

---

*Asesoría para Informe de  
Recomendaciones sobre  
Financiamiento a la Ciencia de  
Base*

---

**Trabajo realizado para el Consejo Nacional de  
Innovación para la Competitividad**

**Andrea Detmer Latorre**

Diciembre 2009

## Contenidos

---

1.	Antecedentes .....	5
1.1.	Marco del Trabajo .....	5
1.2.	Tareas y productos .....	6
2.	Modelo de formación de científicos e inserción en el sistema de ciencia .....	7
2.1.	Objetivos, metodología y productos .....	7
2.2.	Descripción del modelo.....	8
2.2.1.	Variables y ecuaciones .....	8
2.2.2.	Representación gráfica del modelo.....	11
2.3.	Estimación numérica del modelo.....	12
2.3.1.	Delimitación de estimación, tiempos y condiciones de borde.....	12
2.3.2.	Datos, fuentes de información y supuestos.....	13
2.3.2.1.	Stock de investigadores en universidades del CRUCH.....	13
2.3.2.2.	Retiro de investigadores.....	14
2.3.2.3.	Tasa de graduación.....	15
2.3.2.4.	Tiempos y tasas de graduación e inserción .....	15
2.3.2.5.	Becas para estudios de doctorado otorgadas por el sistema público chileno y su proyección17	
2.3.2.6.	Científicos atraídos a sistema (de otros sectores o el extranjero).....	17
2.3.2.7.	Balance instrumentos financiamiento.....	17
2.3.3.	Resultados .....	19
2.3.3.1.	Variables sensibilizadas y escenarios.....	21
	Fuentes de información.....	26
3.	Benchmarking internacional .....	27
3.1.	Objetivos, metodología y productos .....	27
3.2.	Financiamiento a la investigación científica en el contexto del financiamiento a la I+D	28
3.2.1.	Gasto público en I+D .....	28
3.2.2.	Gasto público en investigación realizada en el sistema público de investigación.....	29
3.2.3.	Ejecución de I+D en el sector académico/educación superior.....	31
3.2.4.	Gasto público en investigación básica.....	34
3.2.4.1.	Investigación básica ejecutada en educación superior .....	37
3.2.5.	Selectividad en el gasto en I+D.....	38
3.2.6.	Distribución del gasto en actividad científica.....	41
3.2.6.1.	Porcentaje del gasto público en equipamiento .....	42
3.2.6.2.	Gasto en I+D en educación superior financiado por la industria.....	43
3.3.	Balance entre modalidades de financiamiento.....	44
3.3.1.	Gasto público por tipo de instrumento (institucional/por proyecto) .....	47
3.3.2.	Gasto público en capacidades para la actividad científica .....	48
3.3.2.1.	Mecanismos para financiar equipamiento e infraestructura .....	48
3.3.2.2.	Financiamiento para Centros de Excelencia.....	49
3.3.3.	Selectividad en el Financiamiento de la Ciencia.....	64
3.4.	Formación, atracción y contratación de investigadores .....	66
3.4.1.	Tasas de cobertura y graduación de doctores .....	66

3.4.2. Proporción de investigadores en población y crecimiento de investigadores.....	67
3.4.3. Contratación y promoción de científicos .....	70
Referencias .....	73

## Tablas

Tabla 1. Estimación de stock de investigadores y variación respecto a 2009 para 17 escenarios .....	22
Tabla 2. Asignaciones presupuestarias o desembolsos de gobierno para I+D civil por objetivos socioeconómicos para la OECD (porcentaje respecto al total) .....	38
Tabla 3. Asignaciones presupuestarias o desembolsos de gobierno para I+D civil por objetivos socioeconómicos (en millones de dólares PPP corrientes).....	39
Tabla 4. Asignaciones presupuestarias o desembolsos de gobierno para I+D por objetivos socioeconómicos para la UE-27 y otros países seleccionados, 2005 .....	40
Tabla 5. Gasto en I+D ejecutado por tipo de organización (en MM EUR 2007) .....	42
Tabla 6. Nuevos mecanismos de financiamiento e instrumentos de programas.....	44
Tabla 7. Tendencias en financiamiento institucional y competitivo en países OCDE seleccionados.....	47
Tabla 8. Principales características de programas para la creación de centros de excelencia en 17 países. ....	51

## Figuras

Figura 1. Proyección de becas e investigadores en el sistema público de ciencia .....	19
Figura 2. Proyección de gasto público en actividad científica .....	20
Figura 3. Variación stock investigadores según variación de becas .....	23
Figura 4. Variación stock investigadores según variación en tasa de actividad de becarios .....	24
Figura 5. Variación stock investigadores según proporción de becarios que trabajan en sector académico .....	24
Figura 6. Gasto en I+D por sector de financiamiento, OECD 1981-2004.....	28
Figura 7. Evolución del financiamiento gubernamental para investigación en el sector público .....	29
Figura 8. Porcentaje del gasto interno bruto en I+D ejecutado por el sector de educación superior (académico) .....	32
Figura 9. I+D en educación superior como porcentaje del PIB, 2000 y 2005 .....	33
Figura 10. Gasto en I+D en educación superior, 2000 y 2005 .....	34
Figura 6. Gasto en investigación básica, como proporción del PIB y como proporción del gasto total en I+D .....	35
Figura 12. Gasto en investigación básica como porcentaje del PIB.....	36
Figura 13. Proporción de investigación básica ejecutada en el sector de educación superior, 2000 y 2005, como porcentaje de todos los tipos de investigación en el sector de educación superior .....	37

Figura 14. Gasto en instrumentos y equipamiento para I+D en el sector de educación superior como porcentaje de todos los gastos de I+D en el sector .....	43
Figura 13. Gasto de I+D en educación superior por área de estudio como porcentaje del gasto total en I+D en educación superior, 2005.....	64
Figura 16. Graduados universitarios en ciencia, ingeniería y salud, como proporción del total de graduados, 1998-2000 .....	65

## 1. Antecedentes

---

### 1.1. Marco del Trabajo

---

La presente asesoría se enmarca en el documento de Recomendaciones sobre Financiamiento a la Ciencia que el Comité de Ciencia del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC) está actualmente preparando. Este documento formará parte del informe sobre los desafíos identificados por el CNIC para el nuevo gobierno. El objetivo del documento es ofrecer recomendaciones fundamentadas en antecedentes tanto conceptuales como empíricos y considerando tanto la situación nacional como la experiencia internacional. El foco del documento es el sistema de financiamiento a la ciencia de base, principalmente desde la perspectiva del financiamiento a su oferta. El documento de recomendaciones está conformado por dos secciones principales: un marco conceptual para la elaboración de propuestas y un conjunto de recomendaciones tomando en consideración el diagnóstico de la situación actual. El marco conceptual tiene como objeto identificar las principales variables relevantes en el funcionamiento de un sistema de financiamiento a la ciencia, presentar temáticas de discusión internacional y plantear, en lo posible, un modelo deseable, en función de lo anterior. La sección de recomendaciones busca presentar la realidad nacional, identificando los principales desequilibrios del sistema y planteando políticas e instrumentos para lograr un mejor funcionamiento del sistema.

El diagnóstico a nivel nacional y la generación de recomendaciones se centra en el análisis de cinco tipos de equilibrios del sistema de financiamiento de la ciencia de base:

1. **Balance entre modalidades de financiamiento**, considerando la diversidad de instrumentos que incluyen financiamiento institucional, financiamiento por proyectos y modalidades mixtas o intermedias.
2. **Balance entre inversión en formación y atracción de investigadores y en actividad científica.**
3. **Balance entre la inversión en investigación científica selectiva y no selectiva**, es decir, con y sin prioridades específicas, las que pueden ser de orden temático/disciplinario, relacionadas a la aplicabilidad de la investigación desarrollada, o a otros criterios de selectividad.
4. **Balance para un eficiente desarrollo científico en términos territoriales**, lo que incluye al menos dos tópicos: la generación de incentivos para desarrollar clusters geográficos priorizados y la inversión en capital humano avanzado y en actividad científica en términos generales de manera de asegurar masas críticas que permitan un desarrollo territorial adecuado.
5. **Eficiencia de los recursos públicos destinados a la investigación**, incluyendo aspectos de equilibrio entre la formación de investigadores a nivel nacional e internacional.

Dichos equilibrios se analizarán en función de la experiencia internacional y del diagnóstico local, de manera de presentar recomendaciones contextualizadas y a la vez alineadas a las tendencias internacionales exitosas.

## 1.2. Tareas y productos

---

La presente asesoría busca contribuir a la generación de antecedentes para dichas recomendaciones, fundamentalmente a través de dos tareas:

1. **Modelo de flujo de formación de científicos y su inserción en el sistema de ciencia con financiamiento público chileno.** El objetivo del modelo es representar conceptualmente y estimar numéricamente el flujo de científicos desde su formación (estudios de postgrado) hasta su inserción en el sistema de ciencia, identificando las distintas modalidades de inserción en función de los instrumentos de financiamiento utilizados para ello. La función del modelo es proveer de datos para estimar la eficiencia del conjunto de instrumentos de financiamiento al sistema de ciencia, en términos de su capacidad de absorción de científicos a dicho sistema.
2. **Benchmarking internacional en dos ámbitos de equilibrio:** *Inversión en formación y atracción de investigadores en relación a inversión en actividad científica e Inversión en investigación científica selectiva en relación a la no selectiva.* El benchmarking busca identificar experiencias internacionales exitosas de financiamiento a la ciencia de base, determinando tanto *criterios* como *distribuciones en términos numéricos* de la inversión realizada para ambas dimensiones de balance.

Estos instrumentos contribuirán al conjunto de antecedentes, tanto de referencia internacional como de diagnóstico y análisis del sistema nacional, a partir de los cuales se realizarán hipótesis de desequilibrio del sistema y posteriormente recomendaciones que buscan lograr un sistema de financiamiento a la ciencia base balanceado, en función de los cinco tipos de equilibrios.

Así, los productos a realizarse en el marco de esta asesoría son:

1. Modelo de flujo de científicos, desde su formación hasta su inserción en el sistema de ciencia. Presentación del modelo en diagrama, narración y archivo Excel.
2. Estimación numérica de dicho modelo.
3. Informe de benchmarking para las dimensiones de financiamiento “Inversión en formación y atracción de investigadores en relación a inversión en actividad científica” e “Inversión en investigación científica selectiva en relación a la no selectiva”.

Además, se colaborará en otros aspectos que sean requeridos y acordados, tales como revisión de documentos, participación en discusiones, etc.

A continuación se presentan los resultados del trabajo. En archivo Excel anexo se presenta la estimación numérica del modelo, componente fundamental del estudio.

## **2. Modelo de formación de científicos e inserción en el sistema de ciencia**

---

### **2.1. Objetivos, metodología y productos**

---

#### **Objetivo general**

Desarrollar un modelo para estimar la capacidad de absorción de científicos jóvenes por parte del sistema de ciencia con financiamiento público. Proveer antecedentes para estimar la eficiencia actual y esperada del conjunto de instrumentos de financiamiento al sistema de ciencia, en términos de su capacidad de absorción de científicos a dicho sistema.

#### **Objetivos específicos**

1. Representar conceptualmente el flujo y stock de científicos desde su formación (estudios de postgrado) hasta su inserción en el sistema de ciencia.
2. Estimar numéricamente el flujo y stock de científicos y la capacidad de absorción del sistema para el período de otorgamiento de becas de postgrado 2005- 2025.
3. Representar conceptual y numéricamente, los trade-off presentes en dos tipos de equilibrio del sistema de financiamiento de la ciencia de base:
  - a. Balance entre modalidades de financiamiento, considerando la diversidad de instrumentos que incluyen financiamiento institucional, financiamiento por proyectos y modalidades mixtas o intermedias.
  - b. Balance entre inversión en formación y atracción de investigadores y en actividad científica.
4. En función de la capacidad de absorción esperada para cada tipo de instrumento de financiamiento y para el sistema en su conjunto, plantear hipótesis de desequilibrios que sustenten ciertas recomendaciones de re-estructuramiento del mix de instrumentos.

#### **Metodología**

1. Desarrollo de modelo conceptual de flujo y stock de científicos y de absorción por el sistema de ciencia chileno determinando las variables claves y la relación entre ellas. Identificación de variables de borde y de contexto que delimitan modelo. Diagrama de flujo y descripción de modelo.
2. Compilación de datos e identificación de variables cuya estimación es viable en función de los datos disponibles y de aquellas variables para las cuales se requiere realizar supuestos. Generación de supuestos para determinar proxies de variables no estimables.
3. Desarrollo de modelo en Excel con posibilidad de sensibilizar las variables deseadas. Generación de distintos escenarios de formación de científicos y de su absorción en el sistema de ciencia con el objeto de estimar el flujo y stock de científicos al término del período a evaluar. Verificación del modelo.
4. Análisis del comportamiento proyectado de los tres tipos de balance, identificando las variables y procesos claves que determinan sus equilibrios.

#### **Productos:**

1. Modelo de flujo de científicos, desde su formación hasta su inserción en el sistema de ciencia. Presentación del modelo en diagrama, narración y archivo Excel.
2. Estimación numérica de dicho modelo.

## 2.2. Descripción del modelo

---

A continuación se presenta la modelación conceptual del flujo de científicos y un diagrama que lo representa. Posteriormente, se presentan y discuten las fuentes, supuestos y procedimientos realizados para estimar numéricamente el modelo. Luego se discuten los resultados principales de la estimación, especialmente en base a los distintos escenarios generados. Los cálculos y resultados numéricos en detalle se presentan en el archivo Excel adjunto.

Cabe mencionar que el modelo conceptual contempla una visión más integral del sistema, considerando condiciones de borde amplias, en relación a la estimación numérica que es más acotada con el fin de hacer el análisis numérico viable.

### 2.2.1. Variables y ecuaciones

---

El sistema de financiamiento para la formación de científicos y para la ciencia de base se modela desde dos perspectivas: relación entre las distintas modalidades de financiamiento a la actividad científica y relación entre inversión en formación y atracción de investigadores y en actividad científica.

Las variables de respuesta principales son el flujo esperado de graduados de becas de postgrado y el stock esperado de científicos acumulado. Se describen a continuación las variables del sistema de acuerdo a los procesos claves de formación e inserción de científicos en el sistema de ciencia.

#### *Formación de Capital Humano Avanzado*

Considerando becarios para distintos tipos de estudio:

$BM_{t_{fmq}}$  = Número de becarios que recibieron beca para estudios de modalidad  $m$ , ubicación  $q$ , en tiempo  $t^1$ , con financiamiento  $f^2$

$TG_{fmqu}$  = Tasa de graduación de estudiantes de modalidad  $m$ , ubicación  $q$ , financiamiento  $f$ , después de un tiempo  $u$  posterior a la otorgación de beca

$TR_{fmqu}$  = Tasa de residencia en Chile de estudiantes de modalidad  $m$ , ubicación  $q$ , financiamiento  $f$ , después de un tiempo  $u$  posterior a la otorgación de beca

$TW_{fmqu}$  = Tasa de actividad laboral de becarios de modalidad  $m$ , ubicación  $q$ , financiamiento  $f$ , después de un tiempo  $u$  posterior a la otorgación de beca

---

<sup>1</sup> Se podría diferenciar entre estudios de Magíster de uno o dos años.

<sup>2</sup> Las fuentes de financiamiento de estudios de postgrado pueden agruparse en dos grandes categorías: provenientes del sistema público chileno y provenientes de otras fuentes. Es relevante esta diferenciación dadas las diferencias en las condiciones de las becas, tanto en términos de la exigencia de obtención del grado, como en términos de las exigencias para volver a Chile (en el caso de becas en el extranjero), que por tanto afectan la estimación de las tasas de graduación y de residencia en Chile.

$TC_{fmqu}$  = Proporción de becarios que trabajan en el sistema de ciencia chileno, de aquellos que trabajan y que obtuvieron beca para la modalidad m, ubicación q, financiamiento f, después de un tiempo u posterior a la otorgación de beca

$TP_{fmqu}$  = Tasa de inserción de becarios en el sistema de ciencia chileno, de aquellos que obtuvieron beca para la modalidad m, ubicación q, financiamiento f, después de un tiempo u posterior a la otorgación de beca

$$TP_{fmqu} = TG_{fmqu} * TR_{fmqu} * TW_{fmqu} * TC_{fmqu}$$

$CC_{(t+u)fmq}$  = Número de científicos recién graduados insertos en el sistema de ciencia, con residencia en Chile en el año (t+u), grado asociado a modalidad de estudios m, estudios desarrollados en ubicación q y financiamiento de estudios f

$$CC_{(t+u)fmq} = BM_{tfmq} * TP_{fmqu}$$

$CC_{(t+u)}$  = Número de científicos recién graduados con potencial de inserción en el año (t+u)

$$CC_{(t+u)} = \sum_f \sum_m \sum_q (BM_{tfmq} * TP_{fmqu})$$

$TB_{tfmq}$  = Tasa de crecimiento anual de las becas otorgadas para estudiantes de modalidad m, ubicación q, financiamiento f, en el tiempo t

$$BM_{(t+1)fmq} = BM_{tfmq} * TB_{(t+1)fmq}$$

Donde

m: tipo de estudio de postgrado

m = 1 para estudios de Magíster

m = 2 para estudios de Doctorado

Nota: podría especificarse otros tipos de estudios de postgrado, tales como especialidades médicas

q: ubicación de realización de estudios

q = 1 estudios en el extranjero

q = 2 estudios en Chile

t: primer año de (asignación / ejecución) de beca

f: tipo de financiamiento

f = 1 becas sistema público

f = 2 becas otros organismo

Nota: se podría especificar los distintos tipos de becas otorgadas por el sistema público si su fuente generara diferencias considerables en las tasas asociadas (y se dispusiera de los datos desagregados)

u = tiempo posterior a la otorgación de beca para obtener el grado y regresar a Chile en caso de residir en el extranjero

### *Stock y flujo de científicos*

$SC_t$  = Stock de científicos disponibles para el sistema<sup>3</sup>

$RC_t$  = Retiros y otras pérdidas del sistema

$OC_t$  = Científicos atraídos a sistema (de otros sectores o el extranjero)

$$SC_t = SC_{t-1} - RC_t + CC_{(t+u)fmq} + OC_t$$

### *Capacidad de absorción de científicos jóvenes y mantención de científicos del sistema de ciencia en Chile*

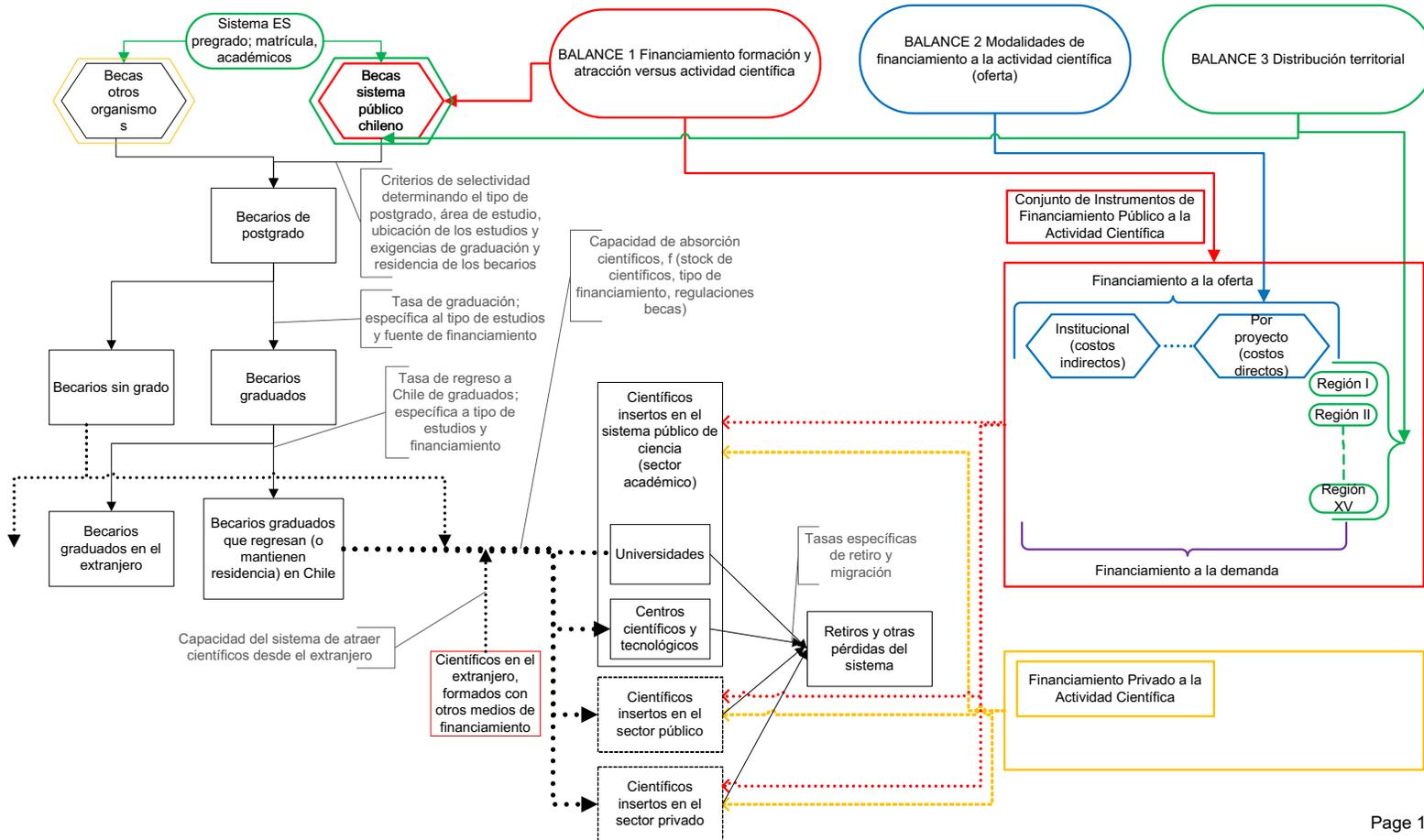
Las tasas de absorción de científicos, así como las variables y ecuaciones relacionadas a los balances del sistema de financiamiento, serán definidas en función del análisis de modalidades de financiamiento.

