

Nota biográfica

James Mullin, consultor de política científica y tecnológica, fue Presidente de ICommittee on S&T Policy [Comité de la OCDE para la Política Científica y Tecnológica]. Durante diez años ha sido ejecutivo principal del International Development Research Centre de Canadá [Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo]. En 1998 presidió una inspección de las instituciones de C y T del gobierno de Sudáfrica y en 1999 una inspección de las actividades de ciencia, tecnología e innovación en Chile. Actualmente es consejero de políticas para la ayuda a los institutos tecnológicos públicos de Chile. Correo electrónico: jmullin@compmore.net.

El cambio de modelos en la financiación de la investigación

James Mullin

En los últimos cuarenta años del siglo XX las inversiones en investigación científica y desarrollo tecnológico han experimentado un incremento espectacular. En la actualidad, incluso los estados más pequeños del mundo en desarrollo se están planteando el tipo de inversiones que tendrán que hacer en este mundo cada vez más abierto y “mundializado”.

Este incremento ha ido acompañado de cambios sustanciales en la sociología de la investigación debidos en parte a las crecientes expectativas y demandas de los que financian la investigación. En este artículo se afirma que los cambios en las demandas se reflejan en los cambios que se han producido con respecto al volumen y los modelos de financiación de la investigación, especialmente en las ciencias naturales y la ingeniería.

Dos enfoques diferentes de la investigación

La idea de cómo ‘se debe llevar a cabo’ la investigación que se mantenía en general a principios del decenio de 1960 fue expresada por Michael Polanyi, químico y miembro de la Royal Society de Londres, en su artículo “The Republic of Science” [La República de la Ciencia] en el que defendía que “en tanto que cada científico siga haciendo la mejor aportación de la que es capaz y que nadie pueda mejorar (...) podemos afirmar que el avance de la ciencia por iniciativas independientes auto-coordinadas garantiza la organización más eficaz posible del progreso científico. Y podemos añadir, una vez más, que si alguna autoridad emprendiera la tarea de dirigir el trabajo de los científicos desde el centro, el progreso de la ciencia prácticamente se estancaría” (Polanyi, 1962, p.56).

Mediado el decenio de 1990, surgieron otras voces afirmando que existían ‘nuevas formas de producción de conocimiento’ en las que:

- se produce siempre más conocimiento en el contexto de sus aplicaciones, y es muy probable que la ayuda a la investigación produzca beneficios directos, económicos y sociales, para la nación que proporciona la ayuda;
- existe una tendencia ineludible hacia la formación de equipos más grandes e interdisciplinarios que trabajan en actividades de investigación también más interdisciplinarias;
- existe una diversidad creciente de organizaciones que participan actualmente en los equipos de investigación (las fronteras institucionales se difuminan) y éstos son cada vez más efímeros, desapareciendo al terminar el proyecto o programa encomendado;
- existe una tendencia permanente a intensificar las relaciones internacionales entre los equipos de investigación.” (Gibbons et al., 1994).

Las manifestaciones más claras de estas formas nuevas son las redes *formales* de investigadores que han aparecido en los últimos años, especialmente en los países industrializados. Pero hay que destacar que en la investigación de los países en desarrollo, financiada por los donantes oficiales de ayuda al desarrollo, la modalidad de la red de investigación formal es conocida desde hace tiempo (ver, por ejemplo, Smutylo & Koala, 1992) y en algunos casos, se ha considerado una alternativa a las ‘escuelas invisibles’ de científicos que colaboran entre sí, y que abundan en la “Republic of Science”. De Solla Price (1963), el primero en nombrar a estas ‘escuelas invisibles’, las describe como “colectivos informales de científicos que interactúan estrechamente, de unas proporciones en general limitadas, que las hacen manejables para las relaciones interpersonales”.

En la “Republic of Science”, la modalidad de financiación preferida era, y sigue siendo, la subvención concedida a investigadores basada en criterios de calidad científica de la actividad propuesta, de la probabilidad de que los resultados contribuyan al avance del conocimiento, y en la trayectoria del científico en cuestión. Estas ayudas en las que el científico que hace la propuesta selecciona los objetivos científicos se llaman en Canadá ‘subvenciones a la investigación’, y así se les llama también en este artículo.

Actualmente, estas subvenciones a la investigación se complementan en muchos países con toda una serie de otras modalidades, que a menudo tienen más de contrato que de subvención y en ellas la fuente de financiación puede exigir que la actividad aborde alguna cuestión económica o social o que adopte alguna forma nueva de cooperación científica, o ambas cosas. Muchas de estas nuevas modalidades requieren mayores cantidades de dinero que las subvenciones a la investigación. En la mayoría de los países, existen modalidades especiales que tratan de fomentar la cooperación entre la industria y la universidad y, en muchos países, programas de fomento y ayuda a las redes.

A principios del decenio de 1980, dos estudiosos señalaron a los políticos, un punto importante en lo referente a la significación de las diferentes modalidades de financiación. En un artículo en el que estudiaban todas las subvenciones a la investigación que concedían los principales organismos de ayuda en el ámbito de las ciencias naturales y la ingeniería en Canadá y en el Reino Unido durante un período de diez años, defendían que el proceso de inspección interna, como se aplicaba a la selección de destinatarios de las subvenciones a la investigación, fomentaba una gran estabilidad en la distribución de fondos, por disciplina y por institución académica (Gibbons y Farina, 1982). No había pruebas de que a los destinatarios de las subvenciones

personales les afectaran de alguna forma los cambios de prioridades gubernamentales. Cuando los gobiernos deseaban influir en la dirección de las actividades de ciencia académica, tenían que introducir modalidades nuevas y concretas que pudieran incorporar explícitamente los criterios adicionales deseados por el organismo patrocinador.

Partiendo de esta afirmación, estudiaremos en este artículo cómo los gobiernos han cambiado la asignación relativa de fondos entre las subvenciones a la investigación y otras formas de ayuda económica, lo que nos confirmará que las autoridades financiadoras tratan cada vez más de orientar o dirigir la ciencia en la línea de las “nuevas formas de producción de conocimientos” postuladas por Gibbons y sus colegas (Gibbons et al., 1994, *op. cit.*). También se estudia el cambio de intereses en las políticas de gobierno relativas a la ciencia y la tecnología en un intento de entender el contexto político en el que se han tomado y se siguen tomando las decisiones relativas a la financiación de la ciencia.

En los apartados siguientes, hay un estudio de los datos que tenemos de Canadá para analizar el cambio de modelo de financiación de la ciencia, seguido por una serie de resúmenes de cómo, en el fondo, están ocurriendo los mismos procesos en dos países en desarrollo, Chile y Sudáfrica. Las definiciones de ciencia, investigación y otras actividades relacionadas, empleadas en este artículo, a menos que se diga lo contrario, serán las empleadas por la OCDE en su compilación de estadísticas comparables a escala internacional en el área de ciencia y tecnología (OCDE 1964).

Como este artículo trata del cambio de modelos en la financiación de la ciencia, más que de niveles absolutos de financiación, la mayor parte de los datos que se ofrecen se expresan, cuando ello es posible, en términos de índices de porcentaje de los productos nacionales. Cuando se citan valores absolutos, se hace en moneda nacional (para evitar las dificultades de tener en cuenta los índices fluctuantes de cambio durante un largo período de tiempo) y en general están normalizados en relación con una unidad constante de moneda nacional en un año concreto para eliminar la cuestión de la inflación.

La evolución de las teorías de los gobiernos sobre la ayuda a la ciencia y la tecnología

En el mundo industrializado, la OCDE, a través de su Committee on Scientific and Technological Policy (CSTP) [Comité para la Política Científica y Tecnológica], ha constituido un foro en el que se ha tratado de sintetizar provechosamente las mejores teorías sobre políticas científicas y tecnológicas de los países miembros. Periódicamente, se dedica a analizar las políticas de los países miembros haciendo posible que grupos de alto nivel, compuestos por personalidades de prestigio reconocido en teorías sobre ciencia y tecnología, estudien las direcciones futuras de la política científica y tecnológica. El informe Pigagnol (OCDE 1963) fue la primera llamada de la OCDE a los gobiernos para que éstos prestaran la máxima atención a la cuestión del apoyo al sector de I y D pues reconocía abiertamente la relación entre la actividad científica y técnica y el dinamismo de la economía. Un año después, el CSTP publicó el Manual Frascati (OCDE 1964) que desde aquel momento estableció las bases para medir las actividades de C y T en los países industrializados. Era la época en la que la US National Academy of Sciences [Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos] publicaba su informe titulado “Basic Research and National Goals” [Investigación Básica y Objetivos Nacionales] (NAS 1965) y el estudioso Michael Polanyi defendía su tesis de la “Republic of Science” (Polanyi 1962) en el que todas las decisiones relativas a la financiación de la ciencia tenían que tomarlas los científicos en activo.

En esta etapa de elaboración de las primeras teorías sobre la política de C y T se hacía hincapié en los insumos para I y D, su financiación, la disponibilidad de personal altamente cualificado y de medios de laboratorio, y las funciones de las instituciones y programas públicos.

A partir del Informe Pigagnol, la OCDE, a razón de aproximadamente una vez por decenio, ha divulgado los aspectos principales de las teorías sobre las políticas de C y T del mundo desarrollado. El Informe Brooks (OCDE 1971) recogía el estado del debate sobre cuestiones como la integración de las políticas científicas con las políticas económicas y sociales, y la función de las empresas multinacionales en el progreso técnico, y planteaba el tema de en qué medida estaba afectando el cambio tecnológico al medio ambiente. En aquel momento, crecía la preocupación por la dificultad de medir los rendimientos de los sistemas de I y D. Más tarde vino el Informe Delapalme (OCDE 1980) que trataba con detalle la necesidad de emprender iniciativas para armonizar las políticas económicas y las tecnológicas y preguntaba cómo los gobiernos miembros de la OCDE podían “llegar a una síntesis de políticas de ajuste económicas, tecnológicas y sociales que optimizara las contribuciones del desarrollo tecnológico al desarrollo económico y social”.

Todos los países, tanto los desarrollados como los en desarrollo, siguen trabajando para llegar a esa síntesis. En aquel momento, a principios del decenio de 1980, se estaba empezando a reconocer que lo más acertado era prestar atención a todo el proceso de innovación tecnológica y no solamente al sector de I y D. También en ese momento, la OCDE empezó a estudiar la cuestión de las relaciones entre la empresa y la universidad en temas de I y D.

Por último, una serie importante de informes de la OCDE titulada *Technology and Economic Policy* [Política Tecnológica y Económica] de principios del decenio de 1990, situaba las teorías sobre el cambio tecnológico en el centro de la política económica, aun cuando muchos economistas actuales no acaban de saber las consecuencias de esta postura.

El trabajo de la OCDE que culminó en *Technology and Economic Policy* supuso un estímulo para el acometimiento de importantes iniciativas que trataban de explicar el significado político del concepto de ‘sistemas nacionales de innovación’. Probablemente, la publicación que más influencia tuvo fue la editada por el estudioso danés Lundvall (Lundvall 1992).

Actualmente, los países industrializados han llegado a la conclusión de que el cambio tecnológico es la fuerza motriz principal para el desarrollo de sus economías. Por otra parte, también está entendido que el cambio tecnológico tiene dos fuentes primarias: la innovación tecnológica y la difusión de la tecnología. Este último concepto tiene una importancia crucial y conlleva en sí la necesidad de que el destinatario de la tecnología participe en un proceso continuo de innovación para adaptar la tecnología adquirida a las necesidades de los mercados y sistemas de producción del usuario de la tecnología.

Simplificando quizás demasiado, se puede decir que, en los países industrializados, el decenio de 1960 y principios del de 1970 fue la época de las *políticas de la ciencia*, el final del decenio de 1970 y el decenio de 1980, la de *políticas de la ciencia y la tecnología* y el decenio de 1990, la de las *políticas de la ciencia, la tecnología y la innovación*. En estos años ha habido un proceso mundial de aprendizaje acumulativo de toda la serie de cuestiones que hay que tener en cuenta

cuando se trata de aprovechar el cambio tecnológico para el desarrollo nacional económico y social.

Las teorías sobre política científica y tecnológica del Banco Interamericano de Desarrollo

Durante muchos años el Banco Interamericano de Desarrollo ha ejercido una influencia considerable en las teorías de los países americanos sobre la financiación de C y T. La evolución de la política y práctica del BID con respecto a la financiación de C y T ha sido estudiada y documentada por Mayorga (Mayorga 1997) y este comentario se basa en su análisis.

El BID sigue actuando formalmente según una Política de C y T (OP-744) explícita adoptada en 1968. Durante los primeros veinte años (1968-1987), el Banco:

‘se centraba casi exclusivamente en actividades e inversiones con una única finalidad básica: la creación de competencias científicas y tecnológicas en las universidades y centros públicos de investigación [enfaticado en el original]. Para conseguir este objetivo se empleaban dos tipos de procedimientos: (a) becas de postgrado en el extranjero para la formación y especialización de los investigadores de estas instituciones y (b) inversiones para la construcción y equipamiento de infraestructuras de I y D, como laboratorios, bibliotecas y centros informáticos.’ (Mayorga, 1997, p.2).

Esta preocupación por los insumos a los sistemas nacionales de I y D reflejaban el pensamiento de aquel momento de muchos países de la OCDE. En efecto, el Banco estaba siguiendo políticas como las que se trataban en el Informe Pigagnol de la OCDE.

Mayorga continúa:

‘Hacia finales del decenio de 1980, se hizo evidente un segundo objetivo estratégico en las actuaciones de C y T del Banco: la estimulación directa de la demanda por la empresa privada y la relación entre productores y usuarios del conocimiento y de las técnicas’.

