002).

Por otra parte, los sistemas regionales de innovación han detenido su fortalecimiento, debido a restricciones presupuestarias. Como muestra el cuadro 3, entre 2007 y 2010, la participación de Quebec y Ontario en el GIDE nacional se redujo ligeramente, pero siguió representando el grueso de la innovación científica y tecnológica. Provincias como Terranova y Labrador, Nueva Escocia, Nueva Brunswick y Yukón, los Territorios del Noroeste y Nunavut también registraron relativos descensos. Mientras tanto, las Provincias Occidentales y del Pacífico, como Alberta y Columbia Británica, aumentaron su participación porcentual en el total del GIDE.

Finalmente, cabe recordar que a partir de la segunda década del siglo xx, Canadá buscó —primero de forma gradual; después, mediante un deliberado esfuerzo— reducir la brecha científica y tecnológica que lo separaba de Europa occidental, Japón y Estados Unidos. A partir de sucesivos cambios en la organización estatal de la ciencia y la tecnología, Canadá experimentó un proceso de diversificación y densificación del progreso técnico. El país combinó, con buenos niveles de eficiencia, esfuerzos públicos y privados que le permitieron moverse con cierta rapidez, desde un patrón relativamente anticuado de innovación a una posición más cercana al liderazgo tecnológico.

CUADRO 3  
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL GASTO EN INVESTIGACIÓN  
Y DESARROLLO TOTAL DE CANADÁ POR PROVINCIA (2007 Y 2010)

<i>Provincia</i>	<i>Distribución provincial del GIDE, 2007 (%)</i>	<i>Distribución provincial del GIDE, 2010 (%)</i>
Terranova y Labrador	0.87	0.86
Isla del Príncipe Eduardo	0.20	0.22
Nueva Escocia	1.69	1.73
Nueva Brunswick	1.08	0.97
Quebec	26.47	26.33
Ontario	46.81	45.17
Manitoba	2.00	2.24
Saskatchewan	1.68	1.98
Alberta	9.02	9.43
Columbia Británica	9.45	10.01
Yukón, Territorios del Noroeste y Nunavut	0.18	0.04

FUENTE: Statistics Canada (2011).

## Conclusiones

La evidencia aquí ofrecida parece suficiente para ubicar a Canadá en un punto medio-alto en la escala tecnológica, en especial si se compara con los miembros de la OCDE y el TLCAN. Empero, al compular el esfuerzo tecnológico de Canadá con el de otros países de la OCDE, en especial con economías asiáticas (Corea del Sur y Japón), la evolución científica y tecnológica canadiense no parece tan vigorosa, pues se le ubica en el nivel 3 más bajo, según se comentó antes.

Debido al estancamiento —si no es que involución— experimentada a finales de los años dos mil y primeros del dos mil diez, la brecha tecnológica canadiense frente a Estados Unidos también se ha abierto de nueva cuenta. Esto ha generado justificadas preocupaciones en la comunidad científica y tecnológica de Canadá.

A pesar de ello, ese país mantiene su fuerza en algunas áreas de innovación: ingeniería, biología, energía, pesca y silvicultura. También ha desarrollado importantes capacidades en actividades como telecomunicaciones y computación, biotecnología, productos médicos e industria aeroespacial, y se ha consolidado como un sitio de excelencia para la educación superior.

Además, la participación del sector privado en los esfuerzos de I+D sigue siendo relativamente alta. Queda por ver si el “cansancio tecnológico” de los últimos

tiempos conducirá a una reprimarización de la economía o si, por el contrario, Canadá será capaz de convertirse, en los años venideros, en un líder de la innovación tecnológica global.

### **Bibliografía básica recomendada**

COUNCIL OF CANADIAN ACADEMIES (CCA)

2006 *The State of Science & Technology in Canada*. Ottawa: CCA/The Committee on the State of Science and Technology in Canada.

SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION COUNCIL (STIC)

2009. *Canada's Science, Technology and Innovation System: State of the Nation 2008*. Ottawa: STIC.

TURNER, CHRIS

2013 *The War on Science: Muzzled Scientists and Wilful Blindness in Stephen Harper's Canada*: Greystone Books.T