---

<sup>3</sup> Si existiera demanda para todos los científicos disponibles, esta variable sería equivalente al stock de científicos en el sistema.

## 2.2.2. Representación gráfica del modelo

### Modelo de flujo: Formación de científicos y su inserción en el sistema de ciencia



## 2.3. Estimación numérica del modelo

Se describe a continuación los procedimientos, datos, supuestos, análisis y resultados de la estimación numérica del modelo de flujo de científicos.

### 2.3.1. Delimitación de estimación, tiempos y condiciones de borde

En la estimación numérica del modelo se han considerado las siguientes delimitaciones:

- Uso del término científico/investigador:

Se utiliza el término investigador entendido como una persona que haya obtenido el grado de doctor o que tenga estudios conducentes al mismo y que desarrolle actividad científica.

- Unidad de medida de investigadores:

Se consideran investigadores-personas y no jornada completa equivalente (JCE) con el fin de mantener la coherencia en la variable analizada. Las dos variables claves que modifican el stock de científicos están estimadas en personas y no en JCE:

- Los becarios de doctorado y nuevos científicos se miden en personas
- Las estimaciones de retiro presentadas por el Consorcio de Universidades Estatales de Chile está en personas

Por tanto el análisis de stock de investigadores se realiza en unidad investigador-persona y no JCE para mantener la coherencia.

- Consideración sistema de ciencia, trato a universidades particulares pagadas y centros de investigación no universitarios.

Se considera que las instituciones que realizan investigación en el sistema con financiamiento público de ciencia son las universidades del CRUCH y centros de investigación no universitarios. Las universidades particulares pagadas no se incluyen en la estimación ya que se estima que los aportes públicos destinados a éstas por conceptos de fondos para actividad científica son muy menores en relación a aquellos destinados a universidades del CRUCH y centros no universitarios. Estos últimos se consideran conceptual, pero no numéricamente en el modelo.

- Las becas otorgadas por organismos privados y extranjeros no son considerados en la estimación numérica debido a la falta de información al respecto.

- Años de base:

- Stock de investigadores: 2009.
- Becas otorgadas desde 2005, cuyos becarios pueden insertarse en el sistema a partir del 2010.
- Estimaciones de retiro presentadas desde 2008 (con Ley aprobada en 2009), reflejándose los retiros a partir del año 2010.
- Becas otorgadas en el período 2005-2008 y planificación de becas estimadas para los años 2009 y 2010. En el primer período se utilizan distintas fuentes de información.

Se consideran además, diversos supuestos que se explican junto a los datos respecto a los cuales se generan.

## 2.3.2. Datos, fuentes de información y supuestos

---

### 2.3.2.1. Stock de investigadores en universidades del CRUCH

---

*Dato considerado:*

- Número de Docentes Universidades Estatales con Doctorado año 2009<sup>456</sup>: 2.247
- Número de Docentes Universidades Privadas del CRUCH con Doctorado año 2009: 2.380
- Número de Docentes Universidades del CRUCH con Doctorado año 2009: 4.627

*Fuente:*

BD Institucional INDICES 2010, Consejo Superior de Educación, 2009.

*Fuentes y datos alternativos:*

1. Fuente: Consejo Superior de Educación, 2009, citado en Informe Final Apoyo Estratégico CONICYT, Septiembre 2009, cuadro 3.5
  - Número de docentes por Jornada Completa Equivalente para universidades del CRUCH:
    - o CRUCH Docentes JCE: 23.865
    - o CRUCH Docentes JCE Doctorado: 6.049
  - Observación: Datos por JCE presentan diferencias con fuente de INDICES, Consejo Superior de Educación, 2009, el que presenta datos por jornada. El dato por JCE equivalente para el total de docentes CRUCH (23.865) es mayor que el indicado en INDICES para el total de docentes – persona considerando jornadas completa, media y hora (22.997)<sup>7</sup>.
2. Fuente: Kawax, Observatorio Chileno de Ciencia y Tecnología, CONICYT. Encuesta de Innovación en Empresas, realizada por el Ministerio de Economía <http://www.kawax.cl/sistema/indicadores/2004/13.htm>
  - Investigadores en Chile 2004: 18.365
  - Observación: dato proviene de encuesta en empresas, por lo que se asume son investigadores en empresas; no distingue según el grado académico de los investigadores que interesa en este análisis.
3. Fuente: Directorio de Investigadores de la Academia de Ciencias Chilena
  - Stock de investigadores con posición permanente en 2005: 2250

---

<sup>4</sup> Se consideran docentes totales para que el análisis sea compatible con las estimaciones de retiro de las universidades estatales que también se presentan para funcionarios totales y no por JCE.

<sup>5</sup> No se consideran docentes con estudios equivalentes a doctorado, específicamente con especialidades médicas dado que en éstas últimas se observa una proporción mucho más baja de docentes JCE en relación al total de docentes (36%) que en aquellos con doctorado (80%), y por tanto se pueden generar distorsiones en el análisis al contabilizar los docentes totales con especialidades médicas.

<sup>6</sup> Se excluye de las estimaciones la Universidad Arturo Prat dado que no presenta datos en INDICES 2010, CSE.

<sup>7</sup> Esta última fuente no contiene datos para la Universidad Arturo Prat, institución que según Mineduc 2009 tiene una planta JCE 2008 de 349,50. Por tanto, incluso incluyendo el total de docentes-personas de dicha institución, el monto de docentes-JCE presentado en el Informe Final supera aquel de docentes-personas presentados en INDICES. Se considera este último dado el nivel de desagregación de los datos y se excluye la Universidad Arturo Prat de los cálculos.

- Debate: esto excluye a los investigadores no permanentes, estudiantes de doctorado y post doctorado.
4. Fuente: OECD Reviews of Innovation Policy CHILE
    - Investigadores chilenos: 8500, de los cuales 2250 son científicos altamente calificados, es decir, con postgrado completado y con publicaciones ISI.  
Por otra parte, el mismo informe indica:
    - Número de investigadores por sector año 2004: universidades: 6880; total: 18507.
  5. Fuente: “Análisis y proyecciones de la ciencia chilena”, Academia Chilena de Ciencias, y PBCT, Tabla 1.2 pag 14.
    - Número de investigadores por sector institucional año 2002: universidades: 6476; total: 8507<sup>8</sup>.

### 2.3.2.2. Retiro de investigadores

#### *Dato considerado:*

Para universidades estatales, se utiliza la estimación de funcionarios bonificados por retiro para las 16 universidades miembros del CUE entre los años 2008 y 2011 a raíz de la Ley N° 20.374 que faculta a las universidades estatales a establecer un mecanismo de incentivo al retiro para sus funcionarios y concede otros beneficios que indica.

La estimación del CUE distingue dos tipos de funcionarios: académicos, profesores y directivos, y no académicos. Dado que el presente análisis considera sólo aquellos investigadores con grado de doctor o que han realizado estudios conducentes al mismo, se aplica un ponderador para estimar la proporción de funcionarios académicos, profesores y directivos, que han realizado estudios de doctorado. Este ponderador se ha obtenido como la proporción de docentes con doctorado en relación al total de docentes para el conjunto de universidades estatales.

El CUE estima que en el período 2008-2011 un total de 4.371 personas obtendrán bonificación por retiro, de las cuales 3.142 son académicos, profesores y directivos y 1.229 son no académicos. La proporción de docentes con doctorado en relación al total de docentes para el conjunto de universidades estatales es 31%<sup>9</sup> (Fuente: INDICES 2010, cálculos propios). Así, de los 3.142 académicos de universidades estatales que se estima se retiren en el período 2008-2011, 987 serían doctores.

#### **Supuesto:**

Se asume que el retiro de los funcionarios ‘académicos, profesores y directivos’ de las universidades estatales se distribuye uniformemente entre aquellos con y sin grado de doctor. Es decir, se estima una misma tasa de retiro para aquellos funcionarios académicos con grado de doctor y sin grado de doctor.

<sup>8</sup> La mayor parte de la diferencia de 10.000 investigadores entre la cifra OECD y Academia de Ciencias se da ya que la OECD indica 10064 investigadores para en empresas año 2004 (en JCE) y la Academia de Ciencias, 964 para empresas año 2002 (en JCE).

<sup>9</sup> Considerando los docentes jornada completa; para el total de docentes, la cifra desciende a 18%. Fuente: INDICE 2010, cálculos propios.

**Supuesto:**

El retiro de investigadores se estima para aquellos que son funcionarios. Pudiesen haber retiros y pérdidas del sistema de investigadores que no son funcionarios (por ejemplo, contratados a base de honorarios) que no estarían contabilizados en el retiro de investigadores de universidades estatales.

*Fuentes:*

- “Personal beneficiario Ley 20.374”, Consorcio de Universidades Estatales de Chile (CUE), 2009.
- INDICES 2010, Consejo Superior de Educación, 2009

Para aquellos investigadores de universidades del CRUCH privadas y de centros de investigación no universitarios, la tasa de retiro anual se presenta como una variable a sensibilizar en los distintos escenarios. El mismo procedimiento se aplica para las universidades estatales a partir del año 2012, diferenciando entre ambos subconjuntos.

En todos los casos, los retiros se reflejan en el stock de investigadores del año siguiente al año en que se efectuó el retiro.

#### 2.3.2.3. Tasa de graduación

Se observa que la obtención del grado de doctor no es condición sine qua non para insertarse en el sistema de ciencia y que es común que doctorandos se incorporen como investigadores sin aún haber obtenido el grado. En el caso de los instrumentos de financiamiento a la actividad científica de CONICYT, la condición de investigador de apoyo no está restringida al grado. Por tanto, se considera que todos los becarios para estudios de doctorado son potenciales investigadores en el sistema de ciencia con financiamiento público, incluso antes o sin la obtención del grado de doctor. Así, en la presente estimación, la tasa de graduación no es relevante.

En el caso de una posible diferenciación entre investigadores becarios que han o no obtenido el grado de doctor, los datos sobre tasas de graduación disponibles varían considerablemente. Por una parte, la “Evaluación en profundidad programas de becas de postgrado” realizada por la DIPRES, 2007, estima que un 95% de los becarios de postgrado han obtenido el grado. Por otra parte, el “Estudio referido al reordenamiento del Sistema Nacional de Becas de Postgrados”, realizado por Santiago Consultores concluye que “entre quienes ingresaron entre el 2001 y el 2002, de quienes se esperaba que hayan obtenido su grado, un 56,5% lo ha hecho y un 43,5%, no. Este porcentaje aumenta a un 73,3% entre quienes ingresaron el año 2000 o antes”. Dado que la encuesta en la cual se basan los resultados se realizó el primer semestre de 2007, se podría concluir que según esta fuente, un 56,5% de los becarios obtiene el grado de doctor luego de 4 a 5 desde el ingreso al programa.

#### 2.3.2.4. Tiempos y tasas de graduación e inserción

De acuerdo a lo anterior, para la presente estimación, se considera el tiempo transcurrido entre el inicio de la beca para estudios de doctorado y la inserción al sistema de ciencia (u otros ámbitos laborales) y no se considera el tiempo de graduación. Se estima un tiempo de inserción de 5 años para los becarios de Doctorado.

#### *Tasa de residencia en Chile*

De aquellos becarios que comenzaron sus estudios de doctorado el año 2002 o antes, el 81% reside en Chile.

Fuente: Cálculos propios en base a BD Santiago Consultores.

#### *Tasa de inserción al sistema de ciencia chileno*

De aquellos becarios que comenzaron sus estudios de doctorado el año 2002 o antes y que residen en Chile, un 40% declara que actualmente trabaja<sup>10</sup>.

De aquellos becarios que comenzaron sus estudios de doctorado el año 2002 o antes, que residen en Chile, que declaran trabajar y que declaran el sector en el que se desempeñan, la distribución por sector es la siguiente:

Sector Académico: 82%

Sector Público: 12%

Sector Privado: 6%

Fuente: Cálculos propios en base a BD Santiago Consultores.

#### **Supuesto:**

El sector 'académico' especificado por Santiago Consultores como sector de trabajo corresponde al sistema público de ciencia.

Así, la tasa de inserción de becarios al sistema de ciencia chileno se calcula como el producto de la tasa de residencia en Chile, la tasa de actividad laboral (proporción de becarios que residen en Chile que declara trabajar) y la proporción de becarios que trabajan en el sistema público de ciencia (de aquellos que trabajan y residen en Chile).

#### **Supuesto:**

Los nuevos científicos se insertan de manera proporcional al tamaño del subsistema (Universidades estatales, Universidades CRUCH privadas, Centros no universitarios) en el año anterior a su inserción.

---

<sup>10</sup> Nota:

En el diccionario de variables de la BD de Santiago Consultores, se menciona lo siguiente:

p_1	Trabaja actualmente	1	Si
		2	No

Sin embargo, en la misma BD, sólo se presentan como respuestas los valores 0 y 1. Cabe la duda si 1 es trabaja y 0 no trabaja o viceversa. Del subconjunto para el cual se realizan cálculos propios (becarios que comenzaron sus estudios de doctorado el año 2002 o antes y que residen en Chile), un 40% declara que trabaja (si 1 es que trabaja).

### 2.3.2.5. Becas para estudios de doctorado otorgadas por el sistema público chileno y su proyección

No se ha obtenido una fuente única que presente datos sobre las becas otorgadas para estudios de doctorado otorgadas por el sistema público chileno para todo el período 2004-2008 y proyección 2009-2010, por lo que se han utilizado diversas fuentes para estimar la cantidad de becas otorgadas por el sistema público en el período 2004-2010.

Fuente 1:

“Evaluación en profundidad programas de becas de postgrado”, DIPRES, 2007.

Presenta datos de nuevas becas de postgrado por programa para el período 1998-2006.

Fuente 2:

Informe Final José Miguel Sánchez

Presenta becarios de postgrado seleccionados por programa año 2006.

Fuente 3:

Web CONICYT y datos Fuente N°2 para estimación año 2007 y 2008.

Fuente 4:

“Estudio de apoyo estratégico para el programa de capital humano avanzado de CONICYT”, DII, 2009. Presenta datos 2008 becas CONICYT, coincidentes con datos web CONICYT.

Fuente 5:

Presupuesto 2009 – 2010, Sistema Bicentenario BECAS CHILE, 01.07.09

Presenta número de becas (nuevas y de continuidad) y presupuesto para 2009 y 2010

### 2.3.2.6. Científicos atraídos a sistema (de otros sectores o el extranjero)

Esta variable se considera variable dependiente, en el sentido de poder atraer científicos desde el extranjero en función de la demanda insatisfecha que se pudiera producir.

### 2.3.2.7. Balance instrumentos financiamiento

Se considera que a medida que aumenta el número de nuevos investigadores, se redistribuyen los recursos destinados a actividad científica, de manera de permitir su inserción en el sistema de ciencia. La modelación de la inserción contempla las capacidades de absorción de investigadores de los distintos tipos de instrumentos.

Para evaluar el balance entre los distintos tipos de instrumentos y la proyección de gasto en actividad científica, se realizan las siguientes estimaciones:

- Se estima el gasto público para actividad científica a partir del presupuesto vigente - proyecto de ley de presupuesto 2010 (MM\$) y considerando los ítems Ciencia Base e Investigación Precompetitiva.

- Se estima la distribución actual de gasto público para actividad científica por tipo de instrumento de financiamiento: por proyecto, institucional y por centro. Se estima también la proporción de investigadores que trabajan en centros de excelencia.
- Se consideran tres instrumentos de financiamiento a la actividad científica que reflejan los principales tipos de instrumentos:
  - FONDECYT Regular
  - FONDAP (Centros de Excelencia)
  - ANILLOS de Investigación en Ciencia y Tecnología
- Para cada instrumento, se determinan y calculan los siguientes indicadores, entre otros (Fuente: Fichas de proyectos Conicyt):
  - Presupuesto total
  - Número de Nuevos Proyectos financiados
  - Costo Total Promedio por Proyecto
  - Costo Anual Promedio por Proyecto
  - Número de puestos de investigador junior JCE-año/MM\$

Año 2007 (MM\$)	Presupuesto total	Número de Nuevos Proyectos financiados	Número de Proyectos de Arrastre	Costo Total Promedio por Proyecto	Costo Anual Promedio por Proyecto	Número de puestos de investigador junior JCE-	MM\$/Investigador junior JCE-año
FONDECYT Regular	17.222	387	693	60	19	0,104	9,577
FONDAP (Centros de Excelencia)	4.200	0	7		600	0,010	100
ANILLOS de Investigación en Ciencia y Tecnología	3.225	16	14	450	150	0,027	37,5

- Se proyecta el gasto en actividad científica con dos enfoques:
  - Gasto total en función de académicos en el sistema con nivel de gasto promedio por investigador año 2010. Es decir, se considera el gasto unitario por investigador en el año de referencia 2010 y luego se estima el gasto total considerando el aumento de stock y el mismo gasto unitario.
  - Gasto total variable, en función de académicos en el sistema con demandas para nuevas inserciones de investigadores. Se proyecta el gasto para cada tipo de instrumento como sigue:
    - Gasto instrumentos de financiamiento por proyecto:
      - Si la variación anual del stock de investigadores es negativa, se mantiene el nivel de gasto del año anterior, considerando la distribución de gasto por tipo de instrumento del año anterior.
      - Si la variación anual del stock de investigadores es positiva, al nivel de gasto en proyectos del año anterior se le suma el gasto esperado por los nuevos investigadores, estimado como el producto de los nuevos investigadores por el gasto unitario promedio (MM\$/Investigador junior JCE-año) del instrumento tipo (FONDECYT regular).
    - Gasto instrumentos de financiamiento institucional:
      - Si la variación anual del stock de investigadores es negativa, se mantiene el nivel de gasto del año anterior, considerando la distribución de gasto por tipo de instrumento del año anterior.
      - Si la variación anual del stock de investigadores es positiva, el nivel de gasto en financiamiento institucional del año anterior

se incrementa en la misma proporción que el stock de investigadores.

- Gasto instrumentos de financiamiento a centros o mixtos:
  - Si la variación anual del stock de investigadores es negativa, se mantiene el nivel de gasto del año anterior, considerando la distribución de gasto por tipo de instrumento del año anterior.
  - Si la variación anual del stock de investigadores es positiva, al nivel de gasto en centros del año anterior se le suma el gasto esperado por los nuevos investigadores, estimado como el producto de los nuevos investigadores por el gasto unitario promedio (MM\$/Investigador junior JCE-año) del instrumento tipo (FONDAP Centros de Excelencia) por la proporción de investigadores que trabajan en centros de excelencia.

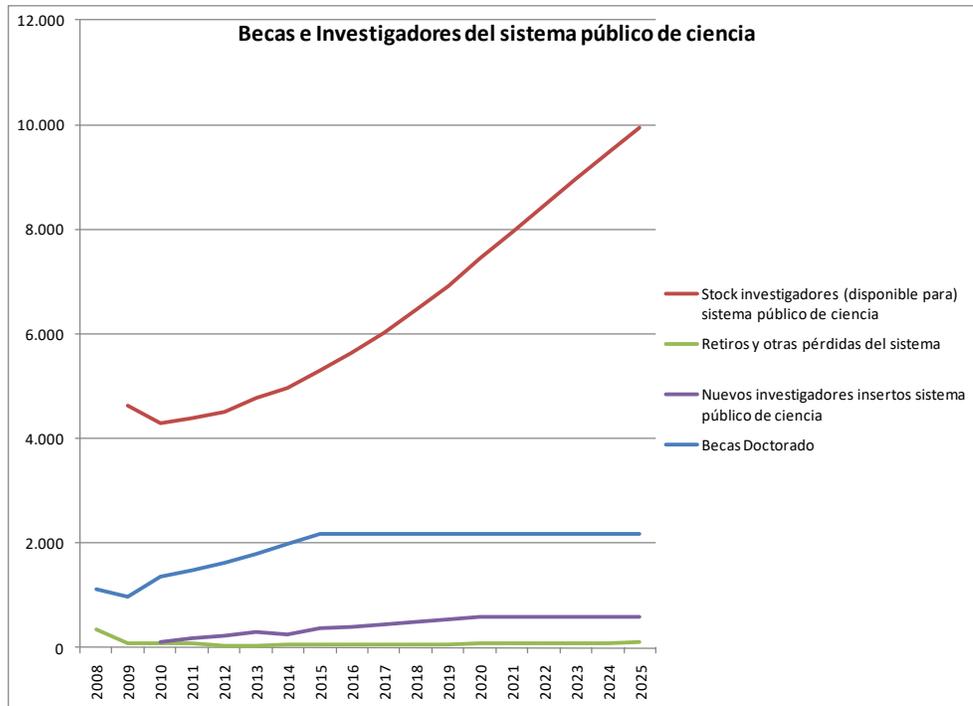
### 2.3.3. Resultados

Los resultados en términos del stock esperado de investigadores se obtuvieron considerando los datos iniciales del modelo y las siguientes situaciones:

- Incremento de becas otorgadas por el sistema público de 10% anual hasta el año 2015 y mantención del número de becas a partir de ese año
- Tasa de actividad laboral de becarios constante de acuerdo a estimación actual
- Distribución de sectores en que se desempeñan los becarios constante de acuerdo a estimación actual
- Tasas de retiro del 1% anual para investigadores de universidades privadas pertenecientes al CRUCH a partir del 2009 y para investigadores de universidades estatales a partir del 2012 (existen estimaciones de retiro hasta el 2011)

Así, en el año 2025 habría casi 10.000 investigadores en el sistema público de ciencia, un 115% más que en el año 2009. Hasta el año 2012 habría un decrecimiento en el stock de científicos como consecuencia del retiro de académicos de las universidades estatales y a partir de 2013, un aumento continuo debido al considerable aumento de investigadores derivado del aumento de becas de doctorado otorgadas por el sistema público de financiamiento a la ciencia.