Y esto lo considera una consecuencia natural de la creciente atención que se está prestando, en las políticas económicas de los países miembros, a las cuestiones de la productividad y competencia internacionales. Este cambio en las prioridades fue adoptado sin considerar necesario ningún cambio en la exposición formal de la política de C y T del Banco. Una vez más, se puede ver aquí una forma de pensar consecuente con el interés cada vez mayor por la innovación tecnológica que era patente en el trabajo de la OCDE.

Fue durante este último período de los créditos del Banco cuando se acentuó el interés por los sistemas de inspección interna en las operaciones del Banco, pues éste consideraba las inspecciones como ‘una práctica eficaz para establecer niveles estrictos de calidad para I y D’. (Es decir, los niveles de la ‘Republic of Science’).

A finales del decenio de 1990, todavía antes de cualquier enmienda formal en la política del Banco OP-744, la composición de los créditos del BID para C y T había cambiado notablemente y se podía considerar que incluía muchos de los siguientes elementos:

- *Fondos para el desarrollo tecnológico*, normalmente en forma de línea de crédito disponible para las empresas, destinados a la introducción de productos, procesos o servicios nuevos o mejora de los existentes y financiados normalmente o bien por créditos para reembolsar, por financiación de riesgos y beneficios compartidos, o por subvenciones destinadas a la propiedad conjunta de los resultados de la actividad;
- *Concursos para obtener una financiación no-reembolsable para proyectos de investigación y servicios de C y T*, destinados a las instituciones académicas, institutos y organismos gubernamentales y organizaciones privadas sin ánimo de lucro;
- *Formación de Recursos Humanos*, financiable por medio de subvenciones o créditos, dependiendo de las circunstancias;
- *Mejora de infraestructuras*, sujeta a criterios de inspección mucho más estrictos que en el primer período de la actividad del banco para C y T;
- *Difusión de la tecnología*, que preveía el desarrollo de los sistemas de ampliación tecnológica e industrial y la creación de nuevos tipos de centros tecnológicos;
- *Actividades de información y divulgación*, para aumentar el conocimiento de la gente de las actividades de C y T y el apoyo a éstas; y
- *Estudio y coordinación de las políticas para los Sistemas Nacionales de Innovación*.

Estos cambios se están desplazando hacia la adopción de algunos de los criterios de las “nuevas formas de producción del conocimiento”.

Así pues, éste era el contexto de cambio en el que los gobiernos en particular trataban de decidir la asignación de recursos a una serie de actividades variadas en ciencia y tecnología durante el período de la inspección. En lo que queda de este artículo, trataremos de ver qué ocurrió, sobre todo, con la financiación de la investigación científica.

El caso de Canadá

Canadá es uno de los países industrializados de tamaño mediano que, en los últimos treinta o cuarenta años, ha venido ocupando aproximadamente el séptimo lugar en el gasto en I y D medido por la relación entre su gasto bruto en I y D (GERD) y su PIB. El GERD de Canadá ha representado en general en torno a 1,5% del PIB en los últimos años. [Aquí, es preciso destacar que en un país como Canadá, los gastos en I y D suelen representar en torno a 60% del gasto nacional en ciencia y tecnología y el 40% restante se dedica a ‘actividades científicas relacionadas’ como recogida de datos, servicios de información, niveles y pruebas y en general todas las actividades que representan elementos esenciales de la infraestructura tecnológica de una economía moderna.]

Canada's GERD to GDP Ratio

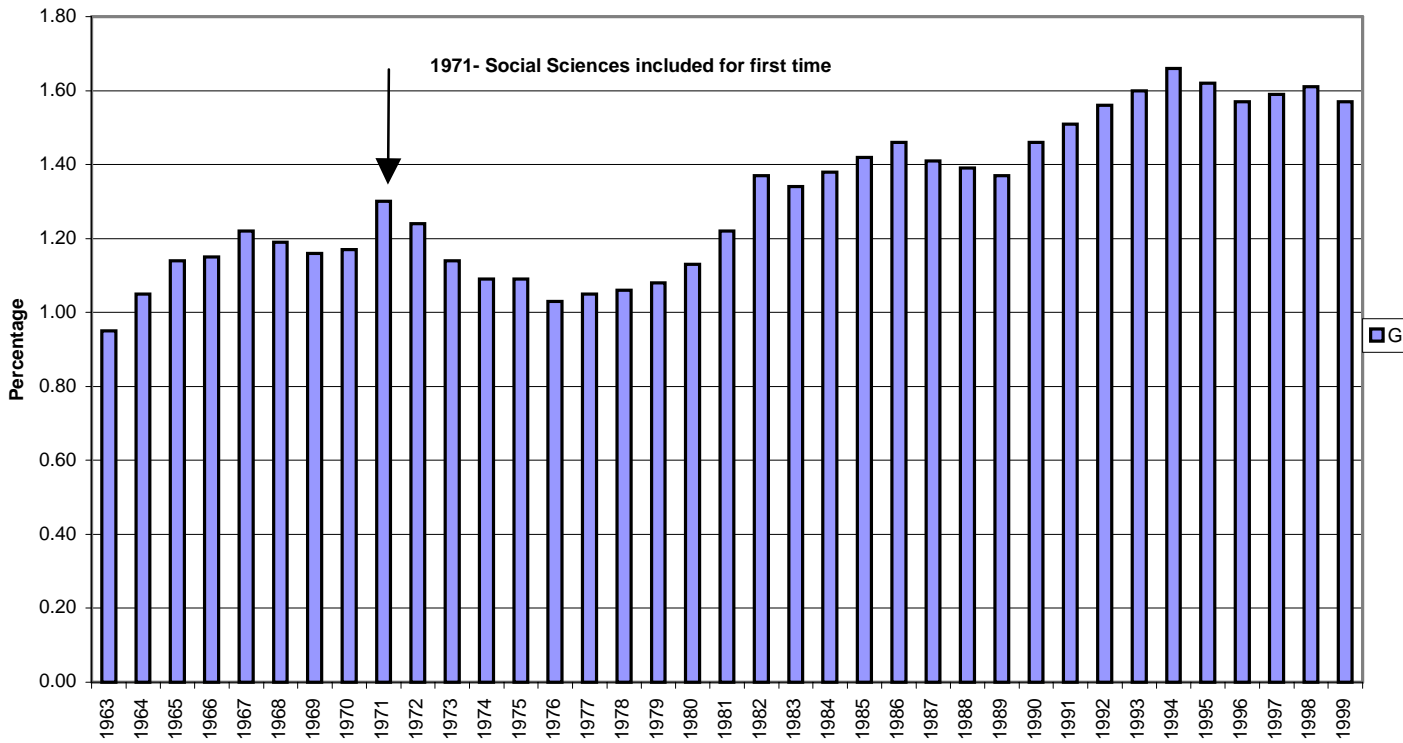


Figura 1 – Relación entre el GERD de Canadá y su PIB

Fuente: Industry Canada

Las Figuras 2 y 3 muestran la distribución de las actividades de C y T en Canadá por sectores, primero por fuentes de financiación y después por actor en el período posterior a 1963 y reflejan claramente los resultados de la política canadiense a lo largo de los años.

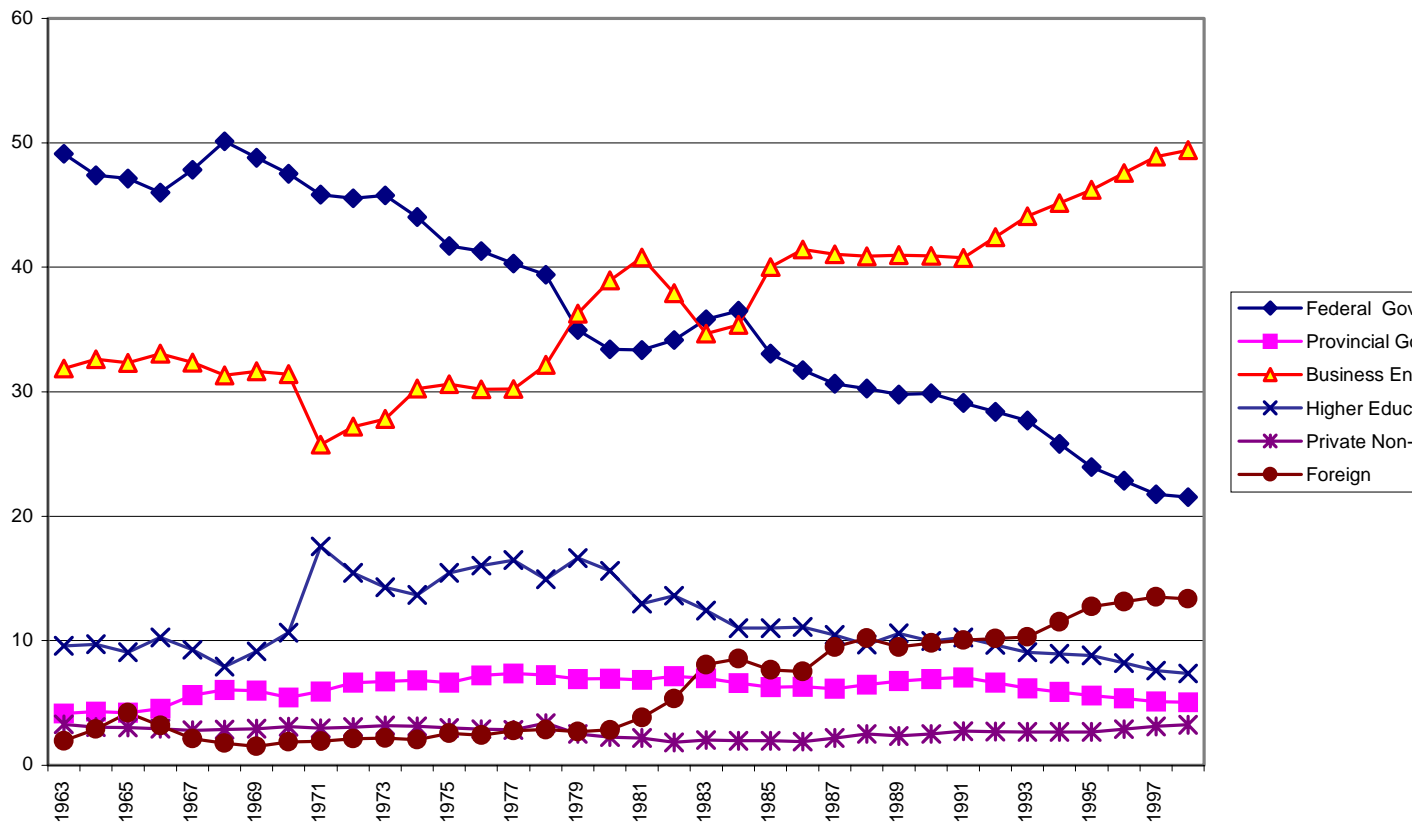


Figura 2: Distribución, por fuente de financiación del gasto bruto de Canadá en I y D, 1963-1998

Fuente: Estadísticas Canadá. Estimaciones del gasto canadiense en I y D (GERD) durante varios años

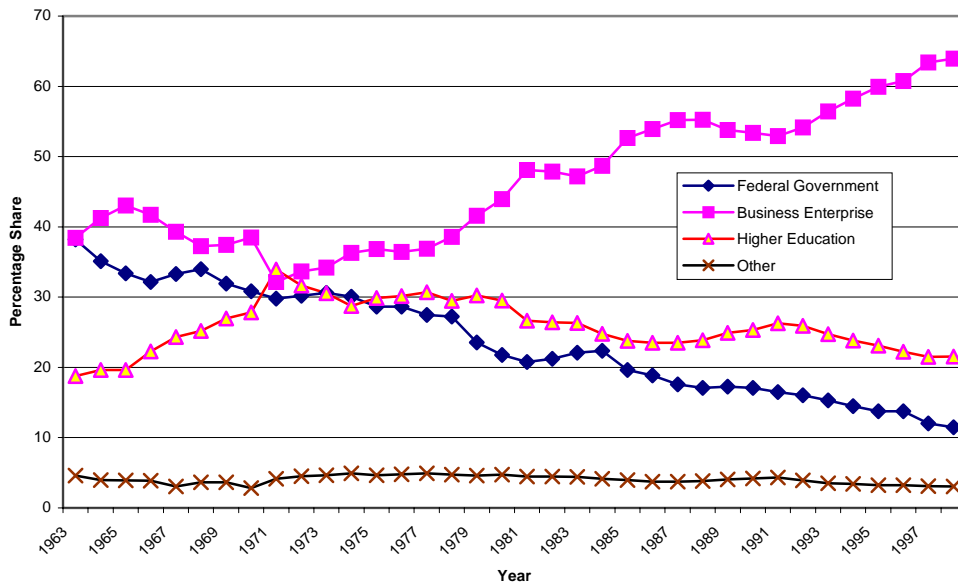


Figura 3: Distribución por actor del gasto bruto de Canadá en I y D, 1963-1998

Fuente: Estadísticas Canadá. Estimaciones del gasto canadiense en I y D (GERD) varios años

- Como consecuencia de la combinación de las fuerzas del mercado y la política del gobierno (especialmente una política generosa en incentivos fiscales para I y D industrial), el sector empresarial se ha convertido en el principal actor y fuente de financiación de I y D en Canadá;
- Como consecuencia de la política C y T y macroeconómica (que ocasiona reducciones significativas del gasto público en todas las áreas de actividad gubernamental), el índice de I y D financiado y realizado por el gobierno federal ha disminuido considerablemente; y
- En el sector académico, tras haber alcanzado el índice más alto de realización sólo durante un año (1971), empezó un lento descenso de ese índice durante un período de casi treinta años.

Las figuras 2 y 3 tratan de toda la actividad del país. Sólo para las ciencias naturales (excluyendo la salud y las ciencias sociales y humanas el panorama es similar, excepto que el índice del que goza el sector académico varía en una estrecha franja. Pero el panorama para la financiación de la investigación es claramente distinto como se puede ver en la Figura 4.

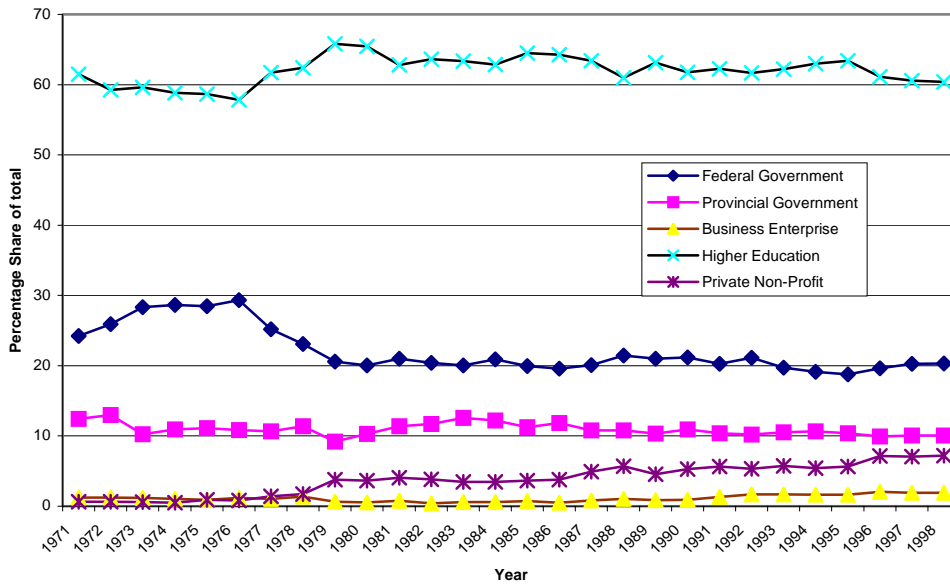


Figura 4: Fuentes de financiación de la investigación de las ciencias sociales en Canadá, 1971-1998

Fuente: SSHRC, Comunicación privada

En las ciencias sociales, como los costes salariales son un elemento importante de la investigación, el sector de la educación superior es la fuente dominante de financiación. El modelo de financiación de la investigación ha sido bastante estable durante mucho tiempo y es muy parecido al modelo de realización.

En todo el período revisado, la realización de la investigación dirigida por el investigador ha sido básicamente, pero no exclusivamente, el ámbito de las universidades. La distribución de las fuentes de financiación de las universidades canadienses está en la Figura 5.

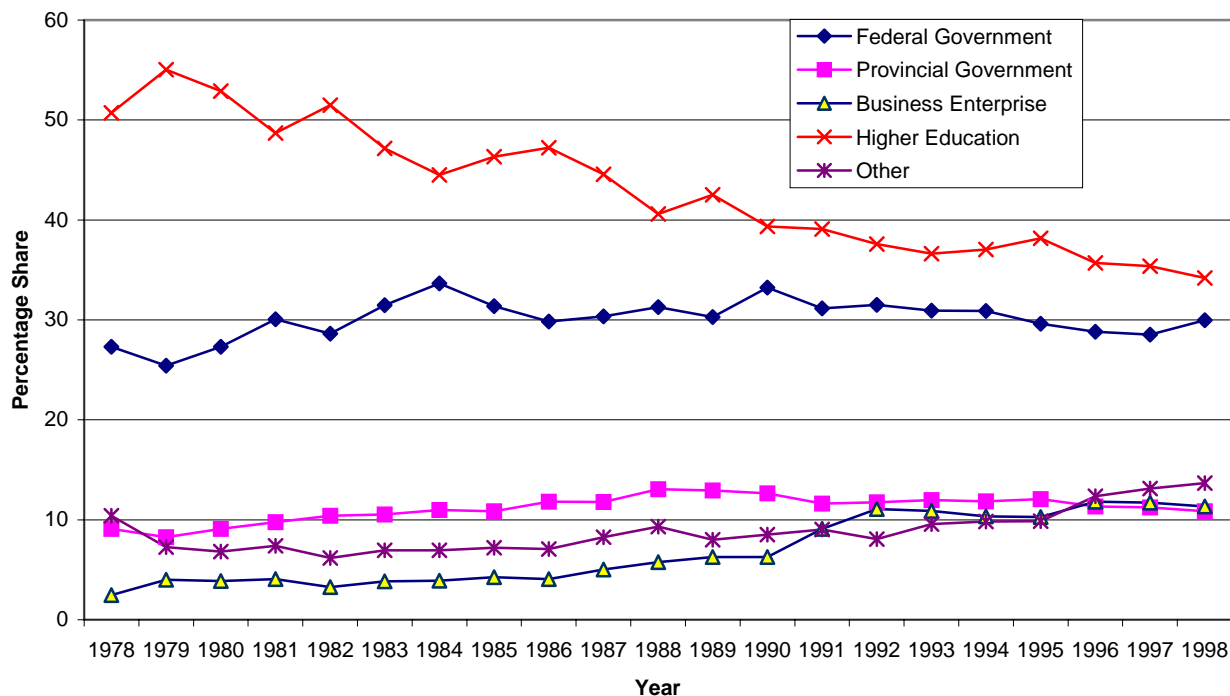


Figura 5: Fuentes de financiación de I y D en las universidades canadienses

Fuente: Estadísticas Canadá, Estimaciones del gasto canadiense en Investigación y Desarrollo (GERD) varios años

En esta figura hay que señalar que:

- Las estimaciones de gasto atribuidas al sector de la educación superior incluyen los salarios de los investigadores académicos, una gran parte de la inversión en infraestructura y pequeñas cantidades de ayuda directa a los proyectos de investigación; este índice ha experimentado un descenso más o menos firme durante muchos años;
- El índice federal que será analizado más tarde, ha oscilado en torno a 30 % del total;
- El índice financiado por empresas ha pasado de 2,5% a principios del decenio de 1960 a algo menos de 12% a finales del de 1990; y
- El índice de “Otras Fuentes” tras permanecer entre 7 y 9% durante una gran parte del período, ha experimentado un notable repunte en los últimos tres años. Una gran parte de esta financiación es aportada por organismos voluntarios interesados en diferentes problemas médicos; también existe un componente extranjero, otra vez primariamente en el campo de la salud.

Una proporción muy alta de la ayuda federal a la investigación en las universidades canadienses (normalmente en la franja entre 80-85%) la aportan los tres “Granting Councils” [Consejos de Subvenciones], que empezaron a actuar como lo hacen actualmente, en 1978. Estos Consejos son: el Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) [Consejo de Investigación

de Ciencias Naturales e Ingeniería], el Medical Research Council (MRC) [Consejo de Investigación Médica] y el Social Sciences and Humanities Research Council (SSHRC) [Consejo de Investigación de Ciencias Sociales y Humanidades]. En 1998, un nuevo actor entró en escena con la creación de la Canadian Foundation for Innovation (CFI) [Fundación Canadiense para la Innovación], organismo destinado a apoyar la adquisición de los principales elementos nuevos para el equipamiento de la investigación en las universidades de Canadá y en los hospitales de investigación.

En la Figura 6 se ve el modelo de ayuda federal a I y D en las universidades del país procedente de los Granting Councils y de otros departamentos y organismos federales que ofrecen contratos para determinadas partes de la investigación. También se ve el peso relativo de la inyección de nuevos fondos federales para equipamiento via CFI. El aspecto principal que hay que tener en cuenta es la estabilidad relativa de este modelo especial antes de la introducción del CFI, que se describió como una iniciativa de ‘renovación’ de la investigación básica nacional. El acierto de la nueva iniciativa estaba estrechamente unido a dos factores: el re-establecimiento de un incremento en el presupuesto federal por primera vez en más de treinta años y la convicción del Ministro Federal de Finanzas de que las inversiones en la infraestructura de la investigación representaban una base importante para la competitividad económica.

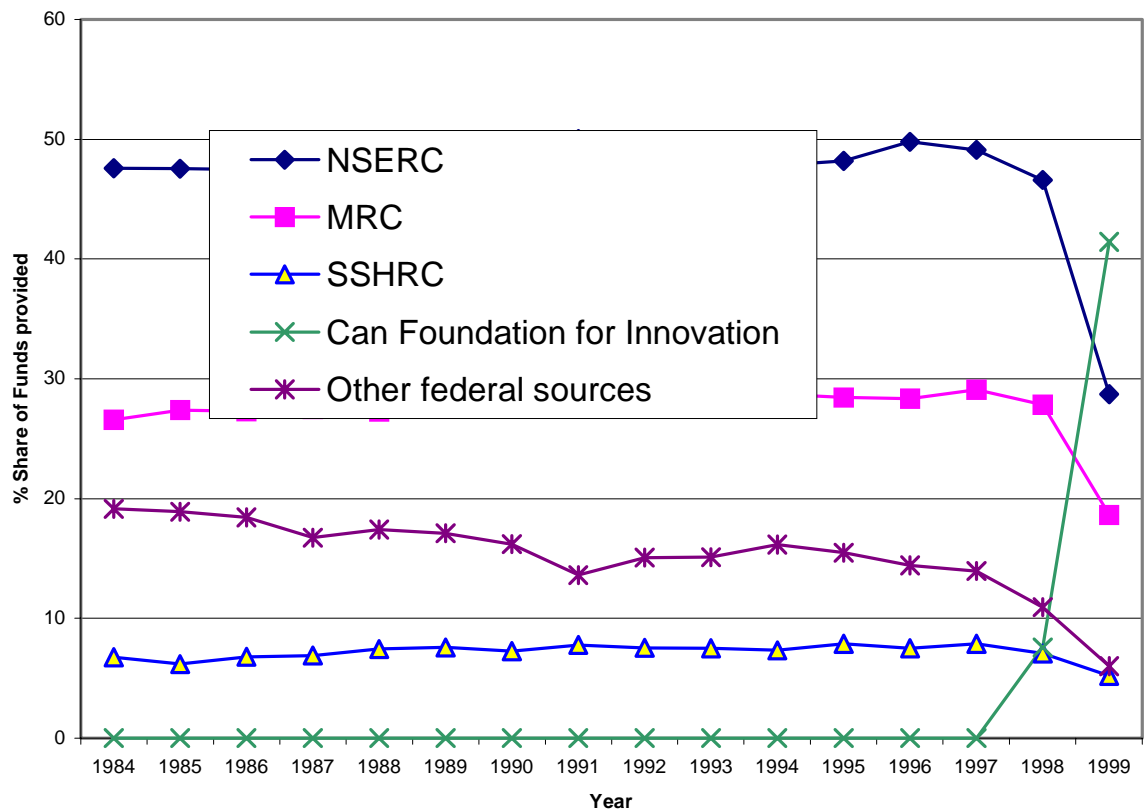


Figura 6: Índice de porcentajes de la Financiación Federal de la I y D universitarios por fuente

Fuente: Statistics Canada, Federal Scientific Activities, varios años

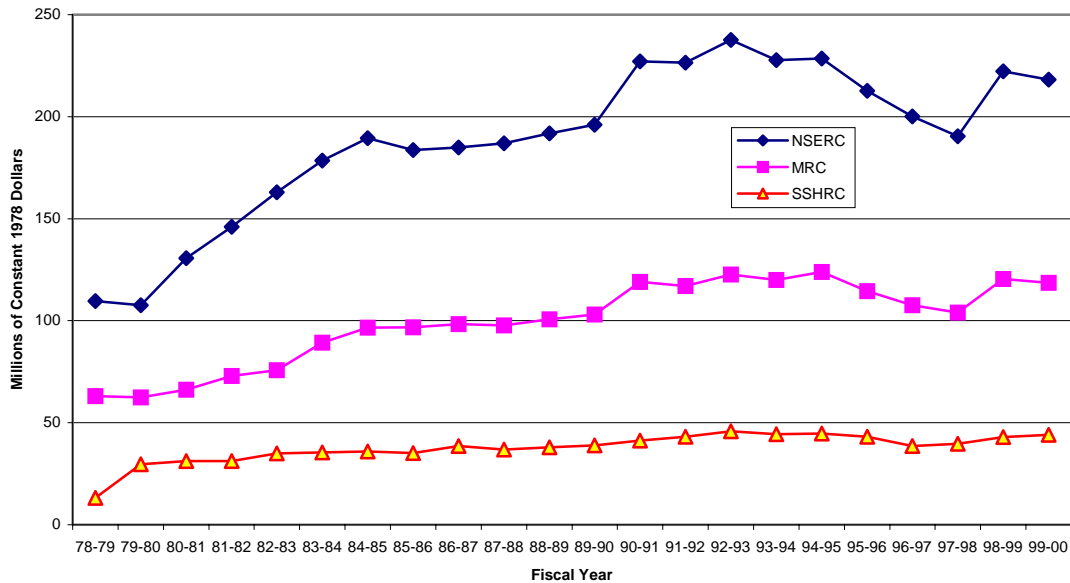


Figura 7: Presupuestos Anuales de Subvenciones (excluyendo la administración) del Canadian Granting Council

Fuente: Gobierno de Canadá, Public Accounts, varios años

El aumento de los presupuestos de los tres consejos de subvenciones para la ayuda a la investigación, expresado en dólares constantes de 1978, se aprecia en la Figura 7. Ha habido un aumento real evidente en todos los campos y una distribución relativa muy coherente entre los tres presupuestos.

Al analizar el gasto en ayuda a la investigación en el NSERC se confirma claramente la hipótesis de cambio de modelos en la ayuda a la investigación. En la Figura 8 se intenta recoger tanto el aumento del gasto como el cambio en las asignaciones internas en dólares constantes de 1978 y normalizando todos los datos de acuerdo con el gasto de 1978 en subvenciones para la investigación.