**Figura 1. Proyección de becas e investigadores en el sistema público de ciencia**



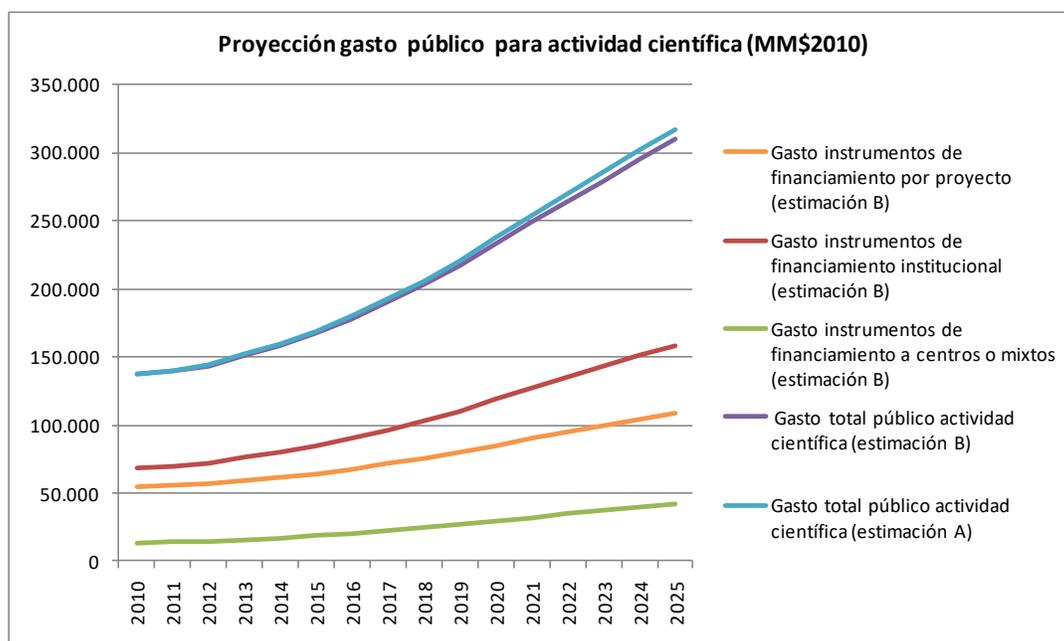
Por otra parte, en cuanto al gasto público en actividad científica y según lo descrito anteriormente, se utilizaron dos enfoques:

- A. Gasto total en función de académicos en el sistema con nivel de gasto por investigador constante
- B. Gasto total en función de académicos en el sistema según tipo de instrumento para demandas de nuevas inserciones

Así, con los enfoques A y B, para el año 2025 habría un crecimiento proyectado del gasto en actividad científica respecto al 2010 de un 131% y 126%, respectivamente. El gasto estimado asociado a estos enfoques se ven reflejados en la siguiente figura. La estimación B considera los principales tipos de instrumentos a la actividad científica y su evolución según las demandas asociadas a la inserción de nuevos científicos en el sistema.

Debe notarse que este aumento está focalizado sólo en el financiamiento a la actividad científica basándose en estándares e instrumentos de financiamiento actualmente disponibles y no se relaciona con estrategias de mayor envergadura, tales como la creación de nuevos centros de excelencia, parques científicos u otras iniciativas que requieran inversión adicional considerable.

**Figura 2. Proyección de gasto público en actividad científica**



### 2.3.3.1. Variables sensibilizadas y escenarios

Con el objeto de analizar distintas situaciones en las que ciertas políticas públicas pudieran tener un impacto importante, se sensibilizaron variables críticas del modelo y se generaron diversos escenarios.

Las variables sensibilizadas en el modelo son:

1. Variación anual número becas
2. Tasa de actividad laboral
3. Distribución de sectores en que trabajan becarios
4. Retiros y otras pérdidas del sistema

Se generaron dos tipos de escenarios:

1. Considerando diferentes alternativas para cada una de las variables sensibilizadas de manera independiente. Las demás variables mantienen su valor inicial.
2. Generando escenarios con un conjunto de variables modificadas. Estos escenarios se asocian a políticas públicas dirigidas a objetivos específicos.

Así, los escenarios estimados son:

#### **Variación becas**

1. Aumento geométrico becas 10% hasta 2015 y luego estable
2. Aumento geométrico becas 10% hasta 2020 y luego estable
3. Aumento geométrico becas 5% hasta 2015 y luego estable
4. Aumento geométrico becas 5% hasta 2020 y luego estable

#### **Tasa de actividad laboral**

5. Tasa de actividad 60%
6. Tasa de actividad 80%

7. Tasa de actividad 90%

**Distribución de sectores en que trabajan becarios**

8. Proporción de becarios que trabajan en sector académico (de los que trabajan y viven en Chile) 85%
9. Proporción de becarios que trabajan en sector académico (de los que trabajan y viven en Chile) 70%
10. Proporción de becarios que trabajan en sector académico (de los que trabajan y viven en Chile) 55%
11. Proporción de becarios que trabajan en sector académico (de los que trabajan y viven en Chile) 40%
12. Proporción de becarios que trabajan en sector académico (de los que trabajan y viven en Chile) 30%

**Retiros y otras pérdidas del sistema**

13. Retiro universidades estatales con proporción de PhD/total académicos base JC
14. Incentivo al retiro universidades privadas CRUCH entre 2012 y 2015 retirándose un 5% anual

**Escenarios con conjunto de variables sensibilizadas**

*Fuerte política de renovación de plantas de investigadores (variación en becas y retiros)*

15. Aumento geométrico becas 10% hasta 2015 e incentivo al retiro universidades privadas CRUCH entre 2012 y 2015 retirándose un 5% anual

*Fuerte política de incentivo a becarios a trabajar y hacerlo en el sector académico*

16. Tasa de actividad laboral 80% y proporción de becarios que trabajan en sector académico 85%

*Fuerte política de incentivo a becarios a trabajar y hacerlo en el sector privado*

17. Tasa de actividad laboral 80% y proporción de becarios que trabajan en sector académico 40%

Los 17 escenarios presentan los siguientes resultados en términos del stock de investigadores en el año 2025 y de su aumento en relación al año 2009.

**Tabla 1. Estimación de stock de investigadores y variación respecto a 2009 para 17 escenarios**

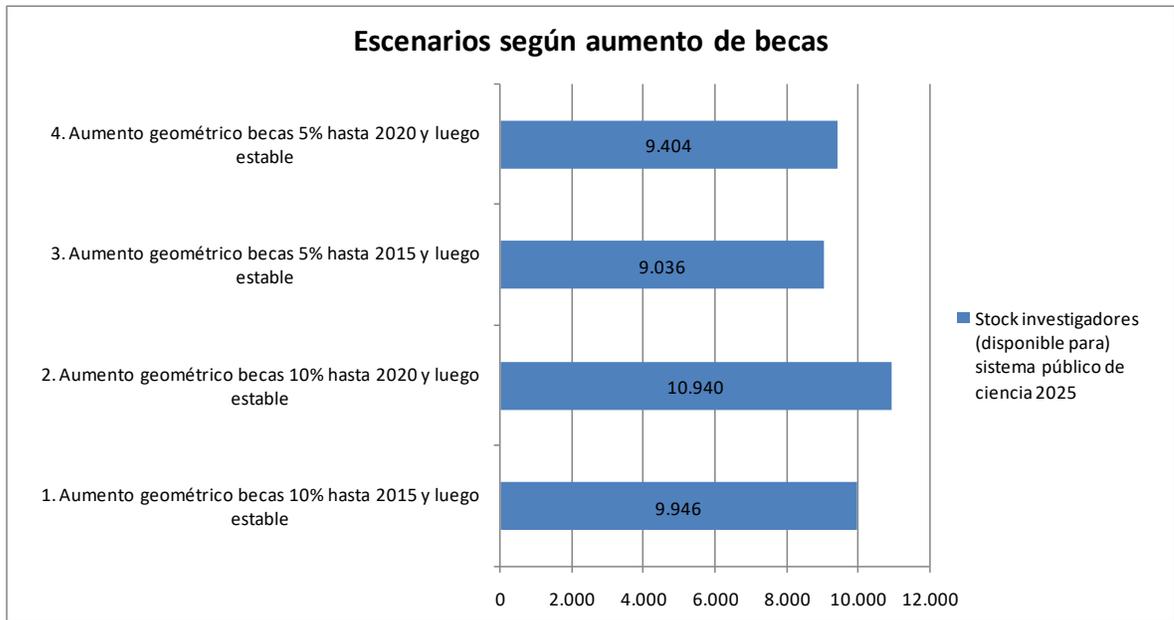
Escenarios / Variables de resultado claves	Stock investigadores sistema público de ciencia 2025	Variación r/a 2009
1. Aumento geométrico becas 10% hasta 2015 y luego estable	9.946	115%
2. Aumento geométrico becas 10% hasta 2020 y luego estable	10.940	136%
3. Aumento geométrico becas 5% hasta 2015 y luego estable	9.036	95%
4. Aumento geométrico becas 5% hasta 2020 y luego estable	9.404	103%

5. Tasa de actividad 60%	13.051	182%
6. Tasa de actividad 80%	16.232	251%
7. Tasa de actividad 90%	17.823	285%
8. Proporción de becarios que trabajan en sector académico 85%	10.152	119%
9. Proporción de becarios que trabajan en sector académico 70%	8.980	94%
10. Proporción de becarios que trabajan en sector académico 55%	7.807	69%
11. Proporción de becarios que trabajan en sector académico 40%	6.635	43%
12. Proporción de becarios que trabajan en sector académico 30%	5.853	26%
13. Retiro universidades estatales con proporción de PhD/total académicos base JC	9.570	107%
14. Incentivo al retiro universidades privadas CRUCH entre 2012 y 2015 retirándose un 5% anual	9.564	107%
15. Aumento geométrico becas 10% hasta 2015 e incentivo al retiro universidades privadas CRUCH entre 2012 y 2015 retirándose un 5% anual	9.564	107%
16. Tasa de actividad laboral 80% y proporción de becarios que trabajan en sector académico 85%	16.641	260%
17. Tasa de actividad laboral 80% y proporción de becarios que trabajan en sector académico 40%	9.688	109%

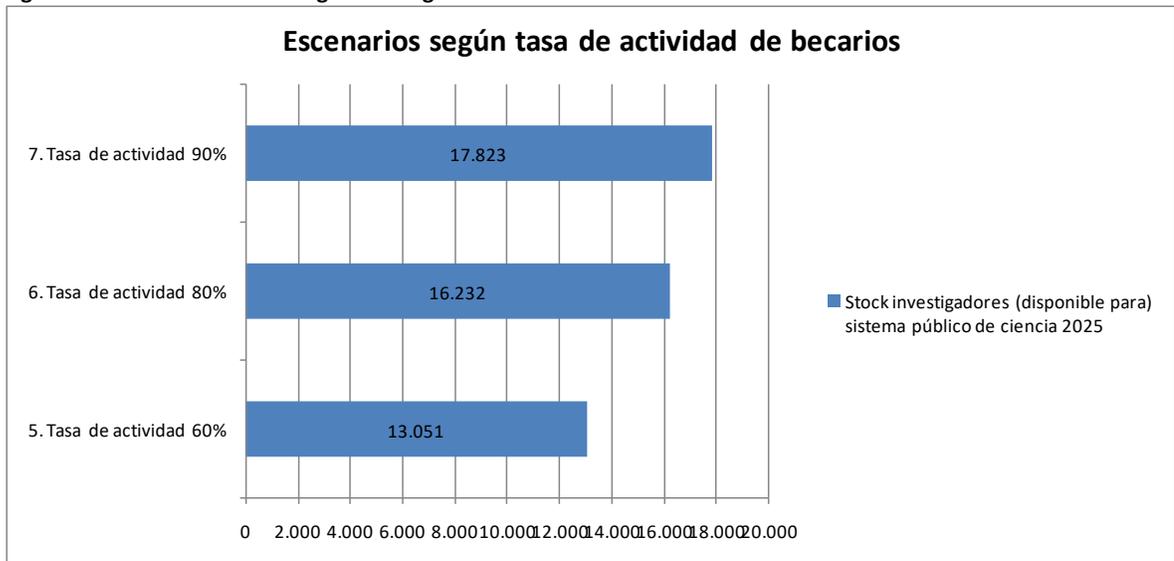
Por su parte, comparando los escenarios de acuerdo a cada una de las variables sensibilizadas, se observa lo siguiente:

El stock de investigadores estimado en el año 2009 es de 4.627. Considerando los cuatro escenarios, dicho stock aumentaría entre un 95% (escenario 3) y un 136% (escenario 2). En función de la tasa de actividad laboral de los becarios, en tanto, se observa un rango de crecimiento del stock de investigadores de entre 182% (escenario 5) y 285% (escenario 7). En este caso, el stock se ve ampliamente aumentado ya que se consideran tasas de actividad laboral de los becarios de entre 60% y 80%, mientras que según las estimaciones realizadas, la tasa actual es de sólo 40%. Por otra parte, en relación a la proporción de becarios que trabajan en el sector académico, se generaron escenarios con tasas menores a las actuales (excepto en un escenario) con el fin de estimar la situación en caso de potenciarse la presencia de investigadores en el sector privado. Esta situación seguiría las tendencias internacionales y las recomendaciones de política al sistema de innovación chileno. En el extremo de que sólo un 30% de los becarios se insertara en el sector académico, se observaría un crecimiento del 26% en el stock de científicos en el sistema público de ciencia en 2025; mientras, si el 85% lo hiciera, el stock aumentaría en un 119%.

**Figura 3. Variación stock investigadores según variación de becas**

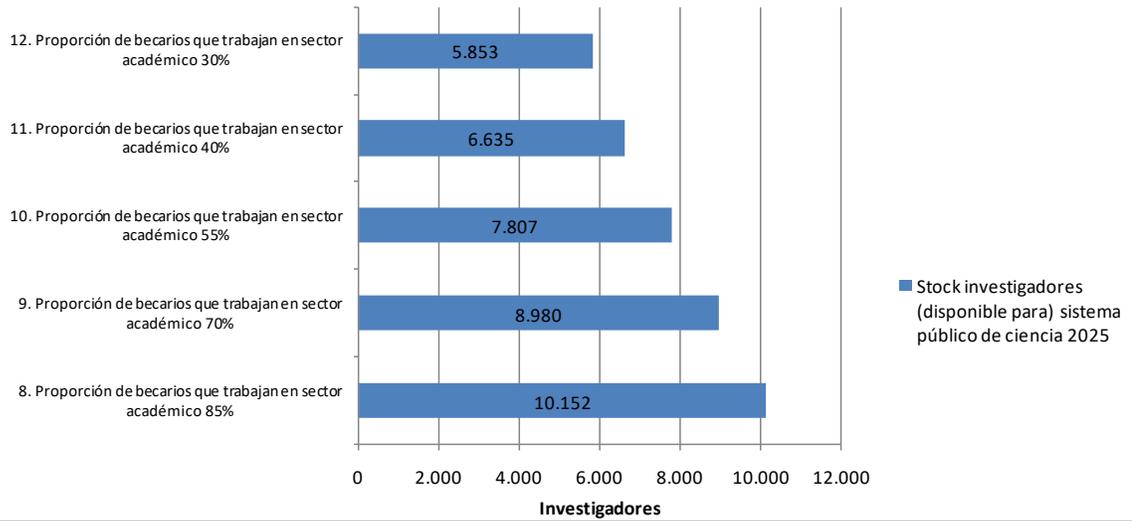


**Figura 4. Variación stock investigadores según variación en tasa de actividad de becarios**



**Figura 5. Variación stock investigadores según proporción de becarios que trabajan en sector académico**

### Escenarios según proporción de becarios que trabajan en sector académico



## Fuentes de información

---

Academia Chilena de Ciencias, 2005. Análisis y proyecciones de la ciencia chilena.

Consejo Superior de Educación, 2009. INDICES 2010.

Consortio de Universidades Estatales de Chile (CUE), 2009. LEY Nº 20.374 que faculta a las universidades estatales a establecer un mecanismo de incentivo al retiro para sus funcionarios y concede otros beneficios que indica. “Personal beneficiario Ley 20.374”.

<http://www.universidadesestatales.cl/cue/frame.asp?id=6>

Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile, 2009. Estudio de Apoyo Estratégico para el Programa de Capital Humano Avanzado de CONICYT, Informe Final Versión Preliminar.

Dirección de Presupuestos, 2007. Evaluación en Profundidad Programas de Becas de Postgrado, Minuta Ejecutiva.

José Miguel Sánchez, 2007. Análisis de Organización Industrial de la Oferta de Centros Científicos y Tecnológicos Chilenos.

Santiago Consultores, 2007. Estudio referido al reordenamiento del Sistema Nacional de Becas de Postgrados.

### 3. Benchmarking internacional

---

#### 3.1. Objetivos, metodología y productos

---

##### *Objetivo general*

Identificar a nivel internacional y analizar buenas prácticas de los balances de sistemas de financiamiento de ciencia de base, en dos dimensiones:

1. Inversión en formación y atracción de investigadores en relación a inversión en actividad científica.
2. Inversión en investigación científica selectiva en relación a la no selectiva.

##### *Objetivos específicos*

1. Presentar una visión global de las tendencias internacionales en ambos tipos de balance, es decir, en qué dirección están orientados los sistemas de financiamiento a la ciencia de base tanto en relación a la inversión en formación de investigadores versus actividad científica como en relación a la selectividad de los instrumentos de financiamiento.
2. Identificar casos de buenas prácticas, analizando el mix de instrumentos, los argumentos de política que sustentan tal conjunto y en la medida que la información esté disponible, la distribución numérica entre los distintos tipos de instrumentos. Asimismo, en la medida que la documentación lo permita, describir el impacto de los mix de instrumentos analizados en el desarrollo científico de los países seleccionados.
3. En función de lo anterior, analizar y resumir para cada dimensión de equilibrio las principales políticas, instrumentos, criterios para definir el balance de éstos últimos y sus distribuciones numéricas, bajo la mirada de su potencial aplicación en el caso del sistema chileno.

Cabe destacar que el trabajo de benchmarking se centra en el análisis de experiencias internacionales, desarrollándose la fase de comparación de dichas experiencias con la realidad nacional, en conjunto con el equipo del CNIC y en función del diagnóstico completo del sistema chileno.

##### *Metodología*

El benchmarking se basará en la revisión y análisis de documentación internacional, tanto normativa como de divulgación científica o política. Las principales fases de trabajo son:

1. Revisión de literatura comparativa en relación a los sistemas de financiamiento de ciencia e I+D e identificación de documentos que traten sobre las dos dimensiones específicas a ser analizadas. Revisión en profundidad de tales documentos.
2. Análisis y reporte de las políticas, criterios de definición de instrumentos, características de los instrumentos y distribución numérica entre las distintas modalidades, para ambas dimensiones de financiamiento.

##### *Producto:*

Informe de benchmarking para las dimensiones de financiamiento “Inversión en formación y atracción de investigadores en relación a inversión en actividad científica” e “Inversión en investigación científica selectiva en relación a la no selectiva”.

A continuación se presentan algunos resultados preliminares organizados de acuerdo a la estructura temática del informe de recomendaciones al financiamiento a la ciencia de base.

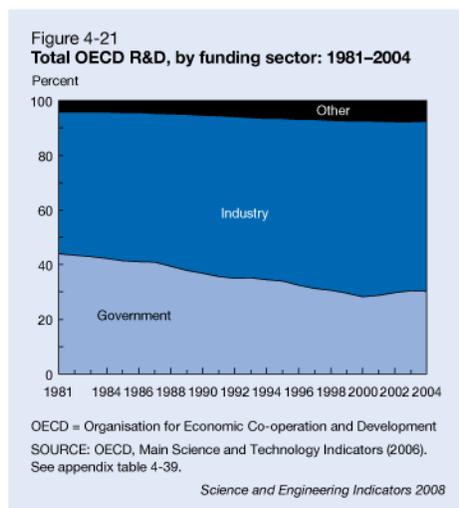
## 3.2. Financiamiento a la investigación científica en el contexto del financiamiento a la I+D

### 3.2.1. Gasto público en I+D

En la gran mayoría de los países de la OECD el financiamiento público a la I+D decreció en las décadas de los 1980s y 1990s. En el año 2000 un 28% del gasto en I+D fue financiado de fuentes gubernamentales, mientras que en 1981 esta cifra alcanzaba el 44%. Esta reducción relativa reflejó cambios de prioridades (especialmente en defensa) y presiones económicas por parte de los gobiernos, así como un incremento en el gasto en I+D de las empresas. Sin embargo, a partir del 2000 el gasto público en I+D ha crecido levemente, llegando en 2004 a un 30% del gasto en I+D en la OECD.