NSERC Allocation to Research grants vs other forms of funding

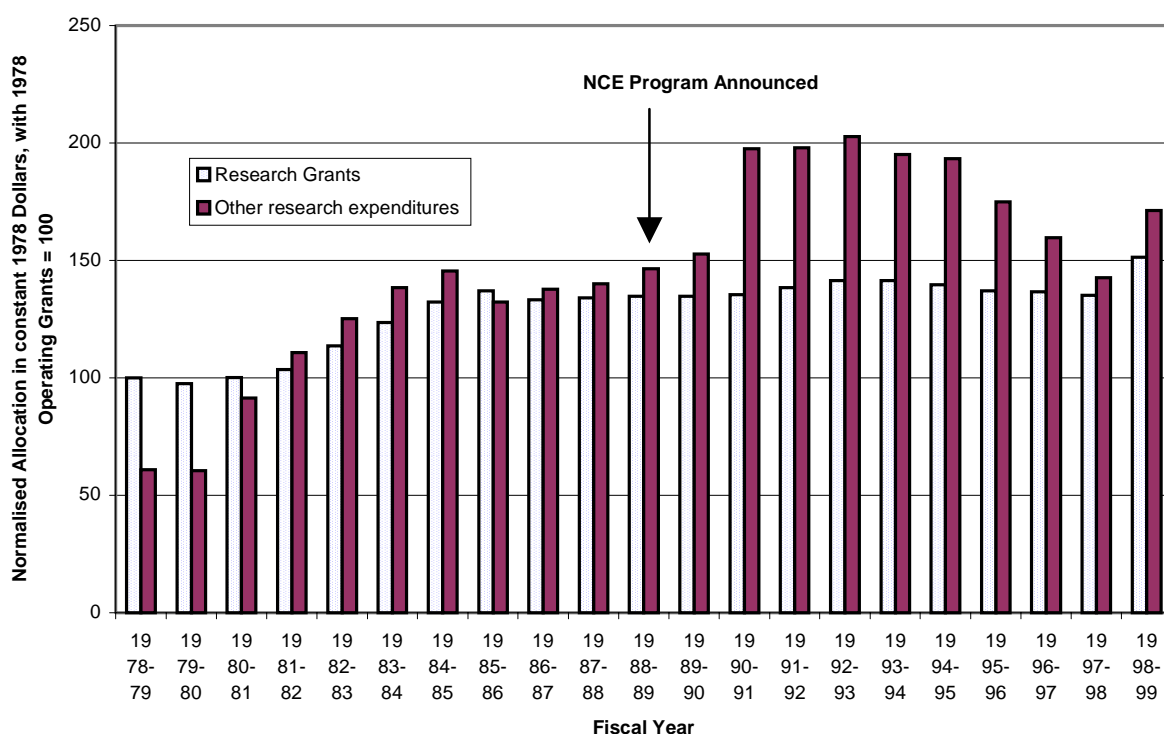


Figura 8: Distribución del Presupuesto de Subvenciones del NSERC entre “subvenciones a la investigación” y otros tipos de subvenciones

Fuente: Calculado a partir de los datos proporcionados por el NSERC, Comunicación privada

Lo que surge es un modelo que muestra que los gastos en ‘otros tipos de subvenciones’ han aumentado en relación con las subvenciones a la investigación per se, y que el cambio relativo fue muy notable con la introducción en 1989 del programa federal de “Redes de Centros de Excelencia” (NCE).

Sin embargo, aunque el modelo principal de ayuda a la investigación no sea ya la subvención personal, ha aumentado el número de personas que han recibido este tipo de ayudas (que pasaron de 5.480 en 1978 a 7.634 en 1998) y el poder adquisitivo de las subvenciones, expresado en dólares constantes de 1978, se ha mantenido (ver Fig. 9). En efecto, se puede afirmar que, a lo largo de los cuatro últimos decenios, el número de investigadores independientes de Canadá que ha podido permanecer en la ‘Republic of Science’ ha ido aumentando lentamente, mientras el sistema nacional general ha evolucionado mucho más rápidamente en la línea de fomentar la innovación tecnológica en la economía y siguiendo el modelo de las ‘nuevas formas de producción’.

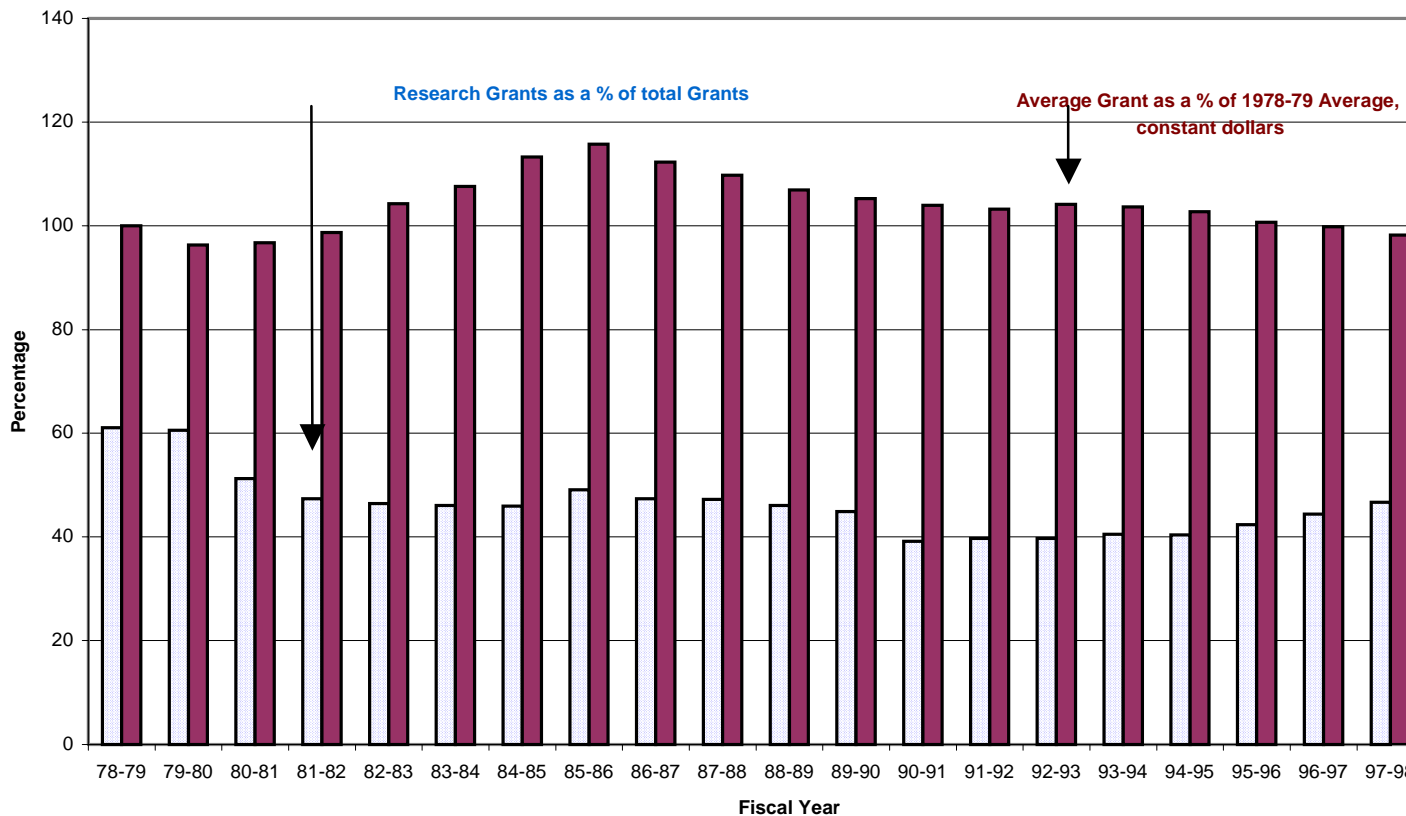


Figura 9: Modelos de subvenciones a la investigación del NSERC

Fuente: Calculado a partir de los datos proporcionados por el NSERC. Comunicación privada

Si todos los datos apuntan a la emergencia de algunas ‘nuevas formas de producción de conocimiento’, ¿cómo son estas nuevas formas, y cómo afecta su emergencia a los académicos que desean dedicarse a la investigación científica más que al desarrollo tecnológico?

Para dar algunas indicaciones de la serie de modalidades empleadas actualmente en el NSERC, veamos la lista de programas que están dentro de la competencia del del NSERC [Comité del NSERC para la Colaboración en la Investigación]:

En junio de 1996, los programas asignados al Committee on Research Partnerships son:

- Proyectos estratégicos
- Redes de Investigación
- Proyectos Universidad-Industria [que abarcan: subvenciones para la cooperación en I y D (CRD), Subvenciones para la Investigación Orientados a la Industria (IOR), Cátedras de Investigación Industrial (IRC) Ayuda a las Nuevas Facultades (NFS) Actividades Cooperativas (CAP) y Gestión de la Propiedad Intelectual (IPM)].
- Redes de Centros de Excelencia
- Programa de Colaboración Tecnológica (TPP).

Según la página web del NSERC (www.nserc.ca) el programa de Redes de Centros de Excelencia (NCE) ‘se centra en forjar estrechos vínculos entre los investigadores universitarios, los que trabajan para el gobierno y los que trabajan para la industria en diferentes disciplinas e instituciones y en agilizar la transferencia de la nueva tecnología al sector privado. El objetivo es elevar el rendimiento científico y tecnológico de Canadá, y posibilitar que el conocimiento llegue a aquellos que puedan emplearlo para hacer avanzar nuestro desarrollo social y económico’. En la práctica, estas Redes subvencionadas han posibilitado la interacción entre los académicos que trabajan en la investigación avanzada y las empresas de alta tecnología, capaces de aprovechar la información recién generada en los programas de desarrollo tecnológico.

El Programa NCE se puede considerar un buen ejemplo de instrumento político empleado por un gobierno para fomentar las interacciones (y, es de esperar, la eficacia en el rendimiento de I y D y en la puesta en práctica de los resultados de esta actividad) dentro de ‘un sistema nacional de innovación’. Sus intentos de crear unas relaciones nuevas y más sofisticadas aparecen también en el enfoque que adoptan muchos países industrializados para elaborar las políticas de innovación en un contexto tan competitivo como el actual. [El diseño del Programa Federal NCE tomó muchas cosas de un programa antiguo de Centros Provinciales de Excelencia que funcionaba en la provincia de Ontario].

El programa NCE ha tratado de fomentar la ‘investigación pre-competitiva’ y responder directamente a la idea de Gibbons y sus colegas de que “se produce siempre más conocimiento en el contexto de sus aplicaciones, y es muy probable que la ayuda a la investigación produzca beneficios directos, económicos y sociales, para la nación que proporciona la ayuda” (Gibbons et al., 1994). Muchos participantes en los programas de subvencionados por el NCE explican que su investigación está en las fronteras del conocimiento. Lo que hace la administración de cada proyecto NCE es decidir qué fronteras de conocimiento parece que van a contribuir más en el futuro al desarrollo tecnológico en algunas áreas determinadas de posible importancia económica o social.

En el Cuadro 1 se ve el gasto del NSERC en los últimos años en los programas NCE. En el primer año del programa, 1989-90, se asignaron pequeñas cantidades de financiación preparatoria. La tercera fase de financiación del programa fue la de pleno auge en 1998-99.

Cuadro I: Gasto del NSERC en redes de centros de excelencia (en millones de dólares canadienses actuales)

Red	1989-90	1990-91	1991-92	1992-93	1993-94	1994-95	1995-96	1996-97	1997-98	1998-99
Red canadiense de enfermedades bacterianas	0.05	2.23	2.32	2.38	2.12	2.39	2.16	1.71	1.59	1.90
Instituto canadiense para la investigación de telecomunicaciones	0.10	2.63	3.49	3.78	3.76	4.80	3.49	2.76	2.57	
Red canadiense para la investigación espacial	0.10	5.88	3.81	3.43	3.03	0.75				
Centros de excelencia de dinámica molecular e interfacial	0.10	4.25	3.75	4.58	3.71	2.12				
Biotecnología de insectos de Canadá:	0.10	2.06	2.03	2.20	2.21	0.92				

Instituto de Robótica y sistemas inteligentes	0.10	6.81	5.95	5.58	5.38	6.25	5.65	4.46	4.17	4.60
Red de maquinaria de pasta de madera	0.10	3.51	3.15	3.38	3.35	4.94	3.47	2.74	2.56	2.00
Red de centros de excelencia de hormigón de alto rendimiento	0.10	2.17	1.26	1.28	1.27	2.00	1.52	1.20	1.12	
Red de mejora de la producción oceánica	0.10	6.31	6.56	6.16	3.45	1.28				
Red de centros de excelencia de ingeniería de las proteínas	0.05	4.01	1.82	1.80	1.85	3.10	2.38	1.88	1.75	2.95
Red de investigación del tele-aprendizaje							1.07	1.83	1.83	1.83
Gestión forestal sostenible							0.88	1.51	1.51	1.51
Sensores inteligentes en estructuras innovadoras							1.55	2.65	2.65	2.65
MICRONET: aparatos de microelectrónica, circuitos y sistemas para integración a gran escala	0.10	2.60	2.70	2.70	2.70	2.84	2.57	2.03	1.89	2.30
Geomática para la adopción informada de decisiones (GEOID)										1.97
Matemática de la información, tecnología y sistemas complejos										2.39
TOTAL	1.00	42.48	36.84	37.26	32.82	31.38	24.73	22.75	21.91	27.30

Fuente: Natural Sciences and Engineering Research Council, Ottawa, Comunicación privada

Las subvenciones para la Redes pertenecientes a este programa son para un trabajo de cuatro o cinco años y pueden ascender a 20 millones de dólares canadienses o más si se prolonga la subvención. Continuar la financiación después de la primera subvención es posible pero no automático.

El Programa NCE y dentro de él la red IRIS, (el Institute for Robotics and Intelligent Systems [Instituto de Robótica y Sistemas Inteligentes]) pueden ser un ejemplo de cómo se ponen en práctica las premisas de Gibbons *et al.*

La primera premisa era :

- se produce siempre más conocimiento en el contexto de sus aplicaciones, y es muy probable que la ayuda a la investigación produzca beneficios directos, económicos y sociales, para la nación que proporciona la ayuda;

Este punto se refleja en las áreas de temas seleccionados (ver cuadro anterior) y en la necesidad de participación industrial significativa para obtener los resultados de la investigación y transformar ese conocimiento en innovaciones tecnológicas.

Las premisas segunda y tercera de las “nuevas formas de producción del conocimiento” son:

- existe una tendencia ineludible hacia la formación de equipos más grandes e interdisciplinarios que trabajan en actividades de investigación también más interdisciplinarias;

- existe una diversidad creciente de organizaciones que participan actualmente en los equipos de investigación (las fronteras institucionales se difuminan) y éstos son cada vez más efímeros, desapareciendo al terminar el proyecto o programa encomendado;

Consideremos el programa IRIS en el que

- La primera fase (1990-94) financiaba 24 proyectos de investigación, con más de 130 investigadores de 18 universidades en tres áreas de encuesta: comprensión informática, sistemas basados en el conocimiento, y robótica inteligente. Además de los 23,8 millones de dólares canadienses de ayuda del NCE, la fase primera recibió 1 millón de dólares canadienses de fondos de la industria.
- La segunda fase (1995-98) abarcaba 29 proyectos de investigación con 138 investigadores de 21 universidades, en cinco temas de investigación: informática inteligente, interfaces hombre-máquina, máquinas sensibles, aparatos médicos avanzados y sistemas integrados en entornos dinámicos. El programa para el cuarto año recibió 20,5 millones de dólares canadienses en ayuda del NCE y otros 6,3 millones en aportaciones de las empresas de Canadá.
- La fase tercera (1998-2002) reúne a más de 90 investigadores de 21 universidades canadienses en un programa de 29.4 millones de dólares canadienses con una aportación de las empresas canadienses de 11,9 millones además de los 17,5 millones de la subvención del programa NCE.

Todas las áreas en las que IRIS ha patrocinado investigación (comprensión informática, sistemas basados en el conocimiento, robótica inteligente, interfaces hombre-máquina, máquinas sensibles, aparatos médicos avanzados y sistemas integrados en entornos dinámicos) son transdisciplinarios y en casi todos los proyectos los miembros de los equipos procedían de disciplinas e instituciones muy variadas.

El IRIS está estrechamente ligado al consorcio industrial PRECARN (www.precarn.ca) cuyos cuarenta miembros proceden de compañías de alta tecnología, de los principales usuarios industriales de los sistemas de robótica, de una importante red académica (el Canadian Institute for Advanced Research [Instituto Canadiense para la Investigación Avanzada]) y de organismos de investigación gubernamentales. PRECARN se encarga de la gestión administrativa de IRIS y es miembro de sus comités de programa.

PRECARN ha apoyado unos 29 proyectos, además de las actividades del IRIS, cada uno de los cuales cuenta con participantes sacados de entre sus miembros usuarios de robótica industrial y alta tecnología y uno o más grupos universitarios procedentes del IRIS. En el Presupuesto Federal de Canadá para el año 2000 se preveía una contribución de 20 millones de dólares canadienses a PRECARN.

Godin, Gingras y Davignon (1998), y más tarde Godin y Gingras (1999a) han aportado más cantidad de información general sobre las tendencias hacia una mayor colaboración entre investigadores de diferentes sectores en un estudio que afirmaba que “las universidades han logrado permanecer en el centro del sistema de producción del conocimiento gracias al uso de mecanismos de colaboración”. En su estudio se pone de manifiesto, por ejemplo, que en todos

los artículos canadienses de la literatura internacional sobre ciencias e ingeniería, al menos un autor procedía de una universidad y el grado de colaboración intersectorial había evolucionado con los años como se aprecia en el Cuadro 2.

Cuadro 2: Porcentaje de artículos canadienses en los que se aprecia la colaboración de las universidades con otros sectores

	1980	1985	1990	1995
Hospital	8.3	9.3	9.4	10.3
Gobierno	4.2	5.1	6.8	7.4
Industria	1.1	1.5	2.1	2.4

Fuente: Godin y Gingras (1999A)

En el ámbito de las ciencias sociales, las tendencias de la ayuda a la investigación son muy similares a las que acabamos de ver para las ciencias naturales y la ingeniería, si bien muchas de las iniciativas de colaboración se llevan a cabo con inversiones mucho menores. El único NCE dedicado totalmente al estudio social, la Red Canadiense de Investigación Agin, se creó formando parte del primer concurso NCE pero la red se disolvió y no solicitó la segunda fase de financiación. En vez de esto ha habido una firme tendencia a proyectos más amplios, financiados por las “Major Collaborative Research Initiatives” del SSHRC [Iniciativas Principales de Colaboración en la Investigación]. A modo de ejemplo, los resultados del concurso 1997-98 dieron lugar a las siguientes decisiones:

Cuadro 3: Principales iniciativas de colaboración del SSHRC para 1997-98

	Propuestas Aceptadas	Investigadores	Dólares canad.
Comunicaciones	1	29	1,821,050
Medio ambiente	1	18	1,665,000
Desarrollo y bienestar social	1	19	1,259,729
Otros	1	23	1,887,000
Total - 1997-98	4	89	6,632,779

Fuente: Social Sciences and Humanities Research Council, Ottawa, Comunicación privada (SSHRC)

A escala internacional, el SSHRC apoya a cuatro grupos canadienses que son participantes activos en el “Proyecto Internacional Metrópolis”, que se describe como una serie de actividades coordinadas llevadas a cabo por un grupo de investigación y unas organizaciones políticas que comparten puntos de vista sobre una política de inmigración fuerte, a través de la investigación académica aplicada. La asociación Metrópolis, en la que colaboran ahora veinte países y muchas organizaciones internacionales políticas y de investigación, representa una amplia serie de intereses políticos y académicos. Ofrece una política más efectiva, una prácticas de investigación

con mayor repercusión social y el aliciente de la colaboración internacional. Los proyectos de este tipo cumplen las cuatro premisas de Gibbon.

Desgraciadamente, la investigación que se ha realizado sobre las publicaciones de ciencias sociales ha sido mucho menos bibliométrica que la que se ha hecho para las ciencias naturales e ingeniería; por ejemplo, algo menos de 10% de los artículos que aparecieron en los últimos tres años en una importante revista especializada en estudios bibliométricos (*Scientometrics*) trataba del análisis de modelos de publicación en ciencias sociales. Por lo tanto disponemos de muchos menos análisis cuantitativos del grado de colaboración de diversos tipos existente en el ámbito de las ciencias sociales.

De este estudio de la ayuda a la investigación científica en Canadá durante los últimos cuarenta años surge un modelo de cuatro niveles de actividades científicas y tecnológicas en el país en el cual:

- en torno a 60% del gasto total en ciencia y tecnología se dedica al apoyo de I y D y el 40% restante, al mantenimiento de una infraestructura tecnológica necesaria para el funcionamiento de una economía moderna;
- la actividad dominante en I y D es el desarrollo tecnológico llevado a cabo básicamente con empresas industriales del sector privado;
- la inversión nacional en investigación científica sigue dos cauces:
- primero, una inversión en ‘ciencia básica’ nacional, que aumenta lentamente y se realiza principalmente en las universidades siguiendo los patrones de la Republic of Science en cuanto a la asignación de recursos; y
- segundo, y también principalmente en las universidades, unas inversiones, que aumentan más rápidamente, en las ‘nuevas formas de producción de conocimiento’ con toda una serie compleja de modalidades de ayuda financiera.

En la agenda de la política científica de Canadá sigue habiendo un gran interés por preservar al máximo la vitalidad de la ciencia académica obteniendo a la vez beneficios económicos o sociales de sus resultados (ver, por ejemplo, Advisory Council on Science and Technology [Consejo Asesor en Ciencia y Tecnología], 1999) y parece que la búsqueda de nuevas modalidades seguirá siendo una característica de su política.

Un caso curioso de esta búsqueda lo constituye la reforma del Medical Research Council [Consejo de Investigación Médica de Canadá] que el 1 de abril de 2000 pasó a ser el Canadian Institute of Health Research [Instituto Canadiense de Investigación Sanitaria] (CIHR), un buen ejemplo de experimentación institucional destinado a reunir las diversas formas interdisciplinarias de producción de conocimiento en el ámbito de la atención sanitaria y la investigación médica abarcando las ciencias médicas, biológicas y sociales en las cuestiones más importantes. Según un documento básico de trabajo, distribuido por el comité ejecutivo interino del CIHR,

“Los institutos creados bajo los auspicios del CIHR no serán instrumentos centralizados y prefabricados, sino que serán eficaces apoyando y poniendo a los investigadores, que pueden estar en universidades, hospitales u otros centros de investigación, en relación con sus colegas de otras instituciones, de otras partes del país, y de otras disciplinas. Aportarán núcleos temáticos para la

investigación de la salud a escala mundial en diferentes áreas de investigación (por ejemplo, las enfermedades crónicas o el envejecimiento). Los institutos reunirán también a investigadores con objetivos similares y fomentarán la sincronización de la investigación con cuestiones decisivas de salud, de manera que involucren a relevantes investigadores y colaboradores. Con el tiempo, se creará una red de unos 10 ó 15 institutos que reunirán a los mejores investigadores del país para solventar los retos sanitarios más arduos y prioridades de los canadienses”.

En sentido literal, los institutos que participen en el CIHR serán ‘colaboratorios’ del tipo descrito en la cita del trabajo de la OCDE en esta área (OCDE 1998).

Llegando a este punto, cabe preguntarse en qué medida los modelos de financiación de la investigación que se han seguido en Canadá pueden existir en otras partes del mundo y en especial en los países en desarrollo. A continuación, veremos algunos datos relativos a Chile y a Sudáfrica.

El caso de Chile

A modo de fundamentos, en la Figura 10 se ve el aumento del índice de gasto total de Chile en I y D (GERD) en relación con el PIB durante casi veinte años. (Chile es un caso excepcional, entre los países en desarrollo, en lo referente a la abundancia de datos sobre las actividades de C y T durante un largo período de tiempo. El departamento de Información de CONICYT merece ser elogiado por la calidad de su trabajo).

Chile's GERD to GDP Ratio

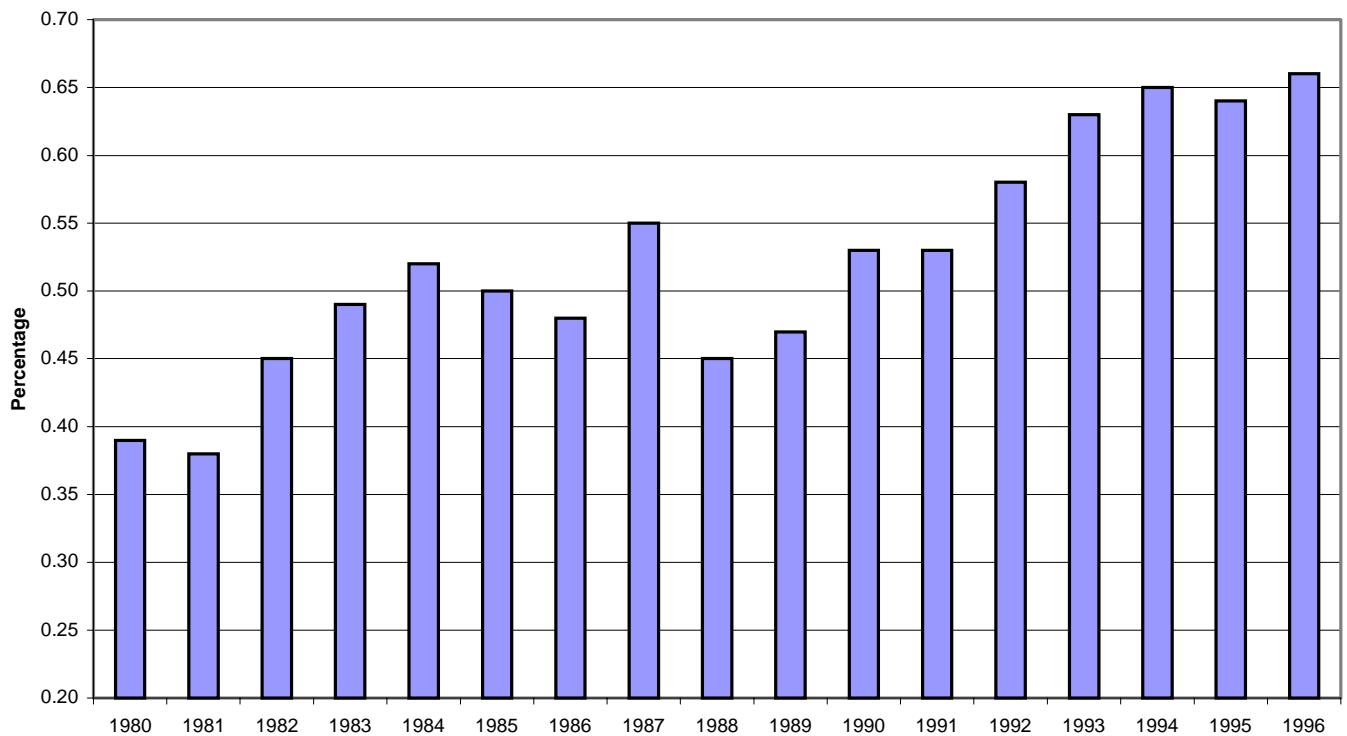


Figura 10: Relación del GERD con el PIB en Chile

Fuente: Departamento de Información, CONICYT, Chile

El modelo que surge es el de una asignación creciente de recursos a I y D a más largo plazo, pero el progreso se ha visto afectado por las condiciones económicas externas. El modelo de gasto por parte de las diferentes fuentes de financiación, que aparece en la Fig. 11, es radicalmente distinto del que veíamos en Canadá. En el caso de Chile, el sector privado sólo entra en escena a mitad del decenio de 1980, y a finales del de 1990 representa solamente 3% del gasto nacional. Las dos fuentes principales de gasto, el Estado y las Universidades, dominan, con sus respectivos índices fluctuando en una franja que va de “50% más a 10% menos” desde 1969.