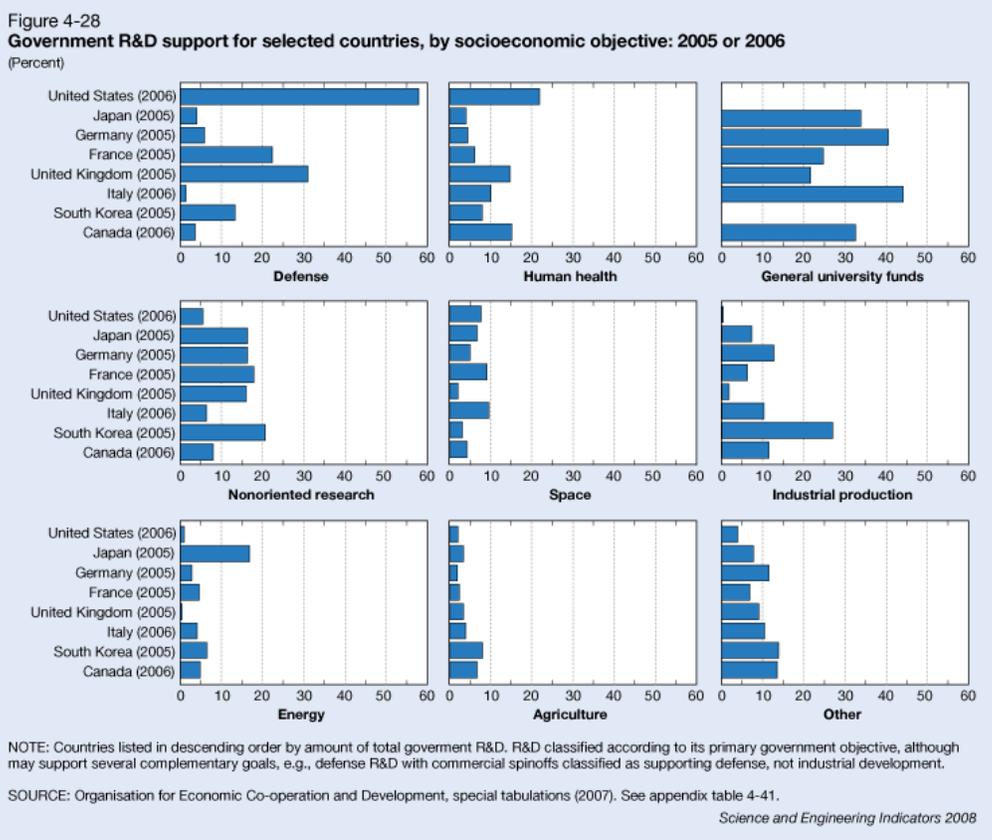
Esta tendencia coincide y refuerza la idea de incrementar el gasto en términos absolutos y relativos del sector privado en Chile, el que en parte deberá ser apalancado por recursos públicos.

Figura 6. Gasto en I+D por sector de financiamiento, OECD 1981-2004



Fuente: NSF, 2008

En términos de la orientación del gasto público en I+D, ésta presenta considerables diferencias en términos de los objetivos socioeconómicos que persigue entre países y a través del tiempo. En la OECD, la proporción del gasto público en defensa se redujo de 43% en 1986 a 28% en 2001. A nivel internacional, se observan otros cambios notables en el gasto público en I+D no dirigido a defensa. Áreas tales como salud y medioambiente han tenido un incremento considerable en el gasto. En cuanto a la investigación no orientada, en relación al gasto público total en I+D, ésta representa entre el 5% y 10% en Estados Unidos, Italia y Canadá; entre el 15 y 18% en Japón, Alemania, Francia y el Reino Unido; y 21% en Corea del Sur.



### 3.2.2. Gasto público en investigación realizada en el sistema público de investigación

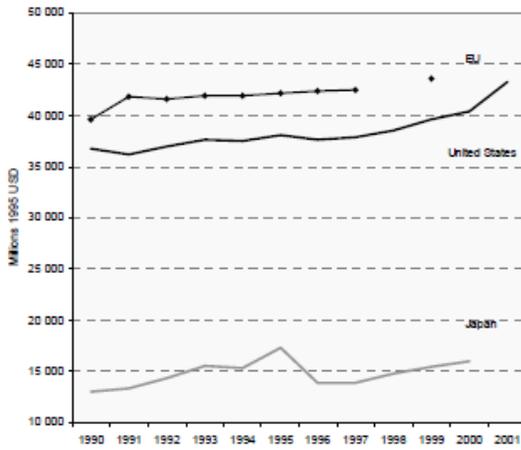
Sin embargo, en los países miembros de la OECD, el gasto público en relación al PIB para investigación realizada en universidades u otras instituciones públicas de investigación se mantuvo estable en 0,61% entre 1981 y 2000. Las tendencias entre países varían considerablemente, observándose un estancamiento o disminución en algunas de las mayores economías, como Francia, Reino Unido y Alemania, y un aumento en otras tales como Austria, Canadá, Portugal, España y los países nórdicos (OECD 2003(b)) (Figura 7).

Por tanto, el gasto público decreciente en I+D en términos relativos respecto a otras fuentes, no ha ido acompañado de una reducción en los fondos para realizar investigación en el sistema público de ciencia, lo que sugiere que la reducción del gasto público ha sido más bien en la fase de desarrollo o de investigación en el sector privado.

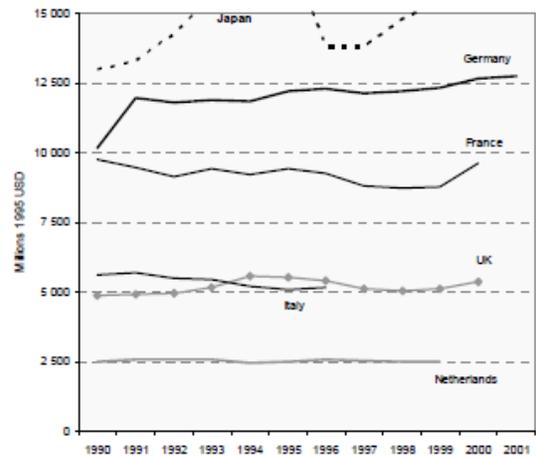
**Figura 7. Evolución del financiamiento gubernamental para investigación en el sector público**

**Figure 4.1. Development of government funding for public sector research**

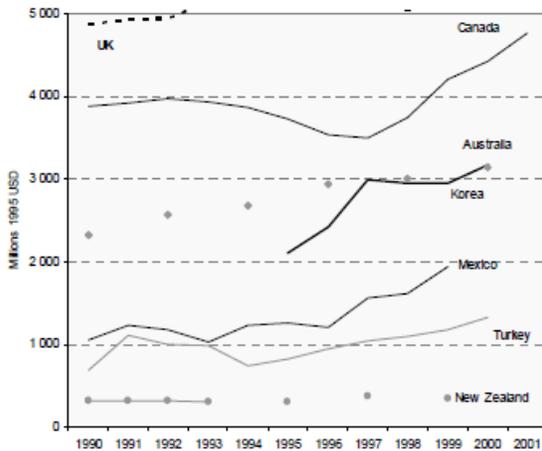
**US, EU and Japan**



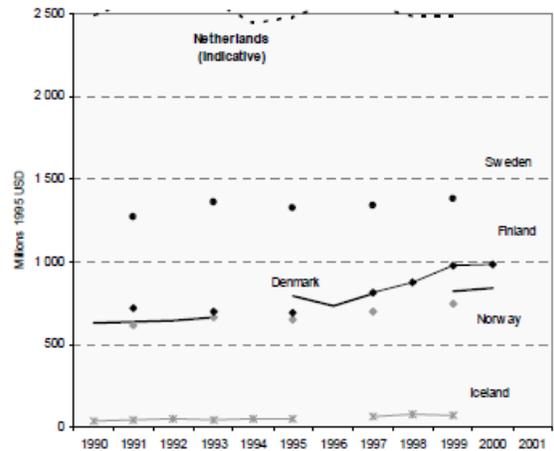
**The largest EU countries**



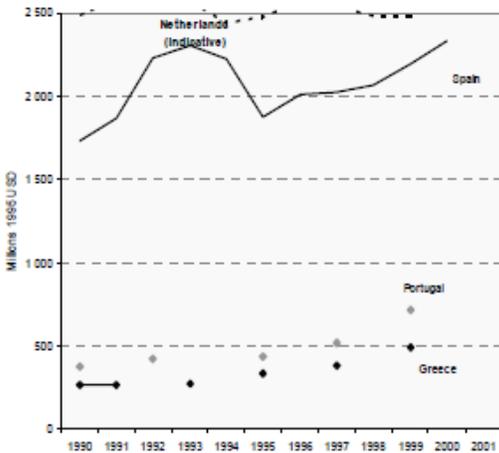
**Asia and America**



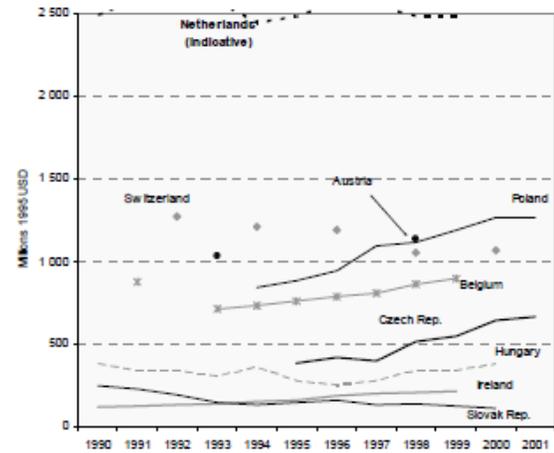
**Nordic countries**



**Southern European countries**



**Central and Eastern European countries**



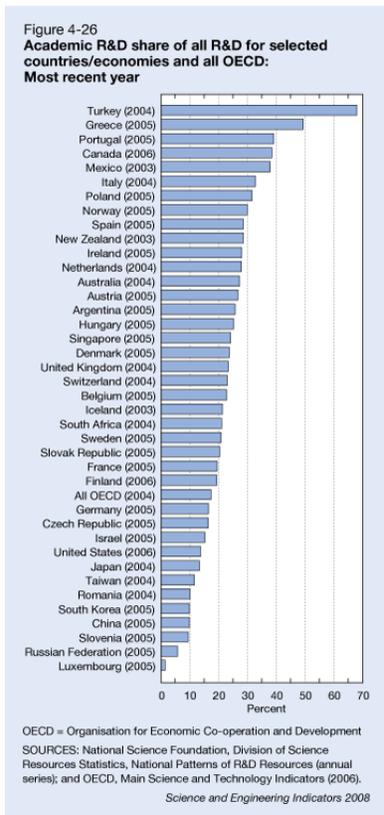
Fuente: OECD 2003(b)

Por otra parte, respecto al gasto total en investigación ejecutada en el sector con público, se observa que los roles de los diferentes sectores ha variado en los últimos 20 años. La tendencia agregada indica un aumento en la I+D financiada y ejecutada por la industria (variando de 50% y 66% en 1981 a 63% y 69% en 200, respectivamente) y una disminución en la proporción de gasto financiado por el sector público (de 45% en 1981 a alrededor de 30% en 2001) y ejecutado por el mismo (estable en 17% en la educación superior, pero decreciendo de 15% a 11% en otras instituciones públicas) (OECD 2003 (b)).

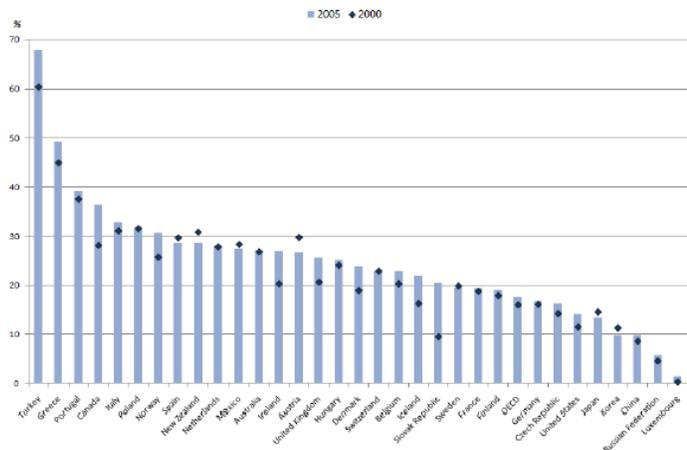
### 3.2.3. Ejecución de I+D en el sector académico/educación superior

En cuanto a ejecución de I+D, en la mayoría de los países de la OECD, el sector académico está en un distante segundo lugar en relación al sector industrial. En promedio para los países de la OECD, la proporción de I+D en el sector académico en relación al total de I+D fue de 17% (NSF 2008). La OECD presenta cifras similares para dicha proporción del gasto interno bruto en I+D, pero aludiendo directamente al sector de educación superior más que al académico.

**Figura 8. Porcentaje del gasto interno bruto en I+D ejecutado por el sector de educación superior (académico)**



**Figure 7.1. Percentage of gross domestic expenditure on R&D (GERD) performed by the higher education sector, 2000<sup>1</sup> and 2005<sup>2</sup>**



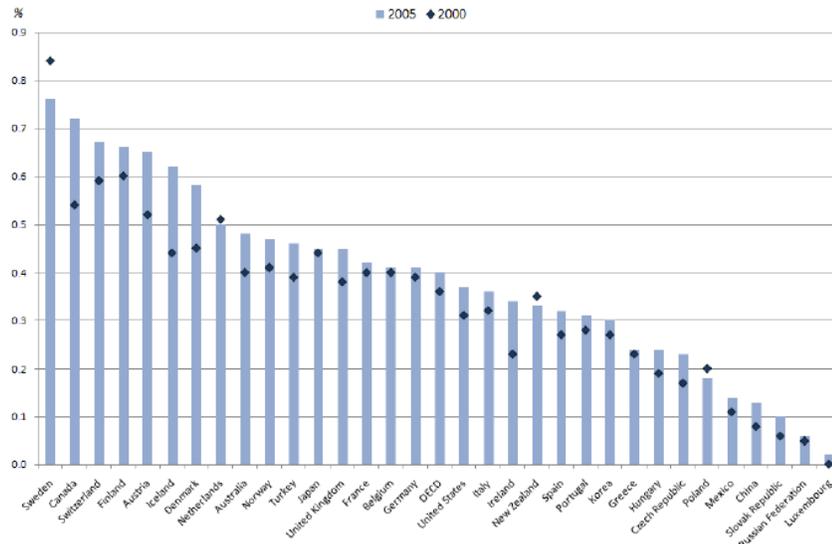
Fuente: OECD 2008

Fuente: NSF, 2008.

El gasto en I+D ejecutado en el sector de educación superior aumentó de 0,36% a 0,40% del PIB en el período entre 2000 y 2005 en los países de la OECD (OECD 2008). Todos los países mostraron un aumento en términos absolutos, siendo el promedio para la OECD de 7%, cifra notablemente más alta que el incremento anual en gasto en I+D en los sectores de gobierno e industria. China experimentó el mayor incremento promedio anual en el período, llegando a un 24%. Otros países tales como Rusia, la República Checa, Hungría, Austria, Canadá, España y México tuvieron incrementos de 10% anual o más.

**Figura 9. I+D en educación superior como porcentaje del PIB, 2000 y 2005**

**Figure 7.2. Higher Education Research and Development (HERD) as a percentage of GDP, 2000<sup>1</sup> and 2005<sup>2</sup>**



**Fuente: OECD 2008**

En Estados Unidos, según cifras de la National Science Foundation, la I+D académica alcanzó un 0,4% del PIB en 2006. La ejecución de I+D académica se estima que representa un 56% de la investigación básica del país, un 33% de la investigación total (básica y aplicada) y un 14% de toda la I+D ejecutada en Estados Unidos en 2006 (NSF 2008). Asimismo, en Estados Unidos, se observa la siguiente distribución de fuentes de financiamiento para la I+D académica en 2006: un 63% es provisto por el gobierno federal, un 19% es financiado por las mismas instituciones y un 5% por la industria (NSF 2008)<sup>11</sup>.

La

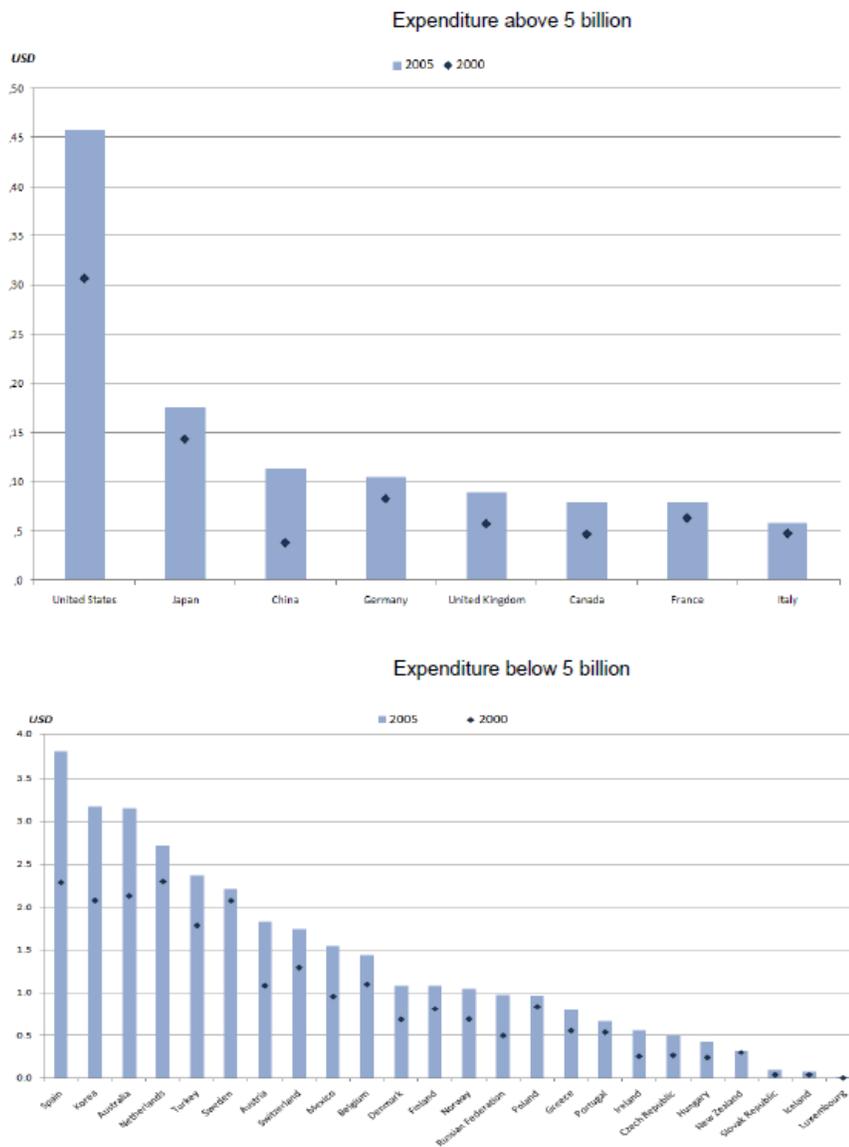
<sup>11</sup> Se asume que el 13% restante es financiado por los gobiernos locales y por fuentes internacionales.

Figura 10 muestra los niveles de gasto en I+D en educación superior, en términos absolutos y en PPP.

Figura 10. Gasto en I+D en educación superior, 2000 y 2005

Figure 7.3. Higher education expenditure on R&D, 2000<sup>1</sup> and 2005<sup>2</sup>

Billions of USD, current (PPP)



Fuente: OECD 2008

### 3.2.4. Gasto público en investigación básica

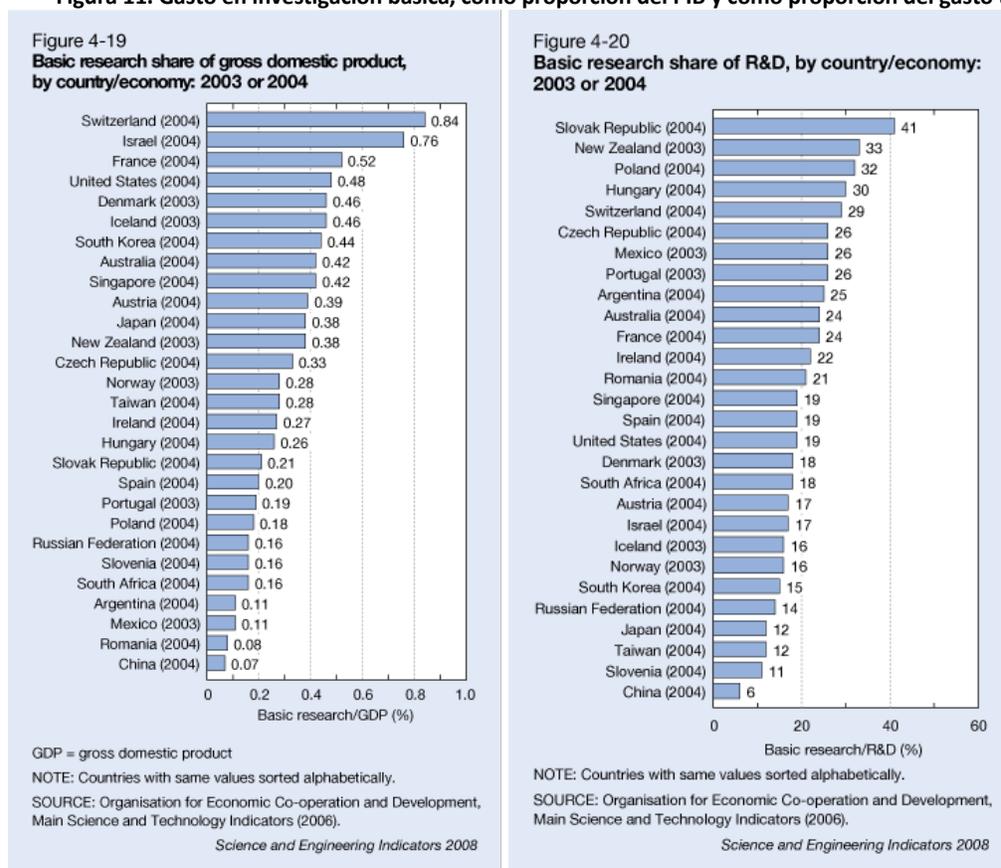
En 2003, la OECD señaló la dificultad existente para evaluar el gasto en investigación básica debido a distorsiones generadas en la entrega de información ya que los países tienden a catalogar la investigación básica de acuerdo a las instituciones en las que se desarrolla la investigación. Esto, sin considerar que aquellas instituciones que originalmente se dedicaban a la ciencia básica pueden también desarrollar otros tipos de investigación (OECD 2003(b)). Asimismo, la National Science Foundation de Estados Unidos señala que la estimación del gasto en investigación básica en relación al PIB usualmente involucra un elemento subjetivo mayor que en

otros indicadores de I+D, por tanto, aproximadamente el 40% de los países de la OECD no reporta este dato a nivel país (NSF 2008)<sup>12</sup>.