Muy poco de lo que se ha hecho en los institutos tecnológicos públicos estatales se podría clasificar como ‘investigación científica básica’; esta actividad se encuentra casi exclusivamente en las universidades antiguas.

Share of Funding of Chile's GERD

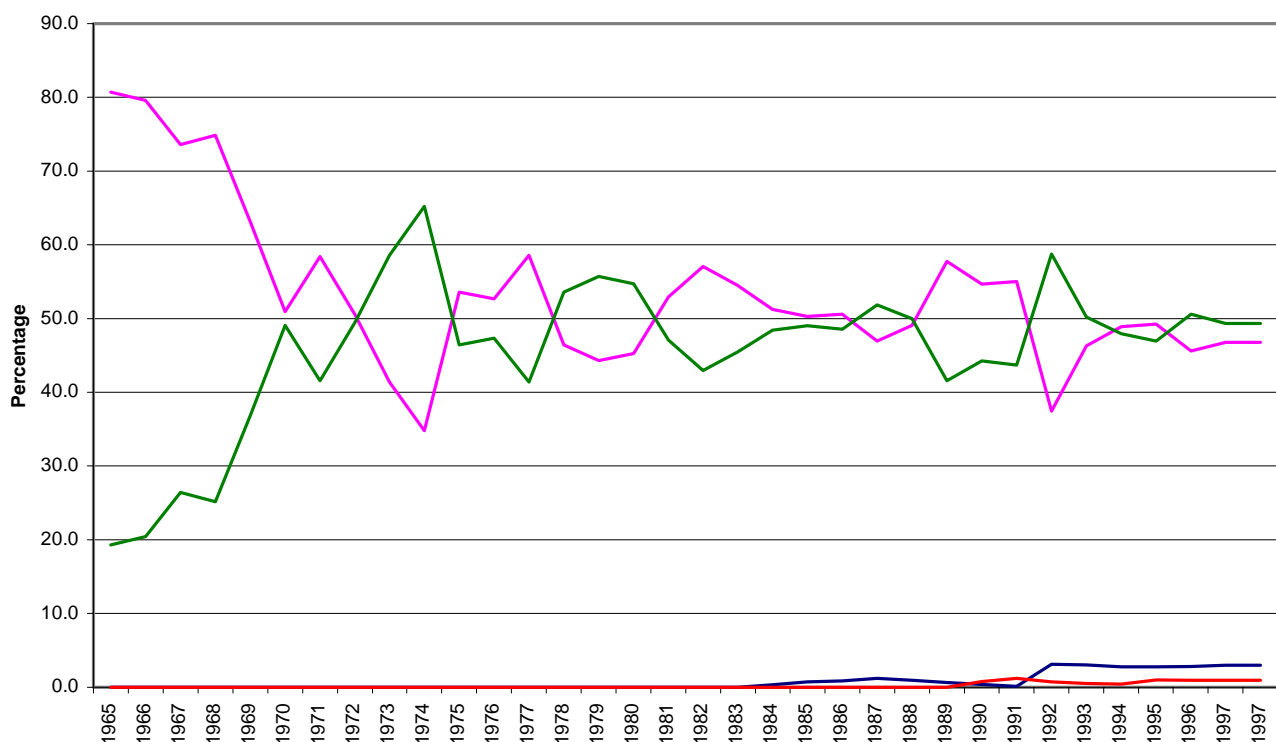


Figura 11: La distribución, por fuente de financiación, del Gasto Bruto de Chile en I y D de 1965 a 1997

Fuente: Departamento de Información, CONICYT, Chile

Según un estudio reciente realizado por un equipo internacional (Mullin et al. 1999), la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile, CONICYT, se creó por decreto en 1968 y viene desempeñando desde entonces una función importante en la financiación de la investigación científica y el desarrollo tecnológico del país. Se trata de una organización considerada profesional, comprometida y transparente que ha tenido un papel muy importante en la mejora de la calidad de la investigación chilena. Es especialmente valorado el establecimiento, en 1981, de un procedimiento de adopción de decisiones y sistema de financiación de acuerdo con unas normas.”

El gobierno de Chile ha ido creando en este tiempo una serie de fondos para concursos con miras a fomentar tanto la investigación científica como el desarrollo tecnológico y su difusión. Uno de ellos, el FONDECYT, creado en 1982 con la CONICYT, está plenamente dedicado al sistema de la ‘Republic of Science’ y es quizá el único instrumento de financiación gubernamental que existe en el mundo que decide totalmente por sí mismo su órgano directivo. Los otros fondos, de los cuales la mayoría están administrados por el Ministerio de Economía, están dirigidos o al sector privado (FONTEC) o a áreas con problemas específicos (FIA en agricultura, FIP en pesca,

FIM en temas medioambientales relacionados con la industria de la minería). Otros dos (el FDI y el FONDEF) ofrecen actualmente oportunidades para la colaboración entre empresas, institutos tecnológicos públicos y universidades.

El Fondo para la Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico, FONDEF fue creado en 1991 por iniciativa directa del Gobierno de Chile en estrecha colaboración con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). En 1992, su administración fue encomendada a la CONICYT; su misión es fomentar y contribuir a mejorar la capacidad de innovación científica y tecnológica de la investigación nacional e instituciones de desarrollo, financiando proyectos de gran calidad, significación e impacto con miras a mejorar la productividad y competencia de los principales sectores de la economía. Los objetivos que guían sus actuaciones son tres:

- Aumentar la calidad y cantidad de I y D y la provisión de servicios científicos con el consiguiente impacto en la actividad productiva.
- Posibilitar la transmisión de conocimiento y saber al sector productivo por medio de actividades de colaboración entre los actores de I y D y el mundo de los negocios.
- Aumentar la concentración de actividades de I y D en áreas de alta prioridad que reportan beneficios sociales y contribuyen a los intereses nacionales.

El FONDEF se ha ido convirtiendo en una fuente importante de financiación de actividades universitarias planeadas en colaboración con el sector privado. En efecto, el FONDEF es una modalidad destinada a estimular las actividades que responden a los tres primeros criterios establecidos por Gibbon (Gibbons et al., 1994).

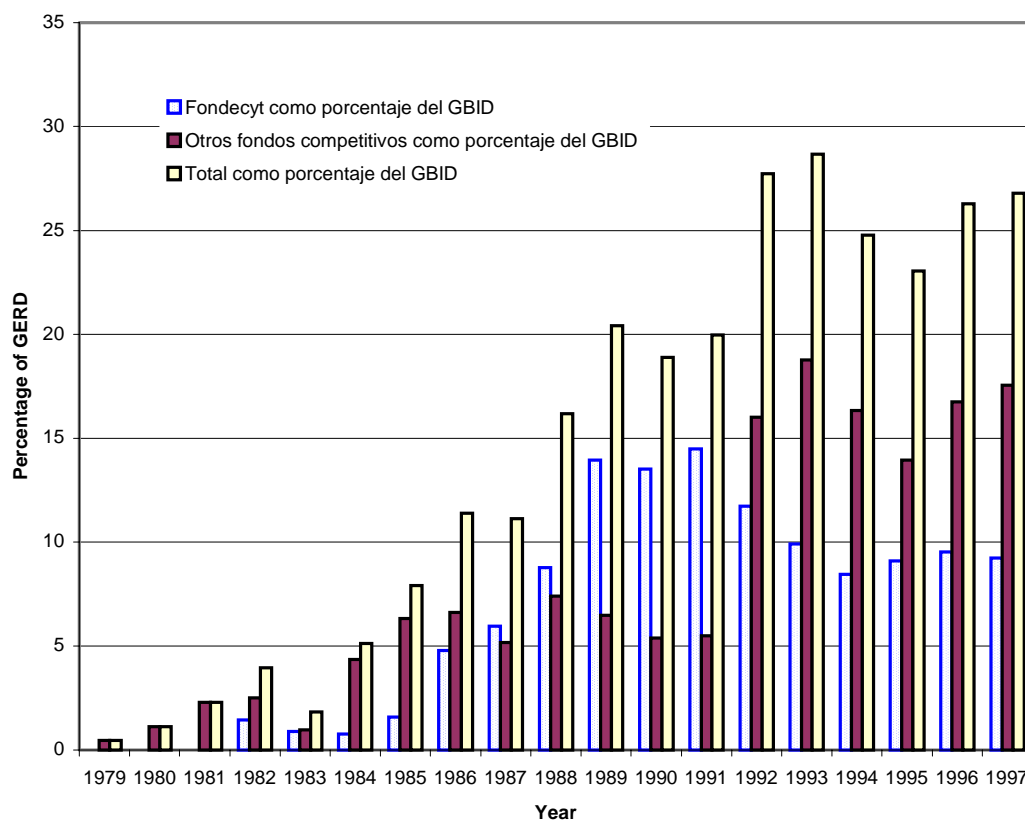


Figura 12: Inversión de Chile en ‘fondos competitivos’ en relación con su GERD.

Fuente: Departamento de Información, CONICYT, Chile

En la Figura 12 se ven varios elementos en juego a lo largo de los años:

1. El compromiso a largo plazo de emplear de manera creciente las modalidades de concurso para la financiación de C y T de manera que a finales del decenio de 1990, más de una cuarta parte de todos los fondos empleados en I y D en el país se suministraban por estos procedimientos;
2. Un período en el que se daba una prioridad considerable a la ciencia básica del país, via inversiones en el FONDECYT. El nivel de prioridad otorgado a FONDECYT cambió en el año 1993; y
3. A partir de 1993 junto a un crédito para C y T del Banco Interamericano de Desarrollo, la entrada en escena del FONDEF y el comienzo de un compromiso con las ‘nuevas formas de producción del conocimiento’.

El compromiso de al menos 10% del GERD de Chile para FONDECYT sigue representando un nivel elevado de apoyo a la ‘Republic of Science’. En Canadá, los tres consejos de subvenciones destinaban aproximadamente 5,1% del GERD en 1999. (En Mullin et al. 1999, se puede encontrar una evaluación detallada del rendimiento de FONDECYT y FONDEF).

En 1997, dentro de FONDECYT, se introdujo un mecanismo nuevo (llamado FONDAP) destinado a promover proyectos de ciencia básica a gran escala en áreas especialmente designadas de alta prioridad para los cuales la colaboración entre universidades iba a ser un elemento esencial. Desgraciadamente, la introducción de la iniciativa FONDAP se malogró por la controversia sobre la selección de las dos primeras subvenciones hasta tal punto que apenas hubo debate en la comunidad de investigación básica de Chile sobre las posibilidades de la modalidad a largo plazo (ver Mullin et al., 1999).

Cuadro 4 – Publicaciones de los investigadores chilenos en la literatura internacional

Año	Publicac. incl. en ISI	Publicaciones/ 100,000 habitantes	Nº de Investigadores	Publicaciones por investigador
1981	675	5.96	3,420	0.20
1982	655	5.75	3,547	0.18
1983	827	6.97	3,727	0.22
1984	707	5.86	3,886	0.18
1985	768	6.25	4,079	0.19
1986	865	6.95	4,251	0.20
1987	857	6.78	4,588	0.18
1988	934	7.18	4,803	0.19
1989	991	7.49	5,115	0.19
1990	1,112	8.37	5,421	0.20
1991	1,157	8.45	5,628	0.20
1992	1,244	8.90	5,860	0.21
1993	1,275	9.11	6,028	0.21
1994	1,255	8.78	6,223	0.20
1995	1,403	9.70	6,388	0.22
1996	1,489		6,619	0.23

Fuente: Mullin et al, 1999, basado en datos de la CONICYT

El índice de publicación de los investigadores chilenos es, dentro de los países latinoamericanos, muy positivo. (Ver Cuadro 4), pero, como cabía esperar, la disminución de recursos para los investigadores chilenos ha hecho que la productividad por científico sea significativamente más baja que en el mundo industrializado.

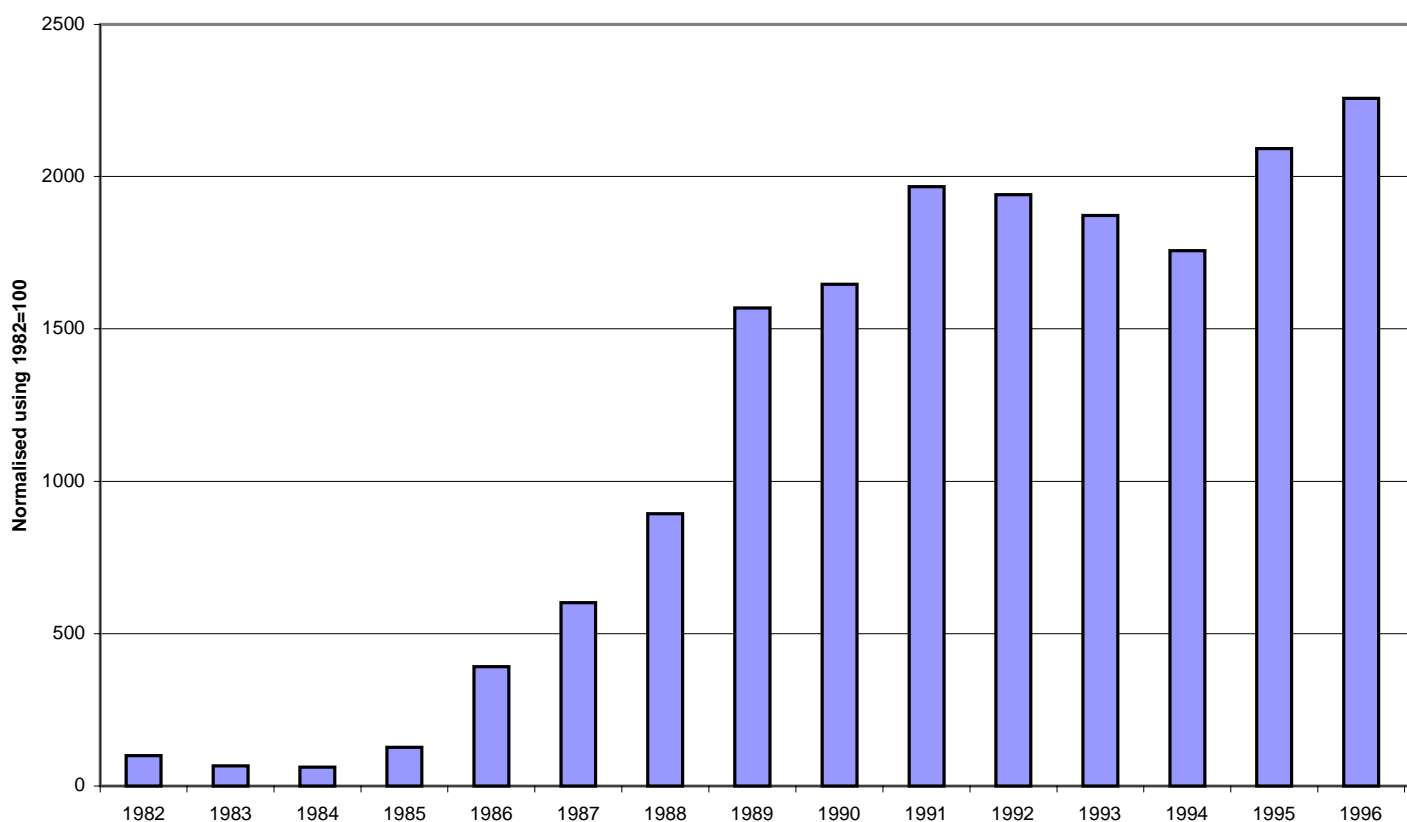


Figura 13: Promedio estimado per capita de créditos para la investigación FONDECYT en porcentaje de créditos de 1982, en pesos constantes

Fuente: cálculo realizado a partir de la información suministrada por el Departamento de Información, CONICYT, Chile

(Como FONDECYT da subvenciones de tres años, para preparar la Figura 13, se calculó el volumen de la financiación concedida a las subvenciones de cada año dando por hecho que las subvenciones se asignarían en tres partes iguales. Esta hipótesis era necesaria a falta de datos por separado y sólo puede dar un indicador general de las tendencias más verosímiles).

El caso de Sudáfrica

La República de Sudáfrica experimentó una transformación política radical a mitad del decenio de 1990, con el fin del Apartheid (y todas las sanciones debidas a éste) y la aprobación de una nueva Constitución democrática en 1994.

En los primeros años del nuevo gobierno hubo amplias revisiones en todas las áreas de la actividad pública. En el área de la Ciencia y la Tecnología, este proceso de inspección dio origen a un “Libro Verde” consultivo en 1995, a un “Libro Blanco” en el que se basaba la Política Gubernamental en 1996 y a una revisión de todas las participaciones institucionales significativas del gobierno en ciencia, tecnología e ingeniería en 1998. (Todos los documentos relacionados

están disponibles en http://www.dacst.gov.za/science_technology/index.htm) En el capítulo 7 del Libro Blanco, el gobierno se comprometía a crear un “*sistema coordinado* [énfasis en el original] de financiación por medio de subvenciones a la investigación en instituciones de educación superior” y creó una Fundación Nacional de Investigación encomendándole la responsabilidad de esa actividad. También se creó un “Fondo para la Innovación” con tres objetivos principales que eran:

- posibilitar una reasignación de recursos partiendo de los modelos históricos de la ciencia pública hacia las cuestiones clave de competitividad, calidad de vida, sostenibilidad medioambiental y aprovechamiento de la tecnología de la información;
- aumentar la posibilidad de obtener fondos para las actividades de instituciones públicas de Science, Technology and Engineering Institutions (SETIs) [Instituciones de Ciencia, Tecnología e Ingeniería] por medio de procesos competitivos y
- fomentar las redes y la colaboración intersectorial en el sistema nacional de innovación de Sudáfrica.

La modalidad de financiación introducida por la creación del Innovation Fund [Fondo para la Innovación] refleja claramente la teoría de las ‘nuevas formas de producción de conocimiento’

Como se verá más adelante, estos cambios tendrían lugar en un país en desarrollo con una infraestructura de investigación relativamente considerable tanto en lo referente a inversiones en I y D como en infraestructura física e institucional.

South Africa's GERD as % GDP

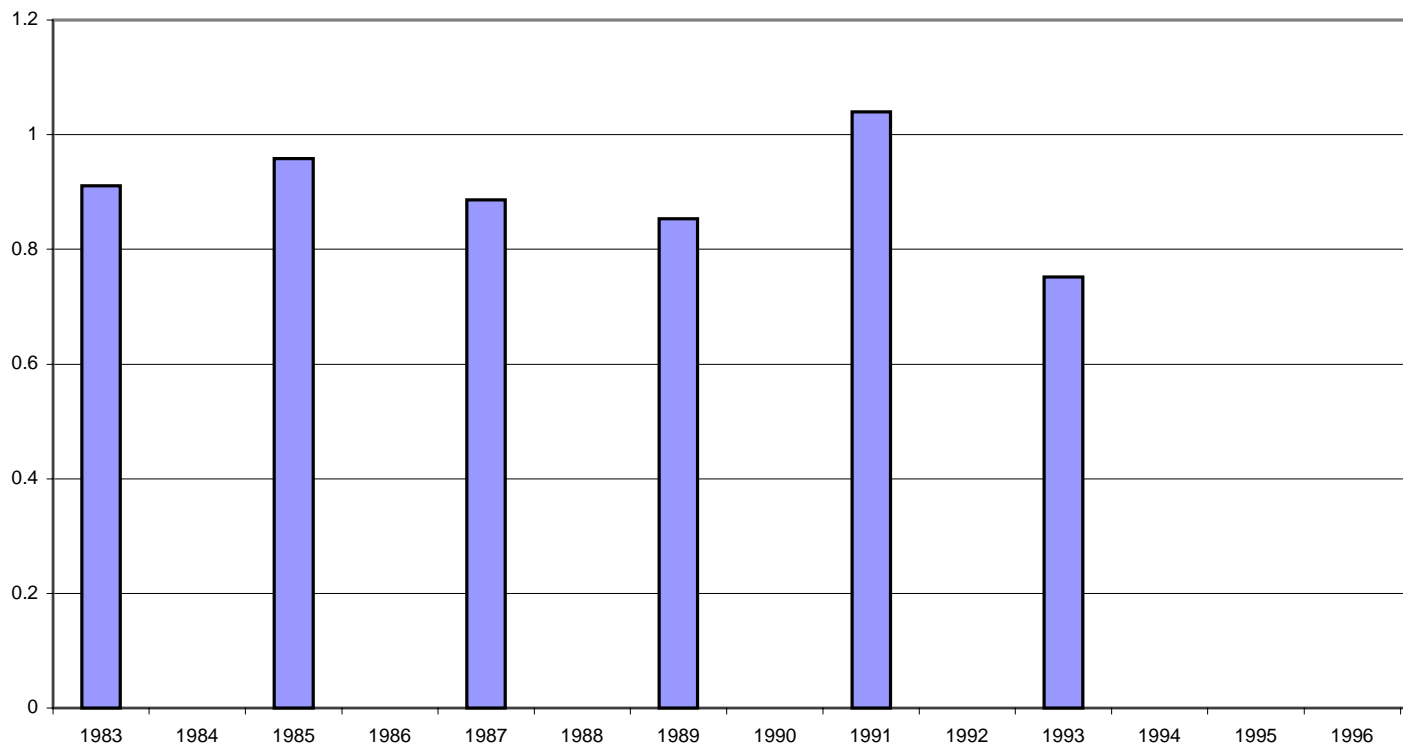


Figura 14: Relación del GERD con el PIB en Sudáfrica

Fuente: Comunicación privada Mr William Blankley., Administrador: Science and Technology Policy Unit, National Research Foundation, Pretoria

La primera impresión al ver la Figura 14 es la de una gran estabilidad en la inversión en I y D durante mucho tiempo. Sin embargo, es importante señalar, según fuentes sudafricanas, que la metodología empleada en el estudio para estimar el GERD experimentó cambios significativos al menos en dos ocasiones. El estudio de 1991 fue inusualmente amplio y exhaustivo mientras que, según los funcionarios, “las cifras de gasto menor en 1993 y 1997, probablemente se deben a una infravaloración de la I y D en la educación superior y a la metodología de muestreo en otros sectores, más que a un descenso real de I y D”. En el período estudiado, podría ser justa la conclusión de que el GERD de Sudáfrica se mantenía en la franja de 0,8 a 1,0% del PIB, que está dentro de lo normal en otros muchos países en desarrollo.

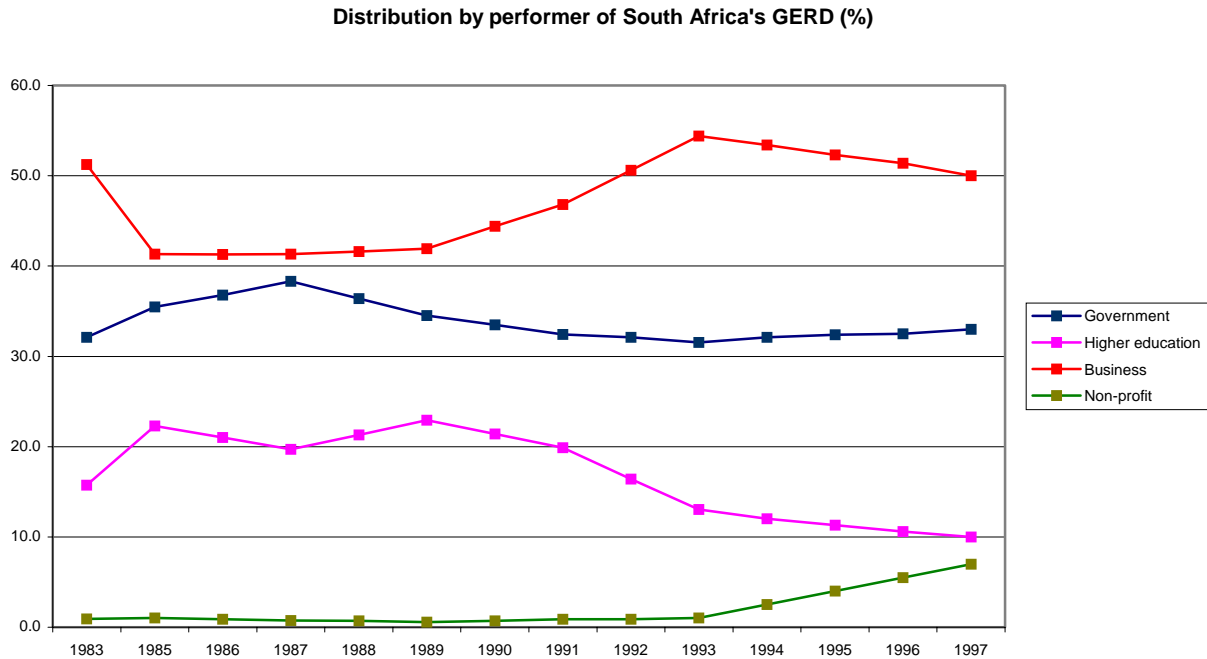


Figura 15: Distribución por actor del Gasto Bruto de Sudáfrica en I y D, de 1983 a 1997

Fuente: Comunicación privada, Mr William Blankley., Administrador: Science and Technology Policy Unit, National Research Foundation, Pretoria

El modelo de rendimiento de I y D en Sudáfrica (Figura 15) es muy poco usual en un país en desarrollo en el que el sector privado tiene tanto peso. Esto se debe en gran medida a la función que las empresas privadas desempeñan en la realización de I y D en temas de defensa por contratos con el gobierno en apoyo de la avanzada industria de armamento del país.

Los efectos de la política gubernamental en el empleo en general de los fondos con un objetivo y del Innovation Fund (creado a resultas del Libro Blanco de 1996) en particular se ven claramente en la Figura 16.