Los datos de Main Science and Technology Indicators, de la OECD (2006) muestran, para aquellos países que reportan datos, que el financiamiento a la investigación básica varía considerablemente en relación al PIB y en relación al total de gastos en I+D. Suiza destaca con un 0,84% del PIB dedicado a investigación básica. Esto refleja la alta concentración de I+D industrial en productos químicos y farmacéuticos y también la estrategia de focalizarse en productos especializados adoptada por muchas industrias suizas de alta tecnología. En tanto, los dos países latinoamericanos considerados en la muestra, México y Argentina, presentan un gasto en investigación básica del 0,11% del PIB.

Por otra parte, mientras la República Eslovaca gastó un 41% de sus recursos en I+D en investigación básica en 2004, Japón y China invirtieron sólo un 12% y 6% por el mismo concepto, respectivamente (Figura 11>Error! No se encuentra el origen de la referencia.). Sin embargo, este indicador no necesariamente coincide con el esfuerzo-país en términos del gasto en investigación básica como porcentaje del PIB. Por ejemplo, en España y EE.UU. el gasto en investigación básica representó el 19% del gasto total en I+D, pero el mismo gasto en relación al PIB representó el 0,2% en España y el 0,48% en el caso de Estados Unidos.

**Figura 11. Gasto en investigación básica, como proporción del PIB y como proporción del gasto total en I+D**



<sup>12</sup> La OECD no presenta promedios para el conjunto de países para estos indicadores, presumiblemente, por la cantidad de países sin datos.

Fuente: NSF 2008

Figura 12. Gasto en investigación básica como porcentaje del PIB

Table 6. Basic research expenditure as a percentage of GDP  
Tableau 6. Dépenses en recherche fondamentale en pourcentage du PIB

Percentage	Pourcentage						
	1995	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Australia / Australie	--	0.40 <sup>k</sup>	--	0.40 <sup>k</sup>	--	0.45 <sup>k</sup>	--
Austria / Autriche	--	0.37 <sup>k,m</sup>	--	0.39 <sup>k,m</sup>	--	0.41 <sup>k</sup>	--
Belgium / Belgique	--	--	--	--	--	--	--
Canada	--	--	--	--	--	--	--
Czech Republic / République tchèque	0.16 <sup>k</sup>	0.29 <sup>g,k</sup>	0.31 <sup>k</sup>	0.33 <sup>k</sup>	0.35 <sup>d</sup>	0.38	0.37
Denmark / Danemark	--	--	0.43	--	0.44	--	--
Finland / Finlande	--	--	--	--	--	--	--
France	0.51 <sup>k</sup>	0.52 <sup>k</sup>	0.52 <sup>k</sup>	0.51 <sup>k,k</sup>	0.50 <sup>k</sup>	0.50 <sup>k</sup>	--
Germany / Allemagne	--	--	--	--	--	--	--
Greece / Grèce	--	--	--	--	--	--	--
Hungary / Hongrie	0.18 <sup>d</sup>	0.25 <sup>d</sup>	0.25 <sup>d</sup>	0.26 <sup>a</sup>	0.22	0.21	0.20
Iceland / Islande	0.38 <sup>k</sup>	0.44 <sup>g,k</sup>	0.46 <sup>k</sup>	--	0.52 <sup>k</sup>	0.56 <sup>k</sup>	0.46
Ireland / Irlande	--	0.18 <sup>k</sup>	0.23 <sup>k</sup>	0.28 <sup>k</sup>	0.30 <sup>k</sup>	0.31 <sup>k</sup>	--
Italy / Italie	0.22 <sup>k</sup>	--	--	--	0.30 <sup>k</sup>	0.32 <sup>k</sup>	--
Japan / Japon	0.41 <sup>k,j</sup>	0.40 <sup>k</sup>	0.40 <sup>k</sup>	0.38 <sup>k</sup>	0.40 <sup>k</sup>	0.40 <sup>k</sup>	0.40 <sup>k</sup>
Korea / Corée	0.30 <sup>g,k</sup>	0.35 <sup>g,k</sup>	0.38 <sup>g,k</sup>	0.44 <sup>g,k</sup>	0.46 <sup>g,k</sup>	0.49 <sup>g,k</sup>	0.55 <sup>g,k</sup>
Luxembourg	--	--	--	--	--	--	--
Mexico / Mexique	0.09	--	0.09	--	--	--	--
Netherlands / Pays-Bas	0.19 <sup>k</sup>	--	--	--	--	--	--
New Zealand / Nouvelle-Zélande	--	--	0.41 <sup>k</sup>	--	0.35 <sup>k</sup>	--	0.37 <sup>k</sup>
Norway / Norvège	0.24 <sup>a</sup>	--	0.28	--	0.28	--	0.27
Poland / Pologne	0.20 <sup>g,o</sup>	0.18	0.18	0.18	0.17	0.16	0.17
Portugal	0.14 <sup>k</sup>	0.18 <sup>c</sup>	0.18	0.18 <sup>c</sup>	0.18	--	--
Slovak Republic / République slovaque	0.20 <sup>d</sup>	0.15	0.19	0.20	0.21	0.21	0.19
Spain / Espagne	0.16	0.15	0.20	0.20	0.20	0.19	--
Sweden / Suède	--	--	--	--	--	--	--
Switzerland / Suisse	--	--	--	0.83 <sup>k</sup>	--	--	--
Turkey / Turquie	--	--	--	--	--	--	--
United Kingdom / Royaume-Uni	--	--	--	--	--	--	--
United States / États-Unis	0.40	0.49	0.50	0.48	0.48	0.47	0.47 <sup>p</sup>
EU27 / UE27	--	--	--	--	--	--	--
<b>OECD-Total / OCDE-Total</b>	--	--	--	--	--	--	--
Argentina / Argentine	--	0.10 <sup>k</sup>	0.10 <sup>k</sup>	0.11 <sup>k</sup>	0.12 <sup>k</sup>	0.14 <sup>k</sup>	0.15 <sup>k</sup>
China / Chine	0.03 <sup>k,m</sup>	0.06 <sup>k</sup>	0.05 <sup>a</sup>	0.05	0.05	0.06	0.05
Israel / Israël	--	0.73 <sup>d</sup>	0.72 <sup>d</sup>	0.68 <sup>d</sup>	0.67 <sup>d,p</sup>	0.65 <sup>d,p</sup>	0.78 <sup>d,p</sup>
Romania / Roumanie	0.10	0.07	0.09	0.08	0.09	0.15	0.19
Russian Federation / Fédération de Russie	0.13	0.17	0.18	0.16	0.14	0.16	0.19
Singapore / Singapour	0.17 <sup>k</sup>	0.33 <sup>k</sup>	0.36 <sup>k</sup>	0.42 <sup>k</sup>	0.47 <sup>k</sup>	0.48 <sup>k</sup>	0.45 <sup>k</sup>
Slovenia / Slovénie	0.40	0.30	0.13	0.14	0.19	0.17	--
South Africa / Afrique du Sud	--	--	0.19 <sup>k</sup>	0.16 <sup>k</sup>	0.17 <sup>k</sup>	--	--
Chinese Taipei / Taipei chinois	--	0.24 <sup>k,k</sup>	0.27 <sup>k,k</sup>	0.27 <sup>k</sup>	0.25 <sup>k</sup>	0.26 <sup>k</sup>	0.26 <sup>k</sup>

Source: OECD, Main Science and Technology Indicators database, May 2009

Source : OCDE, base de données sur les Principaux indicateurs de la science et de la technologie, mai 2009

Fuente: OECD 2009 (c)

La forma en que los gobiernos apoyan la investigación básica para mantener o incluso establecer una base científica fuerte toma diversas formas. La mayoría de los países de la OECD provee este apoyo como aporte institucional a instituciones de educación superior o instituciones

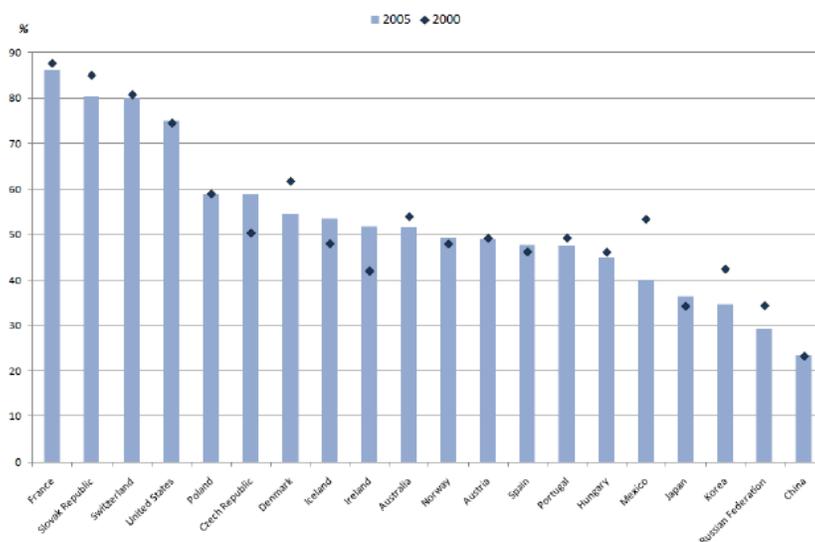
especiales para investigación fundamental de largo plazo (tales como la CNRS en Francia o la Sociedad Max Planck en Alemania). En este caso, las instituciones son totalmente autónomas en la gestión de sus recursos. En otros casos, se provee de financiamiento basado en contratos y en algunos países se han generado programas para promover la cooperación científica con la industria (tales como los *leading technological institutes* en Holanda). La tendencia general es que las instituciones dedicadas a la investigación básica están buscando más asociaciones con la industria y están comprometidas a una rápida transferencia para la aplicación de sus resultados de investigación (OECD 2003(b)).

### 3.2.4.1. Investigación básica ejecutada en educación superior

Un estudio reciente de la OECD sobre educación superior, que dispone de datos para diferenciar la investigación básica de otros tipos de investigación en este sector, señala lo siguiente. La proporción de investigación básica realizada en instituciones de educación superior (IES) en relación a todos los tipos de investigación, varía considerablemente, tanto en términos absolutos como en las tendencias observadas entre 2000 y 2005. En 2005, el rango fluctuó entre 86% en Francia a 23% en China. En el período de cinco años, la proporción de investigación básica en relación al total decreció en 11 de los 20 países representados en el análisis, siendo el más dramático México, cuya proporción decreció de 53% a 40%. En otros países como la República Checa o Irlanda, la proporción aumentó. La OECD concluye que los resultados muestran que el foco de I+D en las IES no es estático y puede estar relacionado a prioridades industriales, sociales o nacionales más amplias (OECD 2008).

**Figura 13. Proporción de investigación básica ejecutada en el sector de educación superior, 2000 y 2005, como porcentaje de todos los tipos de investigación en el sector de educación superior**

**Figure 7.4. Share of basic research performed within the higher education sector, 2000<sup>1</sup> and 2005<sup>2</sup>**  
As a percentage of all types of research in the higher education sector



Fuente: OECD 2008

En Estados Unidos para el año 2006, se observa la siguiente distribución del gasto en I+D académica por tipo de actividad: 74,5% en investigación básica, 21,5% en investigación aplicada y 3,9% en desarrollo (NSF 2008)<sup>13</sup>.

### 3.2.5. Selectividad en el gasto en I+D

En relación a la selectividad del gasto público en I+D, la OCDE presenta cifras sobre las asignaciones de presupuesto gubernamental para I+D (GBAORD, Government Budget Appropriations or Outlays for Research and Development) asociados a ciertos objetivos socioeconómicos. Dado que estas estimaciones están basadas en las declaraciones de presupuestos gubernamentales, éstas pueden clasificarse por objetivos. Los programas son asociados a objetivos en base a las intenciones con que se comprometieron los fondos y no necesariamente al contenido de los proyectos. Así, esta distribución refleja políticas aplicadas en un cierto momento.

La distribución para el total de la OCDE es<sup>14</sup>:

**Tabla 2. Asignaciones presupuestarias o desembolsos de gobierno para I+D civil por objetivos socioeconómicos para la OECD (porcentaje respecto al total)**

Desarrollo económico	Salud y medioambiente	Educación y sociedad	Programas de espacio	Investigación no orientada	Fondos generales a universidades	Total
41.824,9	49.644,8	5.991,2	17.700,4	29.763,6	46.203,6	287.002,8
15%	17%	2%	6%	10%	16%	100%

Fuente: cálculos propios en base a OECD 2009 (c)

Los detalles para un conjunto de países se presentan a continuación.

<sup>13</sup> Appendix table 5-1

<sup>14</sup> Se considera en este cálculo el total de asignaciones presentadas en el año 2006 de MM USD 287.002,8 en PPP. Se utiliza ésta ya que es mayor a la suma de las seis áreas, asumiéndose que hay otros gastos en I+D.

Tabla 3. Asignaciones presupuestarias o desembolsos de gobierno para I+D civil por objetivos socioeconómicos (en millones de dólares PPP corrientes)

Table 62. Civil GBAORD by socio-economic objectives (million current PPP\$)  
Tableau 62. CBPRD civils par objectifs socio-économiques (millions \$ PPA courantes)  
2009 or latest year available / 2009 ou dernière année disponible

	Economic development / Développement économique	Health and environment / Santé et l'environnement	Education and society / Enseignement et société	Space programmes / Programmes spatiaux	Non-oriented research / Recherche non orientée	General university funds / Fonds généraux des universités
Australia / Australie	1 873.3 <sup>h,p</sup>	1 129.7 <sup>h,p</sup>	77.0 <sup>h,p</sup>	34.8 <sup>h,p</sup>	497.8 <sup>h,p</sup>	913.8 <sup>h,p</sup>
Austria / Autriche	409.6 <sup>h,p</sup>	167.8 <sup>h,p</sup>	43.2 <sup>h,p</sup>	9.4 <sup>h,p</sup>	296.0 <sup>h,p</sup>	1 265.2 <sup>h,p</sup>
Belgium / Belgique	552.1	112.5	401.9	253.4	563.7	382.2
Canada	1 933.6 <sup>h</sup>	1 573.4 <sup>h</sup>	229.9 <sup>h</sup>	283.8 <sup>h</sup>	625.7 <sup>h</sup>	1 950.1 <sup>h</sup>
Czech Republic / république tchèque	369.5 <sup>h</sup>	166.7 <sup>h</sup>	29.3 <sup>h</sup>	36.4 <sup>h</sup>	509.0 <sup>h</sup>	465.0 <sup>h</sup>
Denmark / Danemark	304.1 <sup>p</sup>	182.9 <sup>p</sup>	135.4 <sup>h,p</sup>	28.3 <sup>p</sup>	308.0 <sup>p</sup>	736.0 <sup>p</sup>
Finland / Finlande	755.1 <sup>h,p</sup>	161.6 <sup>p</sup>	99.5 <sup>h,p</sup>	31.0 <sup>p</sup>	323.9 <sup>h,p</sup>	488.6 <sup>h,p</sup>
France	2 739.2 <sup>p</sup>	1 693.1 <sup>p</sup>	406.4 <sup>p</sup>	1 414.0 <sup>p</sup>	722.2 <sup>p</sup>	4 400.3 <sup>p</sup>
Germany / Allemagne	4 748.6 <sup>h</sup>	2 209.2 <sup>h</sup>	880.5 <sup>h</sup>	1 119.4 <sup>h</sup>	3 972.1 <sup>h</sup>	9 080.9 <sup>h</sup>
Greece / Grèce	171.3 <sup>p</sup>	119.2 <sup>p</sup>	40.0 <sup>p</sup>	19.8 <sup>p</sup>	107.2 <sup>p</sup>	475.8 <sup>p</sup>
Hungary / Hongrie	307.5	162.5	57.9	14.7	31.7	57.7
Iceland / Islande	28.2 <sup>h</sup>	9.7 <sup>h</sup>	60.8 <sup>h</sup>	.. <sup>b</sup>	0.0 <sup>h</sup>	14.5 <sup>h</sup>
Ireland / Irlande	320.9 <sup>p</sup>	88.0 <sup>p</sup>	58.7 <sup>p</sup>	0.0 <sup>p</sup>	369.9 <sup>p</sup>	255.0 <sup>p</sup>
Italy / Italie	2 714.4	2 204.4	1 477.9	764.2	647.5	3 528.9
Japan / Japon	8 866.0 <sup>h</sup>	2 106.2 <sup>h</sup>	273.7 <sup>h</sup>	2 160.1 <sup>h</sup>	5 281.2 <sup>h</sup>	10 429.1 <sup>h</sup>
Korea / Corée	5 883.2 <sup>h,p</sup>	1 610.1 <sup>h,p</sup>	260.4 <sup>h</sup>	447.5 <sup>h,p</sup>	3 275.3 <sup>h,p</sup>	.. <sup>n</sup>
Luxembourg	42.3	16.0	25.7	0.8	40.6	22.7
Mexico / Mexique	615.9	427.2	78.6	0.0	.. <sup>n</sup>	1 483.7 <sup>h</sup>
Netherlands / Pays-Bas	1 116.9 <sup>h,p</sup>	275.8 <sup>h,p</sup>	169.9 <sup>h,p</sup>	139.6 <sup>h,p</sup>	825.8 <sup>h,p</sup>	2 143.9 <sup>h,p</sup>
New Zealand / Nouvelle-Zélande	10.9	144.4	9.7	0.0	306.9	178.6
Norway / Norvège	376.0 <sup>p</sup>	311.5 <sup>p</sup>	128.2 <sup>p</sup>	49.0 <sup>p</sup>	230.3 <sup>p</sup>	637.3 <sup>p</sup>
Poland / Pologne	316.2	89.8	15.1	2.6	1 392.5	87.7
Portugal	582.1	231.3	99.5	9.3	287.9	668.7
Slovak Republic / République slovaque	53.3 <sup>p</sup>	33.4 <sup>p</sup>	24.6 <sup>p</sup>	1.2 <sup>p</sup>	104.7 <sup>p</sup>	80.2 <sup>p</sup>
Spain / Espagne	5 756.4	2 473.0	518.4	488.8	1 623.4	2 410.5
Sweden / Suède	419.6 <sup>p</sup>	82.5 <sup>p</sup>	50.4 <sup>p</sup>	20.7 <sup>p</sup>	676.5 <sup>p</sup>	1 167.3 <sup>p</sup>
Switzerland / Suisse	91.6 <sup>h</sup>	32.5 <sup>h</sup>	44.3 <sup>h</sup>	88.6 <sup>h</sup>	531.6 <sup>h</sup>	1 272.9
Turkey / Turquie	..	..	..	..	..	..
United Kingdom / Royaume-Uni	786.4	2 806.0	486.9	238.9	2 806.7	3 272.9
United States / États-Unis	6 774.8 <sup>h,p</sup>	33 305.0 <sup>h,p</sup>	1 273.6 <sup>h,p</sup>	11 676.5 <sup>h,p</sup>	8 744.4 <sup>h,p</sup>	..
European Commission / Commission européenne	1 520.8 <sup>p</sup>	1 284.1 <sup>p</sup>	43.5 <sup>p</sup>	0.0 <sup>p</sup>	0.0 <sup>p</sup>	..
EU27 / UE27	19 074.7 <sup>h,p</sup>	11 626.6 <sup>h,p</sup>	3 244.3 <sup>p</sup>	4 518.2 <sup>h,p</sup>	14 132.1 <sup>h,p</sup>	30 251.6 <sup>h,p</sup>
<b>OECD-Total / OCDE-Total</b>	<b>41 824.9<sup>h,p</sup></b>	<b>49 644.8<sup>h,p</sup></b>	<b>5 991.2<sup>h,p</sup></b>	<b>17 700.4<sup>h,p</sup></b>	<b>29 763.6<sup>h,p</sup></b>	<b>46 203.6<sup>h,p</sup></b>
Argentina / Argentine	937.1 <sup>h,h</sup>	373.7 <sup>h,h</sup>	110.6 <sup>h,h</sup>	151.8 <sup>h,h</sup>	270.3 <sup>h,h</sup>	112.0 <sup>h,h</sup>
China / Chine	..	..	..	..	..	..
Israel / Israël	431.7 <sup>p</sup>	25.9 <sup>p</sup>	49.0 <sup>p</sup>	3.7 <sup>p</sup>	35.3 <sup>p</sup>	566.5 <sup>p</sup>
Roumania / Roumanie	360.7	136.0	43.9	29.0	165.8	..
Russian Federation / Fédération de Russie	1 216.9 <sup>h</sup>	227.3 <sup>h</sup>	152.6 <sup>h</sup>	1 128.8 <sup>h</sup>	..	..
Singapore / Singapour	..	..	..	..	..	..
Slovenia / Slovénie	66.1	17.4	22.9	0.0	148.2	8.6
South Africa / Afrique du Sud	..	..	..	..	..	..
Chinese Taipei / Taipei chinois	1 981.1	1 218.6	133.8	163.4	1 418.7	512.6

Source: OECD, Main Science and Technology Indicators database, May 2009

Source : OCDE, base de données sur les Principaux indicateurs de la science et de la technologie, mai 2009

Fuente: OECD 2009 (c)

El ítem de educación y sociedad involucra programas de I+D con los propósitos de educación; cultura, recreación, religión y medios; y sistemas políticos y sociales, estructuras y procesos. El ítem de investigación no orientada involucra programas de investigación financiados con el objeto del avance del conocimiento. El ítem fondos generales a universidades corresponde a la

estimación de los 'block grants' otorgados al sector de educación superior. Esta categoría por lo general está ausente o sub-estimada en países en que sólo el gobierno federal está incluido.