South African Support for Competitive Funds

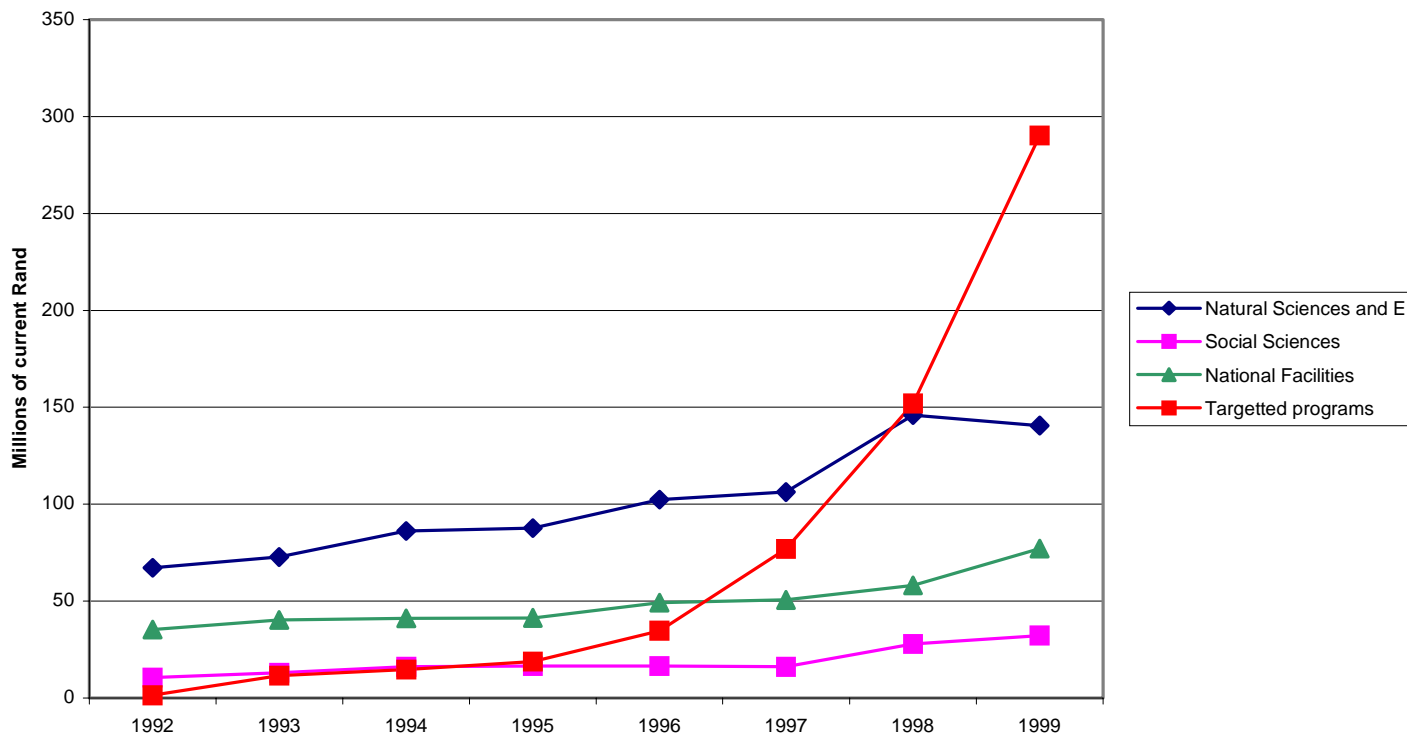


Figura 16: Ayuda competitiva en Sudáfrica para la investigación

Fuente: Comunicación privada, Mr William Blankley., Administrador: Science and Technology Policy Unit, National Research Foundation, Pretoria

Otro rasgo inusual de este modelo de financiación, habida cuenta de que Sudáfrica es un país en desarrollo de tamaño mediano, es su ayuda a una serie de “medios nacionales” para la investigación básica (medios de “Gran Ciencia” que necesita una infraestructura sofisticada que haga posible que los científicos de la ‘Republic of Science’ prosigan sus estudios. Estos medios son el Centro Acelerador Nacional, el Observatorio de Radio Astronomía Hartbeesthoek, el SA Astronomical Observatory, el JLB Smith Institute of Ichthyology y el Southern African Telescope.

Una gran parte de la financiación del Innovation Fund procedía de la reasignación de recursos que antes se habían asignado a los Créditos Parlamentarios a las instituciones públicas de ciencia, tecnología e ingeniería. También está funcionando otro ‘programa especialmente dirigido a un objetivo’ amplio y que va en aumento, que se incluye en estos datos (el National Research Foundation’s “Technology and Human Resources for Industry Program (THRIP), que empezó modestamente en 1992, se convirtió rápidamente en el programa especialmente dirigido a un objetivo, más amplio en respuesta a su popularidad y sólo fue superado en volumen de recursos disponibles por el Innovation Fund en el presupuesto para FY2000.

En la Figura 17 mostramos que la NRF y su predecesora en las ciencias naturales y en la ingeniería, la Foundation for Research Development (FRD) [Fundación para el Desarrollo de la Investigación] ha llevado a cabo iniciativas para mantener el poder adquisitivo de sus subvenciones por medios parecidos a los otros países estudiados en este artículo.

Fig 17: Subvenciones normalizadas, per cápita, en rands constantes, otorgadas por la NRF y la fundación que la precedió, la FRD

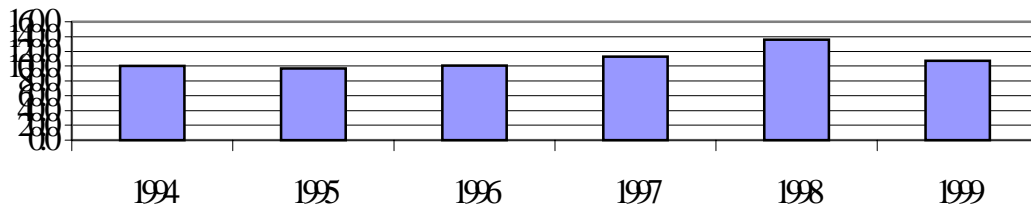


Figura 17: subvenciones per capita normalizadas en rands constantes de la NRF y su predecesor a la FRD

Fuente: Calculado a partir de los datos suministrados por Mr William Blankley, Administrador: Science and Technology Policy Unit, National Research Foundation, Pretoria

Modelos de colaboración científica internacional

El cuarto criterio postulado por Gibbon era “existe una tendencia permanente a intensificar las relaciones internacionales entre los equipos de investigación.” Si se estudian los modelos de publicación en la literatura internacional, se confirma esta opinión.

En la Figura 17 se ve que, en el período comprendido entre 1980 y 1995, el índice de artículos sobre ciencias puras e ingeniería publicados por autores canadienses (y citados en el *Science Citation Index*) que implicaban colaboraciones internacionales había aumentado de forma continua pasando de 15,3% en 1980 a 30,7 en 1995, mientras que ese mismo índice, aplicado a todo el mundo, había pasado de 5,2% en 1980 a 14,5% en 1995. Los datos de Chile muestran índices aún más altos de aumento de publicaciones con colaboradores internacionales en la mayor parte del período cubierto, pasando de 16,6% en 1981 a 39,1% en 1994.

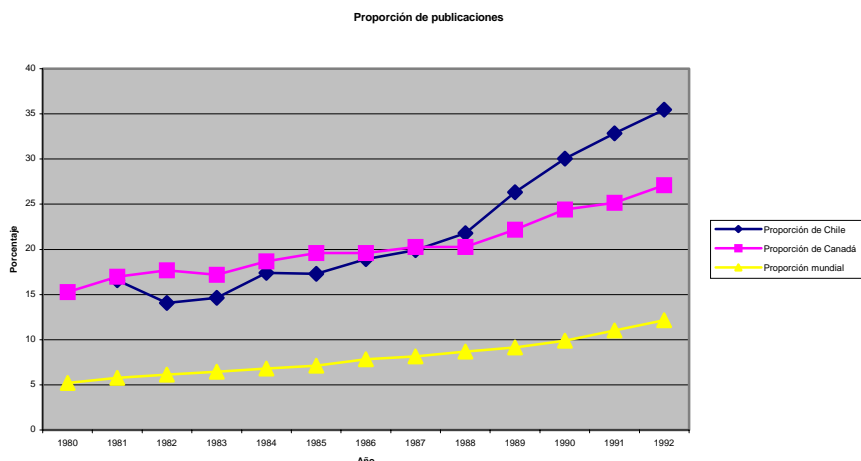


Figura 18: Índice de “Artículos con colaboración internacional” a “Publicaciones Totales” para Canadá, Chile y el Mundo (expresado en porcentaje)

Fuentes: Observatoire des Sciences et Technologies, CIRST, Université du Québec à Montréal; los datos de Chile del Dr. Manuel Krauskopf, Comunicación privada

Estos datos apoyan la hipótesis de firmes incrementos de la colaboración internacional en el mundo de la ciencia académica. Es interesante señalar que, a finales del decenio de 1980, las tres curvas muestran una inflexión que indican un índice mayor del crecimiento de la colaboración internacional. El final del decenio de 1980 fue el momento en que empezaron a generalizarse las comunicaciones electrónicas. Parece que la llegada de Internet, y especialmente del correo electrónico, vino a acelerar una tendencia ya existente hacia una mayor colaboración internacional. De hecho, el índice medio de aumento de publicaciones en colaboración, expresado en porcentaje de publicaciones conjuntas por año, que se duplicó en el período 1989-1995 se compara con el período 1980-1988, como se ve en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Índices medios de cambio de autoría conjunta internacional de artículos, en porcentaje de publicaciones conjuntas por año

	Período 1 - 1980-1988	Período 2 – 1989-1995
Índice de cambio mundial	0.43	0.84
Índice de cambio en Canadá	0.62	1.49
Índice de cambio en Chile	0.74	2.16

Fuente: como en la Figura 17

El papel determinante que han desempeñado las tecnologías de la información, informática y telecomunicaciones en la colaboración científica internacional queda más claro en un informe de la OCDE (OCDE 1998, p. 19) que describe cómo:

“Un cambio significativo en la organización de la ciencia ha sido el aumento de la colaboración a distancia, sobre todo a escala internacional. Las redes informáticas han reducido la necesidad de los colaboradores de estar en un mismo sitio. Con ello ha

emergido una forma nueva de trabajo científico, el “grupo de investigación extendido”. Se trata en rigor de un grupo de investigación grande, unificado, cohesionado, que colabora y está disperso geográficamente, pero coordinado como si estuviera en un mismo sitio y bajo la guía de un solo director. Permite el acceso a los colegas y al equipamiento, software y bases de datos que tradicionalmente forman parte de la organización de laboratorio, al margen de la geografía. Estos “colaboratorios” tienen una gran base en las TIC para la coordinación de su trabajo.”

Dentro del modelo de Canadá de mayor cooperación internacional, según los investigadores del Observatoire des Sciences et des Technologies de la Universidad de Québec de Montreal, se ha producido un cambio en cuanto a los países de origen de los colaboradores pues destacan que: “Desde el decenio de 1980, nuestros investigadores universitarios se alían cada vez menos con colaboradores americanos. Pero este cambio no ha aumentado la colaboración con investigadores europeos, a excepción de los alemanes, sino que nuestros investigadores se han vuelto más bien hacia Asia, sobre todo al Japón, y a pequeños países industrializados, como los Países Bajos, para encontrar colaboradores” [GODIN B. Y GINGRAS Y. (1996b)]

Conclusión

Gibbons y Farina en su artículo de 1982 habían supuesto que los gobiernos iban a tener que introducir formas de financiación diferentes de las tradicionales ‘subvenciones a la investigación’ si querían introducir cambios en las formas de producir y emplear el conocimiento científico. El análisis de los tres estudios de casos de este artículo muestra que en tres ámbitos diferentes en cuanto a circunstancias económicas y políticas, los gobiernos han trabajado para mantener su ayuda a los investigadores del modelo tradicional de la ‘Republic of Science’ a la vez que canalizaban niveles sustancialmente incrementados de ayuda siguiendo los criterios que definen las ‘nuevas formas de producción del conocimiento’.

Traducido del inglés

Referencias

ADVISORY COUNCIL ON SCIENCE AND TECHNOLOGY, 1999, *Public Investments in University Research: Reaping the Benefits*, Informe del grupo de expertos sobre la comercialización de la investigación universitaria Ottawa, Gobierno de Canadá

de SOLLA PRICE, D. (1963) *Little Science, Big Science*. Nueva York: Columbia University Press.

GIBBONS and FARINA, 1982, "The Funding of University Research: a comparative study of the United Kingdom and Canada" *Research Policy* 11 , p. 15-31.

GIBBONS, LIMOGES, NOWOTNY, SCHWARTZMAN, SCOTT and TROW, 1994: " *The New Production of Knowledge*" Londres, Sage,

GODIN, B., GINGRAS, Y., and DAVIGNON, L. (1998), Knowledge Flows in Canada as measured by Bibliometrics, Documento de trabajo preparado para Statistics Canada, Catalogue # 88F006XPB No. 10

GODIN B. and . GINGRAS Y. (1999a) *The Place of Universities in the System of Knowledge Production.*, OST, CIRST, Universidad de Quebec, Montreal,

GODIN B. et Y. GINGRAS Y. (1999b) *L'impact de la recherche en partenariat sur la production scientifique*, informe presentado en AUCC, OST, CIRST, Universidad de Quebec, Montreal, AUCC, Ottawa

LUNDEVALL, B-A (Ed) *National Innovation Systems: Towards a theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter, Londres, 1992).

MAYORGA, Román, 1997 *Closing the Gap*, Social Programs Division, Social Programs and Sustainable Development Department, IDB, Washington

MULLIN, ADAM, HALLIWELL, and MILLIGAN , 1999, *Science, Technology, and Innovation in Chile* , Ottawa. IDRC

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES,1965, *Basic Research and National Goals, A Report to the Committee on Science and Astronautics, US House of Representatives*, Washington

OCDE , 1963, *Science, Economic Growth and Government Policy*, OCDE, París

OCDE, 1964, *The Measurement of Scientific and Technical Activities, (The "Frascati Manual")* OCDE, París

OCDE 1971, *Science, Growth and Society*, OCDE, París

OCDE 1980, *Technical Change and Economic Policy*, OCDE, París

OCDE 1998, *The Global Research Village: How Information and Communication Technologies Affect the Science System*, OCDE Paris

POLANYI, M, 1962, "The Republic of Science: its Political and Economic Theory", *Minerva*, 1, I, 54-73

SMUTYLO, T, and KOALA, S., 1992, *Research Networks: Evolution and Evaluation from a Donor's perspective*, Ottawa, IDRC