En el ámbito Europeo, y considerando categorías de objetivos diferentes a aquellas utilizadas en el ámbito de la OECD, de las asignaciones presupuestarias o desembolsos de gobierno para I+D, la más importante es aquella para 'fondos generales a universidades' (GUF, Research financed from General University Funds) con un 31,4%. Este fue el principal desembolso para la UE-27 y para los 13 estados miembros para los cuales se dispone de información, más Noruega, Suiza y Japón. Por otra parte, la 'investigación no orientada' fue el segundo objetivo socioeconómico más importante en la UE-27, con un 15,1% de las asignaciones, siguiéndole 'defensa' con un 13,3% (Eurostat, 2008). Además de las diferencias en categorías y universos, las cifras de Eurostat incluyen gasto en defensa, ítem no considerado en las anteriores cifras de la OECD, lo que genera parte de las brechas entre ambas fuentes.

Tabla 4. Asignaciones presupuestarias o desembolsos de gobierno para I+D por objetivos socioeconómicos para la UE-27 y otros países seleccionados, 2005

Table 6: Total GBAORD in EUR million and by socio-economic objectives as a % of total, EU-27 and selected countries — 2005

	Exploration and exploitation of the earth	Infra structure and general planning of land-use	Control and care of the environment	Protection and improvement of human health	Production, distribution and rational utilization of energy	Agricultural production and technology	Industrial production and technology	Social structures and relationships	Exploration and exploitation of space	Research financed from GUF	Non-oriented research	Other civil research	Defence	Total civil GBAORD	Total GBAORD in m.eur
EU-27	1.7 s	1.7 s	2.7 s	7.4 s	2.7 s	3.5 s	11.0 s	3.1 s	4.9 s	31.4 s	15.1 s	1.6 s	13.3 s	86.7	81 328 s
BE	0.6	0.9	2.3	1.9	1.9	1.3	33.4	4.0	8.4	17.8	24.2	2.9	0.3	99.7	1 788
BG	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
CZ	2.3	4.1	2.9	6.8	2.4	5.0	11.9	2.8	0.8	25.4	27.3	5.7	2.5	97.5	552
DK	0.6	0.9	1.7	7.2	1.7	5.6	6.3	6.3	2.0	45.3	20.6	1.2	0.7	99.3	1 482
DE	1.8 l	1.8 l	3.4 l	4.3 l	2.8 l	1.8 l	12.6 l	3.9 l	4.9 l	40.6 l	16.3 l	0.7 l	5.8 l	94.2 l	17 221
EE	0.3 e	8.1 e	5.4 e	4.3 e	2.2 e	13.5 e	5.8 e	6.4 e	0.0 e	:	49.2 e	4.0 e	1.0 e	99.0 e	45 e
IE	2.4	0.0	0.8	5.3	:	8.9	14.2	2.4	1.5	64.3	0.1	:	:	100.0	751
EL	3.4	2.2	3.6	7.0	2.1	5.4	9.0	5.3	1.6	42.2	17.0	0.8	0.5	99.5	636
ES	1.6	5.5	3.0	8.2	2.2	6.3	18.5	2.2	3.5	17.8	11.0	3.7	16.4	83.6	7 634
FR	0.9 p	0.6 p	2.7 p	6.1 p	4.5 p	2.3 p	6.2 p	0.4 p	9.0 p	24.8 p	17.8 p	2.3 p	22.3 p	77.7 p	15 950 p
IT	2.9	1.0	2.7	9.9	4.0	3.4	12.9	5.3	8.0	40.3	5.8	0.1	3.6	96.4	9 577
CY	1.9	1.5	1.1	10.4	0.4	23.5	1.3	8.2	:	28.7	22.9	:	:	100.0	44
LV	0.6	2.3	0.6	4.0	1.7	7.3	5.1	1.7	1.1	:	74.6	:	1.1	98.9	25
LT	2.6	1.8	6.8	12.4	3.4	17.5	6.0	20.1	:	:	:	29.3	0.2	99.8	74
LU	0.5	3.4	3.1	7.8	0.6	1.8	21.0	16.4	:	16.4	25.6	3.4	:	100.0	95
HU	2.9	2.1	9.7	13.1	10.4	16.4	19.6	9.1	2.3	9.1	5.0	0.3	0.1	99.9	329
MT	:	0.0	:	:	0.1	5.6	:	6.9	:	86.9	:	0.6	:	100.0	9
NL	0.3 bp	3.6 bp	1.2 bp	3.8 bp	2.2 bp	6.1 bp	11.5 bp	2.1 bp	2.5 bp	49.0 bp	10.8 bp	4.6 bp	2.2 bp	97.8 bp	3 557 bp
AT	2.1 pl	2.2 pl	1.9 pl	4.4 pl	0.8 pl	2.5 pl	12.8 pl	3.4 pl	0.9 pl	55.0 pl	13.1 pl	0.9 pl	0.0 pl	100.0 pl	1 593 pl
PL	1.8	1.2	2.4	1.9	0.9	1.3	5.9	0.9	0.0	5.3	76.9	0.2	1.3	98.7	719
PT	1.6	4.5	3.5	7.6	0.9	9.9	15.1	3.4	0.2	38.8	10.4	3.4	0.6	99.4	1 082
RO	1.2	3.4	2.1	4.4	0.9	4.3	10.7	0.3	2.4	:	40.9	27.8	1.7	98.3	174
SI	0.4	0.8	3.1	2.0	0.5	3.2	22.6	2.7	:	:	59.7	0.2	4.9	95.1	167
SK	:	0.6	1.0	3.3	1.6	11.5	5.0	3.6	:	25.6	35.9	3.5	8.3	91.7	108
FI	1.0	2.0	1.8	5.9	4.8	5.9	26.1	6.1	1.8	26.1	15.2	:	3.3	96.7	1 614
SE	0.7	3.8	2.2	1.0	2.3	2.2	5.4	5.0	1.2	46.1	12.7	:	17.4	82.6	2 561
UK	2.3 p	1.1 p	1.8 p	14.7 p	0.4 p	3.3 p	1.7 p	3.5 p	2.0 p	21.7 p	16.0 p	0.5 p	31.0 p	69.0 p	12 950 p
IS	:	8.4 p	0.4 p	7.3 p	2.2 p	21.3 p	2.3 p	8.9 p	:	33.1 p	16.1 p	:	:	100.0 p	186 p
NO	1.9	1.9	2.0	11.0 11	2.9	8.5	8.2	6.3	2.1	36.2	12.6	:	6.4	93.6	1 727
CH	0.3 l	0.6 l	0.1 l	1.8 l	1.0 l	2.8 l	3.4 l	1.9 l	4.0 l	58.9 l	9.8 l	14.9 l	0.4 l	99.6 l	2 189 l
JP	1.8 l	4.2 l	0.9 l	3.9 l	17.1 l	3.3 l	7.1 l	0.7 l	6.7 l	33.5 l	15.6 l	:	5.1 l	94.9 l	26 840 l
RU	1.5	1.4	1.6	2.0	2.0	9.9	11.2	2.0	10.1	:	14.0	0.9	43.5	56.5	2 186
US	0.7 pl	1.5 pl	0.4 pl	22.8 pl	1.1 pl	1.9 pl	0.4 pl	1.1 pl	7.9 pl	:	5.6 pl	:	56.6 pl	43.4 pl	106 025 pl

Exceptions to the reference year:  
2004: CH and JP;  
2001: RU by NABS.

Source: Eurostat - GBAORD statistics, OECD - MSTI

Footnote 'l':

DE: Unrevised breakdown not adding to the revised total.

AT, CH, JP and US: Federal or central government only.

US (total): Excludes data for the R&D content of general payment to the Higher Education sector for combined education and research (public GUF).

Fuente: Eurostat 2008.

### 3.2.6. Distribución del gasto en actividad científica

---

Se presentan a continuación dos casos para los cuales se dispone información respecto a la distribución del gasto en actividad científica. En el caso del Reino Unido, se hace referencia al gasto público en investigación y en el caso de España se presentan datos para agentes financiadores y ejecutores de I+D tanto públicos como privados.

#### *Caso Reino Unido*

En el Reino Unido la investigación académica tiene un sistema de financiamiento público dual. Los Consejos de Investigación (Research Councils) proveen subsidios para proyectos y programas específicos, mientras que los Consejos de Financiamiento a la Educación Superior proveen financiamiento basal (block grants) para apoyar la infraestructura de investigación y permitir que las instituciones realicen investigación de punta de acuerdo a sus elecciones. Este financiamiento también provee la capacidad para desarrollar investigación encargada por el sector privado, los departamentos de gobierno, la Comisión Europea y otras entidades (RCUK, 2009).

Los fondos de investigación de los Consejos se otorgan sobre la base de las solicitudes presentadas por investigadores individuales, que están sujetas a revisión de expertos independientes. Los subsidios se asignan en base al potencial de investigación y son independientes de la ubicación geográfica. El apoyo de los Consejos de Financiamiento a la investigación se distribuye sobre la base de la excelencia de los distintos departamentos en las instituciones de educación superior, utilizando los resultados del Ejercicio de Evaluación de Investigación (Research Assessment Exercise, RAE).

Hay cuatro Consejos de Financiamiento en el Reino Unido, apoyados por el Departamento de Comercio, Innovación y Formación y los Departamentos de Educación. Estos financian investigación universitaria relevante a sus misiones lo que representa un rango amplio que incluye investigación básica, aplicada y desarrollo de servicios. Por ejemplo, el Consejo de Investigación para el Medioambiente Natural (NERC), define cuatro modos de financiamiento (OCDE 2003(a)):

- Financiamiento no temático dedicado a investigación teórica- básica, en áreas seleccionadas por los postulantes ('blue sky'): 20%
- Financiamiento temático que financia investigación básica, estratégica, aplicada y desarrollo en áreas identificadas por el NERC: 15%
- Financiamiento estratégico central que apoya investigación a largo plazo (10 a 15 años) principalmente vinculada a la recopilación y monitoreo de datos
- Infraestructura financia centros NERC proveyendo apoyo, equipamiento y servicios tales como la provisión de barcos y aviones.

Los criterios de evaluación de las postulaciones tienen como eje principal la excelencia científica. Además de esto, se evalúan bajo la luz de la relevancia en áreas estratégicas de los Consejos de Investigación y del grado en el que se tratan necesidades sociales. Por otra parte el apalancamiento de recursos de empresas también es un criterio. Por ejemplo, el comité de investigación y estrategia, en igualdad de condiciones, da prioridad a aquellos proyectos en que la contribución financiera de la industria es mayor o igual a 15%.

#### *Caso España*

La investigación en España es realizada principalmente por Organizaciones Públicas de Investigación (26,8%) y por Instituciones de Educación Superior (62,5%). La distribución del gasto en I+D por tipo de institución ejecutante y tipo de investigación o desarrollo ejecutado se presenta en la siguiente tabla. Como se acotó anteriormente, se observa que alrededor de un 20% de la I+D ejecutada en todos los sectores corresponde a investigación básica, mientras que un 44% corresponde a investigación aplicada y un 36% a desarrollo. En el ámbito de educación superior, en tanto, un 46% se dedica a investigación básica y un 39% a investigación aplicada.

**Tabla 5. Gasto en I+D ejecutado por tipo de organización (en MM EUR 2007)**

	Total expenditures	R&D Basic R&D Current expenditures						
			By agents		By type of R&D (%)*			
	Euros	(%)	Basic Research	Applied Research	Development	Total	Euros	%
Public Administration	1,912	17.6	30.65	57.32	12.08	100	586	26.8
Higher Education	2,940	27.1	46.46	39.08	14.42	100	1,366	62.5
Enterprises	5,974	55.1	3.80	41.36	54.84	100	227	10.4
Others	20	0.2	40.00	55.00	5.00	100	8	0.4
<b>Total</b>	<b>10,846</b>	<b>100</b>	<b>20.16</b>	<b>43.58</b>	<b>36.25</b>	<b>100</b>	<b>2,187</b>	<b>100</b>

**The total Spanish R&D expenditures are 13,342m.**

**This estimation is based on the current R&D expenditures (excluding capital investments).**

Fuente: citado por Comisión Europea, CORDIS 2009, de Instituto Nacional de Estadísticas de España

### 3.2.6.1. Porcentaje del gasto público en equipamiento

#### *Proporción del gasto en equipamiento e infraestructura del gasto en I+D en educación superior*

Las OECD presenta cifras sobre los costos asociados a instrumentos y equipamiento adquirido para ejecutar I+D en el sector de educación superior en relación a todos los tipos de costo en I+D en instituciones de educación superior. Estas indican que la proporción varía entre Polonia, con un 17% y Rusia, con un 1% (OECD 2008). Se observa que los países con más altas proporciones (12 a 17%) en general son países con sistemas de I+D menos desarrollados que aquellos con proporciones en torno al 5% que tienen sistemas de I+D más consolidados.

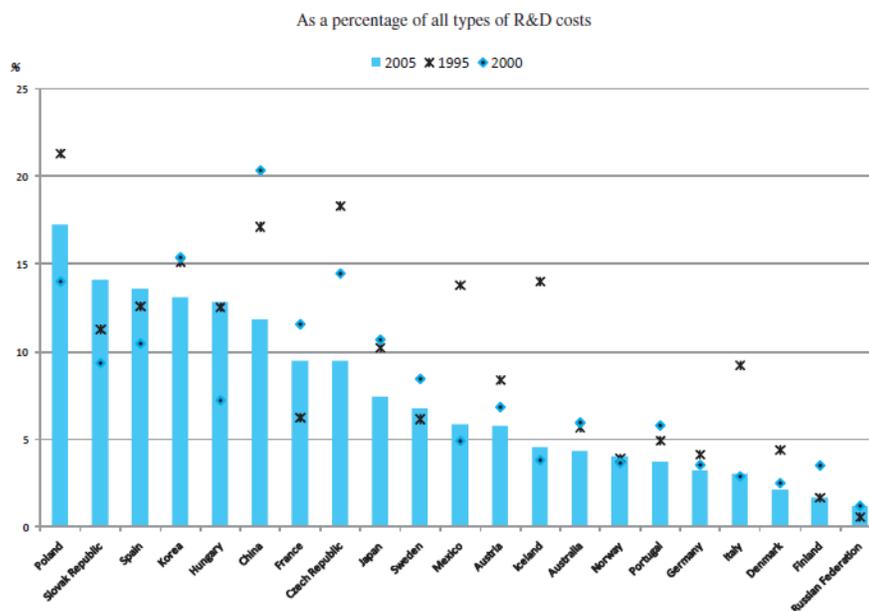
Entre 1995 y 2005, se observa una tendencia a disminuir el financiamiento para infraestructura, habiendo decrecido en 14 países de los presentados en la Figura 14 la proporción de gasto en infraestructura y equipamiento. Esta disminución puede representar una caída en el costo relativo de instrumentos y equipamiento en relación a otros, tales como salarios de personal de I+D o costos administrativos y de mantención. Puede de igual manera, representar una caída en los costos absolutos de financiamiento para equipamiento.

La OECD hace referencia a un análisis comparativo sobre compra y uso de equipamiento para investigación de gran escala en universidades de Estados Unidos y en el Reino Unido (Flanagan et

al., 2002). Este indica que el financiamiento limitado y la demora en la compra de equipamiento puede impedir la competitividad internacional. Además, indica que los problemas pueden ser más pronunciados en el Reino Unido ya que el financiamiento para infraestructura de investigación es poco sistemático e involucra la presentación sucesiva de postulaciones para la concesión de subsidios (OECD 2008).

**Figura 14. Gasto en instrumentos y equipamiento para I+D en el sector de educación superior como porcentaje de todos los gastos de I+D en el sector**

Figure 7.16. Expenditure on R&D instruments and equipment in the higher education sector, 1995, 2000 and 2005



Countries are ranked in descending order of the expenditure on R&D instruments and equipment in the higher education sector in 2005.

Note: For '1995' data, the reference year is 1998 for China, 1997 for Sweden, 1996 for Korea and the Slovak Republic, 1993 for Austria, and 1992 for Italy. For '2000' data, the reference year is 2001 for Sweden, and 1998 for Austria. For '2005' data, the reference year is 2003 for Mexico, Portugal and Sweden, and 2004 for Australia, Austria, Denmark, France, Germany, Italy and Spain.

Source: OECD, R&D database, 2007.

### 3.2.6.2. Gasto en I+D en educación superior financiado por la industria

En 2007, en los países de la OECD un 6,3% de la I+D ejecutada en el sector de educación superior fue financiado por empresas. El rango es amplio, variando desde un 23,8% en Turquía a un 0,7% en la República Checa. Algunas de las grandes economías presentan las siguientes proporciones: Alemania, 14,2%; Francia, 1,7%; Japón, 2,9%; Reino Unido, 4,8%; Estados Unidos, 5,4% (OECD, 2009(c)).

### 3.3. Balance entre modalidades de financiamiento

La mayoría de los países de la OECD ha incorporado cambios en sus agendas de financiamiento a la investigación debido a requerimientos por mayor rendición de cuentas del gasto público, mayor flexibilidad de las instituciones de investigación para adaptarse a los cambios del entorno y una mejor inclusión de los objetivos socio-económicos en los programa de investigación. Estos cambios buscan incrementar la excelencia, fomentar la investigación multidisciplinar, superar rigideces institucionales para facilitar la colaboración entre diferentes instituciones y apoyar a nuevos investigadores. En la mayoría de los casos, a través de nuevos programas, se dispone de mecanismos de financiamiento más flexibles y competitivos dirigidos a áreas prioritarias. En algunos casos, los programas buscan fortalecer la investigación, en particular la básica (Canadá, Corea, Italia y Noruega) (OECD 2003 (b)).

Además, muchos gobiernos intentan reducir el financiamiento basal sin vínculos o introducir más instrumentos basados en desempeño para las instituciones. Incluso países en que tradicionalmente la mayor parte del financiamiento a universidades era provista sin rendición de cuentas, están cambiando de enfoque. Algunos países que evalúan la investigación en sus universidades regularmente, han introducido criterios de desempeño en las formas de financiamiento o han generado acuerdos de desempeño con las instituciones que deben ser revisados y renovados regularmente (Australia, Finlandia, Dinamarca e Islandia). Al mismo tiempo que se introducen enfoques basados en desempeño, los gobiernos intentan dar más autonomía y flexibilidad a las instituciones de investigación por el uso de los fondos recibidos. Por ejemplo, en Dinamarca se les permite decidir qué proporción de los fondos los destinan a investigación o a docencia y en Alemania se les da la posibilidad de traspasar recursos de un año a otro. La siguiente tabla muestra algunos de los nuevos tipos de financiamiento observados en el estudio de 2003.

Tabla 6. Nuevos mecanismos de financiamiento e instrumentos de programas

Table 4.3. New funding schemes and programme instruments

Shift to more performance-based and competitive funding programmes	Promotion of co-operation with the private sector	New centres of excellence	New foundations/funds (established with public money)	New problem-oriented research programmes
Australia	Australia	Australia	Canada	Canada
Austria	Austria	Austria	Denmark	Czech Republic
Canada	Belgium	Canada	Hungary	Denmark
Czech Republic	Canada	Czech Republic	Norway	France
Germany	Denmark	Denmark	Sweden	Germany
Hungary	Finland	Finland		Hungary
Japan	France	Hungary		Iceland
	Hungary	Japan		Italy
	Iceland	Korea		Japan
	Italy	Netherlands		Netherlands
	Japan	Norway		Norway
	Netherlands	Switzerland		Portugal
	Norway			Sweden
	Portugal			Switzerland
	Switzerland			

Fuente: OECD 2003 (b)

Otro estudio internacional de la OECD sobre educación terciaria, señala diversas consideraciones necesarias de tener en cuenta en la planificación de largo plazo del financiamiento a la I+D+i y en particular en relación al cambio hacia financiamiento basado en proyectos. Destacan las siguientes:

- El financiamiento competitivo puede promover investigación más ad hoc y de corto plazo cuando los mecanismos de evaluación y estructuras de incentivos se focalizan en outputs cuantificables e inmediatos. Esto puede generar que los investigadores se muestren más reacios a desarrollar investigación que no produce tales resultados en períodos de tiempo cortos.
- Adicionalmente, debido a que el financiamiento es competitivo, la sustentabilidad de éste no está garantizada, lo que puede impedir la autonomía de los investigadores para trabajar en áreas controversiales o de mayor riesgo. Esto podría impactar la posibilidad de lograr resultados novedosos.
- Por su parte, se argumenta que la investigación podría volverse más homogénea ya que la investigación 'segura' es premiada.
- Si el financiamiento por proyectos tienen una duración corta, esto puede significar que los investigadores requieran de considerable tiempo para preparar las postulaciones para asegurar el financiamiento con una base más frecuente. Esto es particularmente aplicable a investigadores jóvenes.
- La fase de la carrera de los investigadores debe considerarse, en el sentido de si requieren de resultados rápidos para presentar su próxima postulación o si son lo suficientemente senior para ganar un subsidio de más largo plazo.

La OECD indica tres mecanismos principales para asignar fondos gubernamentales a la actividad científica en instituciones de educación terciaria (OECD 2008):

- Financiamiento básico de investigación (core funding) - una subvención de bloque (block grant) que se proporcionan periódicamente.
- Financiamiento a centros - fondos asignados a centros de investigación específicos (los que incluyen centros de excelencia), y
- Financiamiento basado en proyectos - fondos otorgados a investigadores individuales o a un grupo de ellos sobre la base de una solicitud de proyecto para llevar a cabo una investigación específica.

Estos tres mecanismos de asignación están sujetos a otros criterios incluyendo tendencias históricas, decisiones políticas, negociaciones con autoridades, fórmulas de financiamiento a la investigación y procesos competitivos.

Algunos países combinan financiamiento basado en proyectos con financiamiento básico y a centros, proveyendo así una base estable de financiamiento. Japón cambió de una estructura de financiamiento asignado periódicamente mediante fórmulas, a un sistema asignado sobre una base competitiva. Esto, a través de instrumentos como subsidios para la investigación científica, 'centros de excelencia para el siglo XXI' y 'centros de excelencia globales'. En Portugal, se planificó que la proporción de financiamiento competitivo y semi-competitivo aumentara de 26% en 2006 a 37% en 2007 como parte del aumento de gasto público en ciencia y tecnología (OECD 2008).

El financiamiento básico a la investigación así como el financiamiento a centros también puede ser competitivo. El arquetipo del financiamiento basal competitivo es el caso del Ejercicio de Evaluación de la Investigación (RAE, Research Assessment Exercise) del Reino Unido. Esta es una evaluación periódica para evaluar la calidad de la investigación utilizada en la distribución de fondos públicos a la investigación. Este modelo ha inspirado otros esquemas en Hong Kong, Nueva Zelandia y Australia. El modelo del RAE presenta atributos positivos tales como dirigir los fondos a los mejores ejecutores, elevar el perfil de la actividad investigadora y mejorar la calidad de la investigación. Sin embargo, también se observan externalidades negativas como el mal uso de los resultados para atraer la matrícula de pregrado, reducir el status de la enseñanza entre los académicos, preocupaciones sobre el tratamiento de la investigación aplicada y multidisciplinar, hostilidad de la industria hacia el ejercicio ya que perciben que aleja la investigación de sus intereses y lo dirige a ámbitos puramente académicos, la aparición de un mercado por académicos que eleven los resultados de investigación, entre otros (OECD 2008).

A nivel Europeo, el Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo, CORDIS, presenta dos distribuciones de los mecanismos de asignación del financiamiento público a la investigación; bajo la perspectiva de financiamiento institucional y temático (Comisión Europea, 2009).

1. En términos del financiamiento institucional, todos los países distribuyen financiamiento institucional y pueden agruparse como sigue:
  - Países para los que el financiamiento competitivo es muy importante en el financiamiento institucional: Dinamarca, Estonia, Finlandia, Alemania, Grecia, Hungría, Luxemburgo, Polonia, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia y el Reino Unido.
  - Países para los que el financiamiento institucional representa una parte importante, pero que han aumentando el financiamiento competitivo en los últimos años: la República Checa, Francia, Lituania, Malta, Países Bajos y Portugal.
  - Países para los que el financiamiento institucional es fundamental; el financiamiento competitivo existe, pero es limitado en términos de volumen de distribución: Austria, Bulgaria, República Checa, Irlanda, Italia y Letonia.
  
2. En lo que se refiere a financiamiento temático, existen tres grupos que no se superponen completamente con los grupos anteriores:
  - Países que tienen una tradición bien establecida de fondos temáticos: Bélgica, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, Letonia, Países Bajos, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia y Suecia.
  - Países que han introducido o reforzado la importancia del financiamiento temático: Austria, Bulgaria, Chipre, Hungría y Polonia.
  - Países que tienen pocos focos temáticos para la asignación de recursos: República Checa, Lituania, Luxemburgo, Malta, Portugal, Rumania, España y el Reino Unido. Los dos últimos países son peculiares en el sentido de que abarcan áreas temáticas de investigación amplias, ya sea gracias a los Consejos de Investigación para el Reino Unido o gracias al Plan de I+D+i para España.

Por su parte, la Asociación Europea de Universidades destaca las siguientes prioridades en la agenda Europea de financiamiento a la actividad científica: cooperación inter-institucional, investigación interdisciplinaria, centros de excelencia y educación a nivel doctoral (EUA 2005).

### 3.3.1. Gasto público por tipo de instrumento (institucional/por proyecto)

En términos de los principales instrumentos de financiamiento a la actividad científica, “institucional” y “por proyecto”, la OECD muestra tendencias respecto al financiamiento en algunos países. Aunque la evidencia es aún escasa, los datos disponibles señalan una clara tendencia a reducir el financiamiento institucional y a aumentar la proporción de recursos asignados de manera competitiva (OECD 2003 (b)):

**Tabla 7. Tendencias en financiamiento institucional y competitivo en países OCDE seleccionados**

**Table 4.1. Trends in institutional and competitive funding in selected OECD countries**

	1996	1997	1998	1999	2000
<b>Canada</b>					
<i>Universities</i>					
Institutional funding	51.8%	51.6%	49.0%	46.1%	43.4%
Grants and contracts	29.8%	29.5%	31.1%	33.9%	36.7%
<b>Czech Republic</b>					
<i>Universities</i>					
Institutional funding	-	-	-	80.2%	75.2%
Targeted funding (grants)	-	-	-	19.8%	24.8%
<i>PROs</i>					
Institutional funding	-	-	-	42.5%	41.7%
Targeted funding	-	-	-	57.5%	58.3%
<b>Finland</b>					
<i>Universities</i>					
Institutional funding	-	52.0%	-	47.0%	-
Grants	-	19.0%	-	24.0%	-
Contracts/projects	-	18.0%	-	19.0%	-
<i>PROs</i>					
Institutional funding	-	50.0%	-	43.0%	-
Grants	-	7.0%	-	9.0%	-
Contracts/projects	-	24.0%	-	27.0%	-
<b>United Kingdom</b>					
<i>Universities</i>					
Institutional funding	37.3%	36.2%	35.1%	35.1%	34.8%
Grants and contracts	62.7%	63.8%	64.9%	64.9%	65.2%

La OCDE indica también la dificultad para precisar las proporciones del gasto institucional que se dedican a investigación ya que normalmente el financiamiento es tanto para investigación como

docencia. Algunos países, sin embargo, separan el financiamiento para docencia e investigación (Dinamarca, Corea) o pagan separadamente para estudios de pregrado (Suecia) (OECD 2003 (b)).

### *Caso Reino Unido*

Los Consejos de Investigación del Reino Unido, que como se señaló anteriormente financian actividad científica ‘por proyectos’, cubren solamente los costos directos de investigación, incluyendo un 46% de los costos de staff elegibles (que corresponde a los costos de todo el staff empleado en un proyecto que no sean el investigador principal). Los Consejos de Investigación no cubren infraestructura ni overheads. Esto está siendo un problema ya que el financiamiento por proyecto de distintas fuentes está aumentando más rápidamente que el financiamiento institucional asignado por los Consejos de Financiamiento. Por lo tanto, se está generando un aparentemente inadecuado financiamiento de la infraestructura de investigación en universidades. Adicionalmente, esta desbalance puede afectar la capacidad de las universidades para desarrollar investigación en ciertas áreas de investigación básica y en el largo plazo (OECD 2003(a)).

## 3.3.2. Gasto público en capacidades para la actividad científica

### 3.3.2.1. Mecanismos para financiar equipamiento e infraestructura

Se presentan tres casos destacados de políticas e iniciativas para el financiamiento de equipamiento e infraestructura para la investigación.

### *Caso Canadá*

En 1997 la Fundación para la Innovación de Canadá (CFI), una organización independiente sin fines de lucro con contribución del Gobierno de Canadá, anunció el lanzamiento de una competencia nacional para financiar proyectos de infraestructura en instituciones de investigación canadienses. Este ofrece cuatro mecanismos de financiamiento para ayudar a las instituciones a lanzar nuevos programas de investigación y de reforzar los existentes (OECD 1998).

1. El Fondo de Innovación Institucional es el principal mecanismo de apoyo que permite a las instituciones elegibles, individualmente o en grupos, fortalecer su infraestructura de investigación en áreas prioritarias. Este mecanismo tiene por objeto permitir que los investigadores trabajen en temas innovadores y promover enfoques interdisciplinarios.
2. Infraestructura Regional y Nacional financia instalaciones que se diseñan para fomentar que las instituciones se reúnan en consorcios regionales o nacionales y planifiquen en forma cooperativa la adquisición o el desarrollo de infraestructuras de investigación.
3. Nuevas Oportunidades proporciona apoyo de infraestructura al personal académico nuevo. Este mecanismo ayuda a las universidades a atraer personal docente en áreas esenciales para el desarrollo de investigación en las instituciones.
4. El Fondo de Investigaciones para el Desarrollo es idéntico en su finalidad al Fondo de Innovación Institucional y a Nuevas Oportunidades, pero está específicamente diseñado para ayudar a las universidades más pequeñas a fortalecer sus infraestructuras de investigación.

### *Caso Finlandia*

En Finlandia el Programa de Centros de Excelencia 2000-2005 tuvo un componente complementario que financia organizaciones 'paraguas'. Estas generan instalaciones e infraestructura estratégicas y de alto costo para ser compartidas por diversos grupos de investigación. Solamente aquellas organizaciones 'paraguas' que tienen al menos un centro de excelencia operando bajo el 'paraguas' son elegibles para el financiamiento de instalaciones. En el período 2000- 20005 hubo siete organizaciones 'paraguas' que recibieron subsidios con el fin de mejorar más los entorno de investigación de excelencia. Este subsidio, sin embargo, no se incluyó en el siguiente programa debido a una reducción en el presupuesto (Malkamäki et al, 2001).

### *Caso Japón*

Asimismo, en el marco del desarrollo de centros de excelencia en Japón, hay un programa especial para gastos en equipamiento e infraestructura. Este busca contribuir a la formación de centros de excelencia en áreas específicas desarrollando ambientes para la investigación de alta calidad para atraer a investigadores japoneses y extranjeros. Este programa permite acceder a fondos para equipamiento de alto costo y para la construcción de instalaciones (Malkamäki et al, 2001).

#### *3.3.2.2. Financiamiento para Centros de Excelencia*

---

Según la OCDE (2008), los centros de excelencia se han establecido como un medio para crear una masa crítica y excelencia en áreas específicas de investigación, promover la investigación interdisciplinaria y fomentar la colaboración público- privada. Si bien el concepto de centros de excelencia se utiliza e interpreta de muchas maneras, el término implica la realización de investigación a nivel de estándares mundiales.

Malkamäki et al (2001) señalan, principalmente en el contexto finlandés, que "un centro de excelencia se compone de equipos de investigación que comparten los mismos objetivos y tienen un liderazgo común, aunque pueden ser parte de diferentes organizaciones y basarse en diferentes partes del país".

Según la Comisión Europea (2000), algunas de las principales características de un centro de excelencia son tener:

- Una masa crítica de científicos y/o desarrolladores de tecnología de alto nivel
- Una estructura bien identificada
- Capacidad de integrar ámbitos vinculados y de asociar capacidades complementarias
- Capacidad de mantener una alta tasa de intercambio de recursos humanos calificados
- Un papel dinámico en el sistema de innovación que lo rodea (agregando valor al conocimiento)
- Altos niveles de visibilidad internacional y conectividad científica y/o industrial
- Una estabilidad razonable de los recursos y de las condiciones de funcionamiento en el tiempo
- Fuentes de financiamiento que no dependan en el tiempo del financiamiento público.

Uno de los problemas en la concepción de centros de excelencia es el de masa crítica; identificar qué significa masa crítica en los diferentes sectores. No está claro, por ejemplo, cuántos investigadores deben reunirse para lograra masa crítica ni si estos necesitan estar ubicados

conjuntamente o si esa masa crítica se puede lograr mediante contacto virtual, redes y colaboración (OECD 2008).

En el marco de un estudio internacional sobre educación terciaria, la OECD presenta algunas advertencias respecto a la creación de centros de excelencia. Esto, en el entendido que éstos buscan lograr una capacidad lo suficientemente concentrada para asegurar que la formación a nivel de postgrado y la actividad científica se desarrollen al más alto nivel según estándares internacionales.

- Dado que muchos países se están concentrando en prioridades similares, la creación de un centro de excelencia de clase internacional, es un reto muy difícil para un país individual en el contexto mundial de investigación.
- Se debe garantizar que el sector de educación superior mantenga suficiente diversidad para que pueda responder a las necesidades futuras en el sistema de innovación.
- Se debe garantizar también un balance entre el apoyo a la investigación básica y aplicada y entre innovación tecnológica y aquella organizacional, asegurando que las ciencias sociales y humanidades no son descuidadas.

Además, señala que el establecimiento y mantención de centros debería estar vinculado a las fortalezas nacionales y alineado con las prioridades nacionales industriales, así como mantener suficiente flexibilidad para apoyar áreas emergentes (OECD 2008).

El estudio de Malkamäki et al describe distintas características de los programas para financiar centros de excelencia en 17 países. A partir de su estudio se ha elaborado la siguiente tabla resumen. Se presentan aspectos vinculados a los objetivos, gestión, elegibilidad de los programas, gasto asociado y número de centros creados<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> Cabe notar que el informe fue publicado en 2001 y por tanto la información presentada puede estar desactualizada. Por otra parte, las monedas de los países han cambiado en algunos casos (e.g. los datos de Holanda están en florín, utilizado hasta 2001) y las tasas de cambio pueden haber variado considerablemente, por lo que no se hacen equivalencias entre monedas, excepto las citadas por los autores.

**Tabla 8. Principales características de programas para la creación de centros de excelencia en 17 países.  
Resumen de estudio "Centre of Excellence Policies in Research, Aims and Practices in 17 Countries and Regions", Malkamäki, 2001**

	Descripción programa	Objetivos	Postulantes y elegibilidad programa	Criterios de evaluación	Frecuencia postulación	Gestión	N° de centros en país	Gasto público total en centros	Duración y financiamiento otorgado
Australia	Centros Especiales de Investigación (SRCs) basados en excelencia	Establecer concentraciones de investigadores y recursos para establecer centros que actuarán como un vínculo a centros internacionales. Fomentar la excelencia en la investigación a nivel nacional e internacional, proporcionar ambientes de alta calidad para la formación post-doctoral y promover la investigación en áreas de importancia nacional.	38 instituciones de educación superior con financiamiento público (35 universidades, 2 colleges y 1 instituto de tecnología). Todas las disciplinas excluyendo ciencias médicas y dentales (que tienen financiamiento separado). Postula la institución albergante.	Mérito de la investigación, mérito y compromiso del Director e investigadores asociados, importancia nacional de la investigación, vínculos internacionales, apoyo al usuario final, apoyo de institución albergante y estructura de gestión.	Entre 3 y 5 años.	Institución albergante debe monitorear y emitir informe anual de gastos del subsidio. Se requiere el establecimiento de un consejo consultivo para crear mejores vínculos entre la academia, industria y gobierno.	11 centros comenzaron en 2000	EUR 6,38 millones /año (en 2000)	3 años Promedio EUR 0,58 millones por año por SRC

	Descripción programa	Objetivos	Postulantes y elegibilidad programa	Criterios de evaluación	Frecuencia postulación	Gestión	Nº de centros en país	Gasto público total en centros	Duración y financiamiento otorgado
Austria	Programa especial de investigación (SFB) en que se crean centros de excelencia. Objetivo: mejorar la investigación básica en Austria.	Crear centros de excelencia en investigación científica mediante el establecimiento de temas prioritarios reconocidos internacionalmente y centros de investigación interconectados, que aborden problemas de investigación complejos e interdisciplinarios a largo plazo.	Científicos de todas las disciplinas de las universidades austriacas y de instituciones de investigación no universitarias sin fines de lucro. El grupo principal de solicitantes debe ser suficientemente grande y tener las más altas calificaciones para conferir a las instituciones con un perfil científico de rango internacional en el área prioritaria de investigación.	Primera fase: pertinencia y originalidad de la investigación, calificaciones de los solicitantes. Segunda fase: formulación de una propuesta integral, audiencia e inspección in situ por un panel de evaluadores.	Anual	Evaluaciones interinas después de 3 y 6 años en base a auto-evaluación, visitas y propuesta de financiamiento para los próximos 3 años.	16	EUR 9,49 millones en 1998 (Gasto en SFB equivale al 12-15% del Fondo de Ciencia Austríaco (1996-1998)).	10 años máximo EUR 0,73 – 1,09 millones por SFB por año

	Descripción programa	Objetivos	Postulantes y elegibilidad programa	Criterios de evaluación	Frecuencia postulación	Gestión	Nº de centros en país	Gasto público total en centros	Duración y financiamiento otorgado
Reino Unido	Estrategias varían entre los Consejos de Investigación.	Promover la investigación básica y aplicada-estratégica. Principios de financiamiento: - Reforzar y mantener la excelencia en los centros de clase mundial, pero también permitir el desarrollo de la excelencia en nuevas disciplinas - Financiamiento selectivo basado en calidad, para mantener también la la calidad de la enseñanza - Investigación aplicada e interdisciplinaria - Las actividades de investigación deben tener una buena gestión y objetivos estratégicos claros		En función de la calidad de la investigación, evaluada a través del RAE (Research Assessment Exercise) Se consideran los temas científicos prioritarios de cada Consejo.	Estrategia varía por Consejo y en algunos casos no hay frecuencia de convocatoria fija; se determinan necesidades anualmente.				En general, 10 años.

	Descripción programa	Objetivos	Postulantes y elegibilidad programa	Criterios de evaluación	Frecuencia postulación	Gestión	N° de centros en país	Gasto público total en centros	Duración y financiamiento otorgado
Canadá	Programa de redes de centros de excelencia (NCE)	<p>El objetivo global de la NCE es movilizar la investigación de talentos en los sectores académicos, públicos y privados. Específicamente las redes buscan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrollar y mantener investigación básica y aplicada de calidad mundial en áreas claves para la economía de Canadá</li> <li>- Crear partnerships de investigación multidisciplinar y multisectorial a nivel nacional</li> <li>- Incrementar el intercambio de resultados de investigación y junto a otras organizaciones, apoyar el desarrollo socio-económico canadiense</li> </ul>	Sólo tres tipos de entidades son elegibles: Universidades; Institutos de investigación y hospitales afiliados.	<p>Algunos años las convocatorias son dirigidas a disciplinas específicas y otros son abiertas a todas. Por ejemplo, convocatoria 2000 tuvo 4 áreas prioritarias: The Automobile of the 21st Century, Genomics Technologies and Society, Meeting Environmental Challenges for Clean Water, Early Child Development and Its Impact on Society. Criterios básicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Excelencia del plan de investigación</li> <li>2. Personal altamente calificado</li> <li>3. Eficiencia de las redes de trabajo y optimización de recursos entre los socios</li> <li>4. Intercambio de conocimiento y explotación tecnológica</li> <li>5. Excelente gestión de la investigación y del programa</li> </ol>	<p>Planeado cada 3-4 años; en la práctica todos los años se han establecido nuevos NCEs. El proceso completo de postulación dura alrededor de 1.5 años.</p>	<p>Cada centro tiene que presentar una junta directiva, la que se encarga de la administración y las finanzas. Cuando son Universidades se exige que al menos el 50% de la junta sea externa y sean miembros de la industria a la cual quieren vincularse.</p>	18 centros en funcionamiento en 2000	<p>Primera fase: CAD 240 millones para 15 centros, segunda fase: CAD 197 millones para 10 centros</p>	<p>Financiamiento máximo para una red: 7 años. Financiamiento anual por centro entre CAD1,9 y 4,4 millones.</p>

	Descripción programa	Objetivos	Postulantes y elegibilidad programa	Criterios de evaluación	Frecuencia postulación	Gestión	N° de centros en país	Gasto público total en centros	Duración y financiamiento otorgado
China	El Programa de Laboratorios Claves del Estado es uno de los programas de financiamiento competitivo que China ha establecido desde principios de los '80s para desarrollar ciencia de clase mundial y capacidades tecnológicas. Los laboratorios constituyen el marco del sistema de ciencia básica de China.	El objetivo principal es estimular la competencia entre laboratorios y mejorar la calidad y productividad de la investigación en áreas estratégicas relevantes para un crecimiento y desarrollo social de largo plazo. También se busca nutrir una masa de científicos jóvenes.	Los laboratorios operan con un mecanismo abierto y reclutan a científicos chinos y extranjeros como investigadores visitantes. Cualquiera puede postular para usar sus instalaciones, siendo la junta directiva quien evalúa las solicitudes.	Cada tres años se evalúa cada centro y se revisan sus presupuestos.		Cada laboratorio tiene un panel independiente de académicos altamente calificados, quienes se encargan del manejo del centro.			

	Descripción programa	Objetivos	Postulantes y elegibilidad programa	Criterios de evaluación	Frecuencia postulación	Gestión	Nº de centros en país	Gasto público total en centros	Duración y financiamiento otorgado
Dinamarca	Programa de centros de excelencia abierto a todas las áreas. Es financiado por la Fundación Nacional Danesa para la Investigación, dirigida por un Consejo autónomo.	El objetivo principal es realizar investigación de nivel internacional para contribuir a la investigación global. Se busca que cada centro esté entre los 5 o 10 mejores de Europa en su área.		Los centros se evalúan bajo 4 criterios: 1. Calidad de nivel internacional. 2. Visibilidad a nivel internacional. 3. La posibilidad de impactar el sistema danés de investigación. 4. El potencial de formar a nuevos investigadores. Hay evaluaciones anuales sobre los planes y trabajos logrados y una evaluación estratégica cada 3,5 años.	Ha habido tres llamados, en 1992, 1996 y 2000.	Contrato entre director del centro, institución albergante y Fundación. Cada centro es dirigido por un científico, generalmente un profesor universitario. Parte del contrato es difundir apropiadamente los resultados de investigación.	25 centros de excelencia	Se entregaron alrededor de DKK 800 millones en primera fase y DKK 300 millones en la segunda. Presupuesto anual actual: DKK 250 millones.	5 años Entre DKK 8 y 85.8 por centro; en promedio DKK 35,4 millones por centro

	Descripción programa	Objetivos	Postulantes y elegibilidad programa	Criterios de evaluación	Frecuencia postulación	Gestión	Nº de centros en país	Gasto público total en centros	Duración y financiamiento otorgado
Finlandia	Centros de excelencia en investigación nominados inicialmente por el Ministerio de Educación y luego por la Academia Finesa, organización de financiamiento a la investigación, bajo el Ministerio de Educación. También se financian organizaciones 'paraguas' que generan instalaciones estratégicas costosas compartidas por varios grupos.	El objetivo del programa es crear la base para el desarrollo de ambientes creativos y eficientes de investigación y formación. También elevar la calidad y competitividad internacional de la investigación danesa, crear la base de información necesaria para un desarrollo cultural, social e industrial y crear una base sólida para un sistema de innovación nacional.	Ser una unidad de investigación y formación de investigadores formada por uno o más equipos de investigación de alto nivel con objetivos de investigación comunes y un liderazgo común.	4 áreas de evaluación: 1. Meritos científicos y sus resultados. 2. Viabilidad y significancia del plan operativo y de investigación 3. Ambiente de investigación 4. Éxito y potencial en la formación de investigadores.	Ha habido llamados a concurso los años 1995, 1998 y 2000.	Seguimiento anual. La Academia nombra un Comité Científico Asesor para cada centro de entre 2 y 5 expertos de alto nivel que guía y monitorea el trabajo científico.	En el año 2002 había 34 centros de excelencia.	En centros de excelencia se gasta alrededor de EUR 30 millones por un período inicial de 3 años.	2 períodos de 3 años cada uno. En promedio EUR 336.000 por año por centro
Alemania	<p>En Alemania existen dos organizaciones públicas que financian la investigación básica: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) y la Sociedad Max Planck (MPS). La DFG es autónoma y se asemeja a los Consejos de Investigación de otros países. MPS es una organización sin fines de lucro independiente que promueve la investigación de punta en sus propios institutos.</p> <p>Diversas iniciativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La DFG promueve la cooperación de científicos de diferentes localidades y con temas de investigación comunes a través de los Programas Prioritarios. Gasta el 14% de su presupuesto en estos programas.</li> <li>- El Ministerio de Educación e Investigación Federal (BMB+F) tiene distintos instrumentos de financiamiento para fomentar la cooperación entre universidades, institutos de investigación y la industria.</li> <li>- El BMB+F tiene un programa selectivo en que los competidores son las regiones: BioRegio Competition. El objetivo es lograr una nueva visión de la biotecnología en Alemania impulsando la formación de clusters colaborativos efectivos.</li> </ul> <p>En general, los proyectos son seleccionados en base a meritos y potencial científicos, además del beneficio social.</p>								

	Descripción programa	Objetivos	Postulantes y elegibilidad programa	Criterios de evaluación	Frecuencia postulación	Gestión	N° de centros en país	Gasto público total en centros	Duración y financiamiento otorgado
Hungría	Antes de que Hungría entrara a la Unión Europea (UE; período del paper), ésta financió 6 centros de excelencia (Programa INCO2). 5 de ellos pertenecen a la red de la Academia de Ciencias Húngara y uno es un instituto independiente.	El objetivo principal es mejorar el trabajo en redes y la colaboración entre países miembros y asociados a la UE.	Los procesos de selección fueron determinados por la UE: destacados investigadores evalúan cada centro bajo distintos parámetros, pero siempre, teniendo como foco la excelencia tecnológica y científica.	Los criterios básicos son que el centro tenga un foco bien definido, impactos esperados y aunar investigación teórica y aplicada.		Cada centro tiene que generar reportes de avances y de costos, los que son analizados por el directorio general de investigación. Además de un plan de implementación de la tecnología desarrollada. La UE financia hasta un tercio de la actividad del centro por 3 años.			
Irlanda	Programa de Centros de Excelencia en biotecnología y TICs	Posicionar a Irlanda como líder en investigación en nichos estratégicos de biotecnología y TICs. Replantear la Economía Irlandesa de productora de bienes a base para empresas basadas en el conocimiento y orientadas a la innovación. Para lo anterior se quiere atraer una masa crítica de investigadores del más alto nivel.	Áreas elegibles: Biotecnología y TICs.	Se fomenta la investigación multi-disciplinar. Los centros postulantes deben haber demostrado calidad mundial. Se valora la diseminación de resultados.		Se realizan evaluaciones periódicas a cada centro, si un centro tiene dos evaluaciones negativas se termina su programa.	Se apoyarán 10 investigadores que lideren equipos de clase mundial	560 millones de libras para investigación en el período 2000-2006	Se entrega hasta un millón de libras al año, por un máximo de 7 años consecutivos.

	Descripción programa	Objetivos	Postulantes y elegibilidad programa	Criterios de evaluación	Frecuencia postulación	Gestión	Nº de centros en país	Gasto público total en centros	Duración y financiamiento otorgado
Japón	Programa dependiente del Ministerio de Educación y Ciencias, que fomenta la excelencia y apoya centros de investigación. Con esto se aumentará la proporción de fondos competitivos de 9% a 18%.	El objetivo primordial es crear una red de centros de excelencia que crearan nuevas tecnologías e impulsarán industrias en áreas claves para el desarrollo de Japón.		Cada centro debe estar bajo el alero de una entidad asociada al Ministerio, tales como Universidades e institutos afiliados.		Cada centro tiene que generar informes anuales; al tercer año se genera una evaluación mayor que puede terminar con el financiamiento.	32 centros de investigación básicos		5 años EUR 3.8 millones anuales por centro regional

	Descripción programa	Objetivos	Postulantes y elegibilidad programa	Criterios de evaluación	Frecuencia postulación	Gestión	Nº de centros en país	Gasto público total en centros	Duración y financiamiento otorgado
Holanda	Programa de financiamiento a la investigación de excelencia: BROCHURE (bono de incentivo para escuelas de investigación). Desde 1993 que universidades establecen estas escuelas en conjunto con grupos de investigación de varias universidades combinando formación doctoral con investigación de alta calidad. Se establecieron alrededor de 100 escuelas.	BROCHURE busca transformar algunas escuelas en centros de investigación de alto nivel internacional.  El objetivo primordial de los fondos selectivos es identificar y promover las áreas claves de excelencia del país.	Es un programa abierto a cualquier centro de investigación.	Deben ser grupos de investigación que ya tengan un excelente nivel internacional y que tengan el potencial para evolucionar más aún. Se buscan condiciones óptimas en términos de personal, instalaciones y organización.		El financiamiento se gestiona a través de los directores de investigación de las escuelas de investigación.	6 centros de excelencia se fundaron en 1998.	NLG 100 millones para dos fases.	Máximo de dos períodos de 5 años. Entre NLG 3 y 10 millones por centro. En un periodo de 5 años se entregaron en promedio NLG 40,5 millones por centro.

	Descripción programa	Objetivos	Postulantes y elegibilidad programa	Criterios de evaluación	Frecuencia postulación	Gestión	Nº de centros en país	Gasto público total en centros	Duración y financiamiento otorgado
Polonia	2 programas con aportes de la UE; Programa Piloto e INCO2 (mismo Hungría).	El principal objetivo del programa piloto es fortalecer la ciencia, investigación y desarrollo Polaca. El principal objetivo del programa INCO2 es aumentar la cooperación entre los distintos centros de los países miembros y asociados a la UE.	Piloto: Cada centro debe contener al menos dos instituciones científicas y una organización de usuarios final.	Cada programa debe tener el potencial de causar un impacto importante en la economía y calidad de vida del país.		Cada centro es relativamente independiente en su operación y su manejo queda a cargo de científicos internos.	Existen 5 centros.		Se entregarán EUR 500.000 por año durante 3 años.
Corea del Sur	Se crearon centros de excelencia de dos tipos: Science Research Centers (SRC) dedicados a la investigación básica y los Engineering Research Centers (ERC) dedicados a investigación básica y aplicada en Ingeniería vinculado a prioridades nacionales y desarrollo industrial.	Los centros se crearon con el fin de llevar el desarrollo científico a los niveles de los países desarrollados, fortaleciendo la competitividad país. Específicamente, se busca promover la investigación multi-disciplinar, mejorar la educación universitaria de pre y postgrado en ciencias naturales, promover la colaboración internacional y promover los vínculos entre universidad e industria para la aplicación de resultados de investigación.		Para evaluar los centros se toman en cuenta parámetros de excelencia, tamaño crítico, equipamiento, capacidad de investigación y cooperación con industrias.		Cada centro se evalúa en 3 fases de 3 años, la primera es de infraestructura, luego desarrollo y finalmente el despegue e independencia.	Existen 61 centros entre SRC y ERC.		Se entrega EUR 1 millón por cada centro, más EUR 1 mm por cada industria asociada. 9 años

	Descripción programa	Objetivos	Postulantes y elegibilidad programa	Criterios de evaluación	Frecuencia postulación	Gestión	Nº de centros en país	Gasto público total en centros	Duración y financiamiento otorgado
<b>Suiza</b>	Programa de Prioridad Suizo (SPP) para promover la investigación científica en Suiza.	El principal objetivo del programa es apoyar la investigación de alto nivel y mantener y fortalecer la posición Suiza en áreas de importancia estratégica.	Las áreas de investigación se decidieron por el Parlamento para cubrir las áreas estratégicas. Ha habido cuatro SPPs: Medio Ambiente, Biotecnología, Estructuras de Información y Comunicación y Suiza: Hacia el Futuro	Se les dio preferencia a las áreas prioritarias y sólo un 20% del presupuesto puede asignarse a áreas distintas a las prioritarias.		El Director del centro debe tener una posición permanente en la institución albergante y dedicar al menos un tercio del tiempo a las actividades del centro.	Se aprobó en el año 2000 la creación de 10 centros de excelencia.		Rango para período 2001-2003: EUR 5,33-9,95
<b>Taiwán</b>	Creación de 2 centros de excelencia: Theoretical Science Center (NTSC) y Center for Ocean Research (CORE).		En 1997, competencia abierta nacional para determinar universidad albergante de los centros.				2		Financiamiento de largo plazo. En 1999, NTSC: EUR 1,3 millones y CORE: EUR1,88 millones

	Descripción programa	Objetivos	Postulantes y elegibilidad programa	Criterios de evaluación	Frecuencia postulación	Gestión	N° de centros en país	Gasto público total en centros	Duración y financiamiento otorgado
Estados Unidos	En EE.UU. existen dos instituciones federales fundadas para apoyar la investigación: National Science Foundation (NSF) y National Institute of Health (NIH). La NSF estableció el Programa de Centros de Ciencia y Tecnología (STC)	El objetivo primordial del financiamiento a centros de la NSF es asegurar financiamiento de largo plazo para la investigación de alto riesgo que con frecuencia necesita enfoques multi-disciplinarios. El Programa STC, a su vez, busca financiar investigación básica y actividades educacionales y fomentar la transferencia tecnológica y enfoques innovadores a las actividades multi-disciplinarios.					NSF apoya a 196 centros de investigación basados en universidades, STC ayuda a 17 centros.		En el año fiscal 1999, la NSF asignó USD 242 millones (13%) a centros universitarios.

### 3.3.3. Selectividad en el Financiamiento de la Ciencia

---

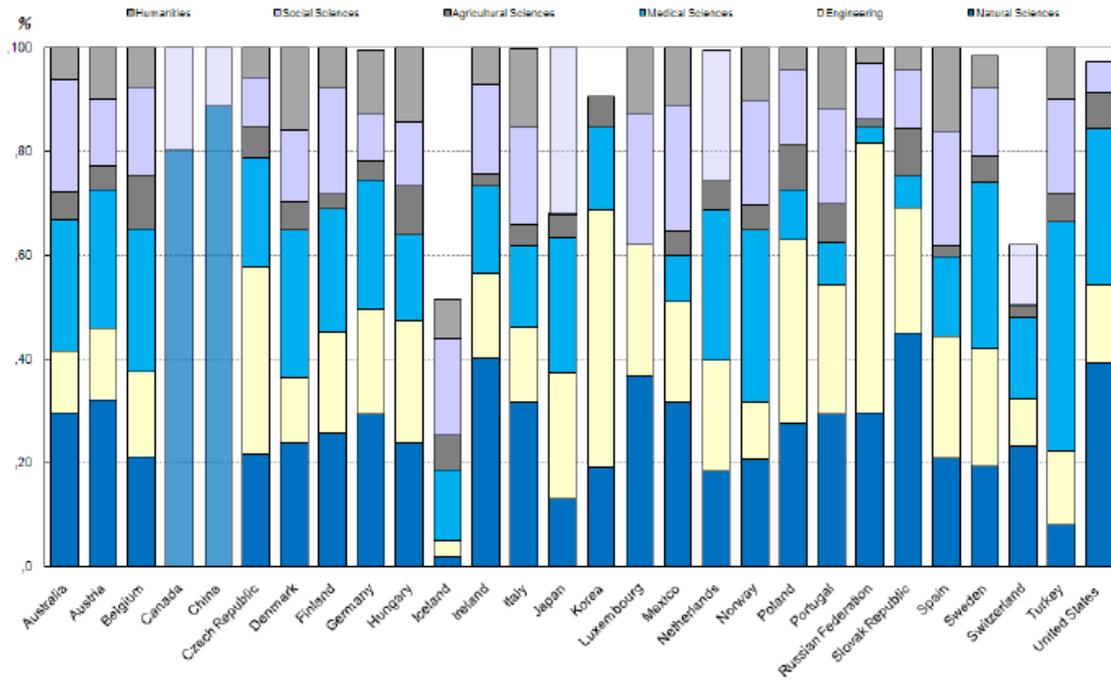
La OECD señala que los ejercicios de priorización que muchos países están implementado para mejorar los resultados de sus esfuerzos en investigación y en innovación presentan dos desafíos. Primero, un problema inherente a cualquier proceso de priorización que involucra encontrar una metodología adecuada para la identificación, selección y definición de áreas priorizadas o tecnologías específicas. Segundo, el problema de implementación de vincular efectivamente las actividades del sistema con las prioridades elegidas (OECD 2003 (b)).

Dichas prioridades pueden verse reflejadas en índices asociados al gasto total en I+D, al gasto en investigación (básica) o a la matrícula/graduación de educación superior. Un estudio de la OECD que presenta antecedentes sobre el gasto en I+D en educación superior por área de estudio, indica que las considerables diferencias entre países pueden estar asociadas a la especialización de los sistemas de innovación en cada país y a su especialización en términos científicos o tecnológicos. (OECD 2008). Es complejo diferenciar el efecto de la selectividad explícita de áreas temáticas de I+D de las propias especialidades de los sistemas de innovación, dado su evidente vínculo.

Un proxy a la selectividad o especialización de los sistemas nacionales de I+D y en particular de la investigación en educación superior, es la distribución de su gasto por área de estudio. En el año 2005, en Rusia, sobre el 85% de la I+D se desarrolló en las ciencias naturales, ingeniería, ciencias médicas y ciencias agrícolas. En Luxemburgo, más del 60% de la I+D en educación superior se realizó en ciencias sociales y humanidades, mientras que en España, México y Sudáfrica estas áreas representaron un 35% (OECD 2008).

**Figura 15. Gasto de I+D en educación superior por área de estudio como porcentaje del gasto total en I+D en educación superior, 2005**

**Figure 7.5. Higher education R&D expenditure by field of study, 2005<sup>1</sup>**  
 As a % of total higher education R&D expenditure

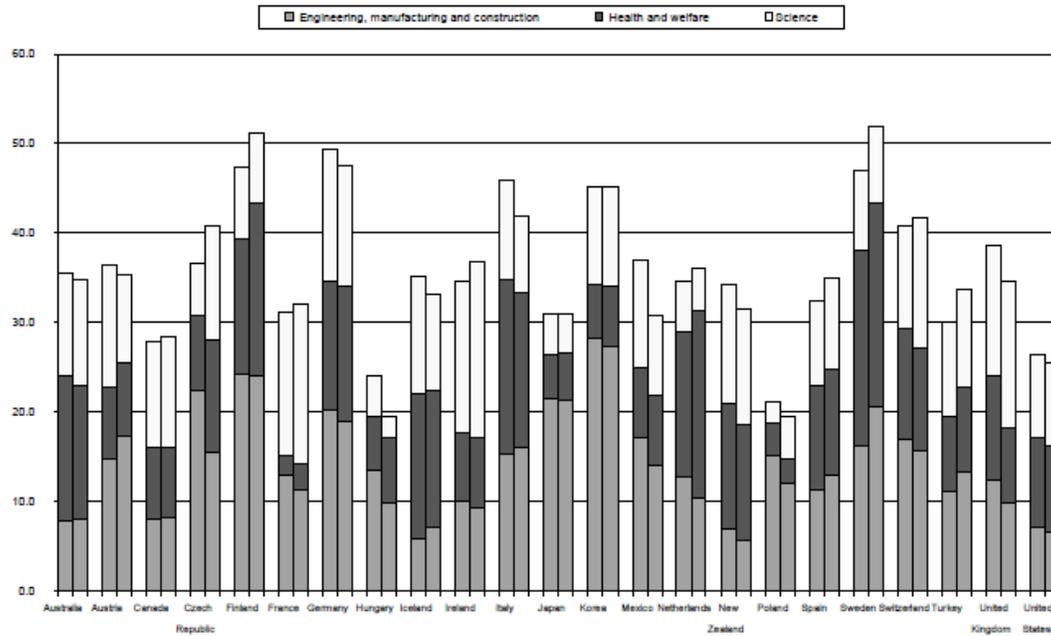


Fuente: OECD 2008

Por otra parte, las áreas de estudio de los graduados universitarios también pueden representar el grado de especialización de los sistemas y su potencial para desarrollar investigación en ciertas áreas temáticas. La Figura 16 muestra el porcentaje de graduados universitarios en tres áreas de estudio. Se observa que mientras países como Finlandia, Alemania y Suecia concentran alrededor del 50% de los graduados en ciencia, ingeniería y salud, otros como Polonia y Hungría lo hacen en alrededor de un 20% en las mismas áreas. Asimismo, se observa una alta concentración de graduados en el área de Ingeniería en Corea, alcanzando alrededor de un 27% o en el área de Ciencia en Irlanda, con alrededor de un 16%.

**Figura 16. Graduados universitarios en ciencia, ingeniería y salud, como proporción del total de graduados, 1998-2000**

**Figure 5.1. University graduates<sup>1</sup> in science<sup>2</sup>, engineering<sup>3</sup> and health<sup>4</sup>, 1998-2000<sup>(\*)</sup>**  
As a share of total graduates



Fuente: OECD 2003 (b)

### 3.4. Formación, atracción y contratación de investigadores

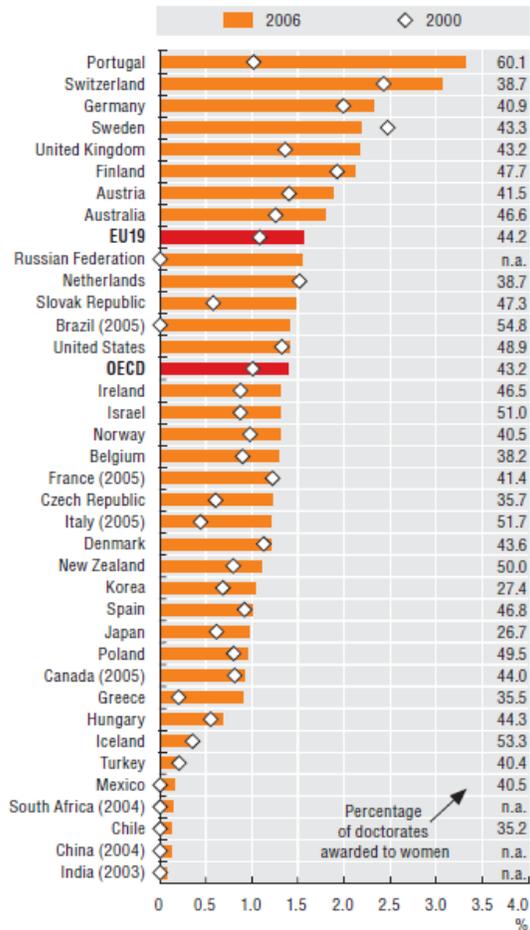
#### 3.4.1. Tasas de cobertura y graduación de doctores

En 2006, las universidades de países de la OECD otorgaron 200.000 grados de doctor a 1,3% de la población en la edad típica de graduación. Desde el 2000, el número de doctores en el área OECD ha crecido en un 5% anual (OECD 2009). Algunos países emergentes también han progresado en el desarrollo de programas doctorales, destacando Brasil y Rusia entregaron en 2006 más grado de doctores en la edad típica que el promedio de la OECD (OECD 2009).

La mayoría de los doctores son en ciencia e ingeniería, seguido de ciencias sociales. A pesar de la tendencia decreciente en ciencia e ingeniería, un 40% de los estudiantes de doctorado se graduaron en áreas científicas. Proporcionalmente, hay más del doble de graduados a nivel doctoral en ciencia e ingeniería que a nivel de pregrado. La orientación a la ciencia e ingeniería es más aguda aún en los países emergentes.

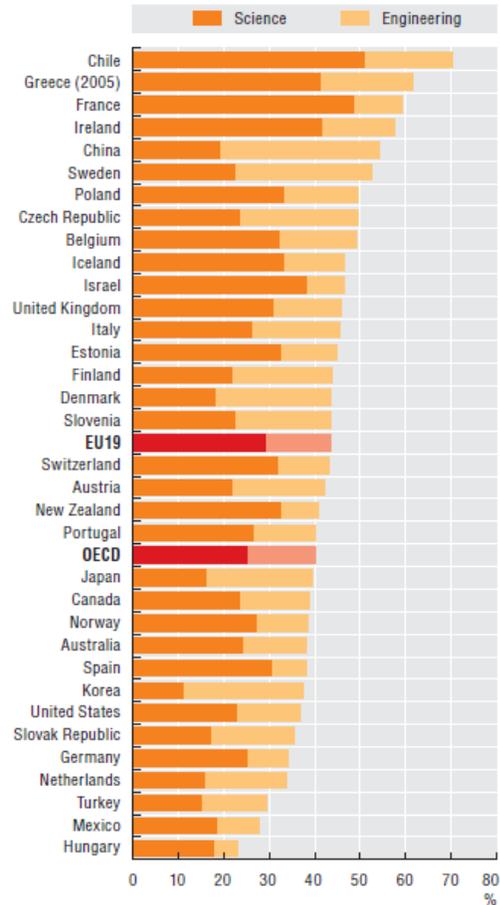
### Graduation rates at doctoral level, 2000 and 2006

As a percentage of the relevant age cohort



### Science and engineering degrees at doctoral level, 2006

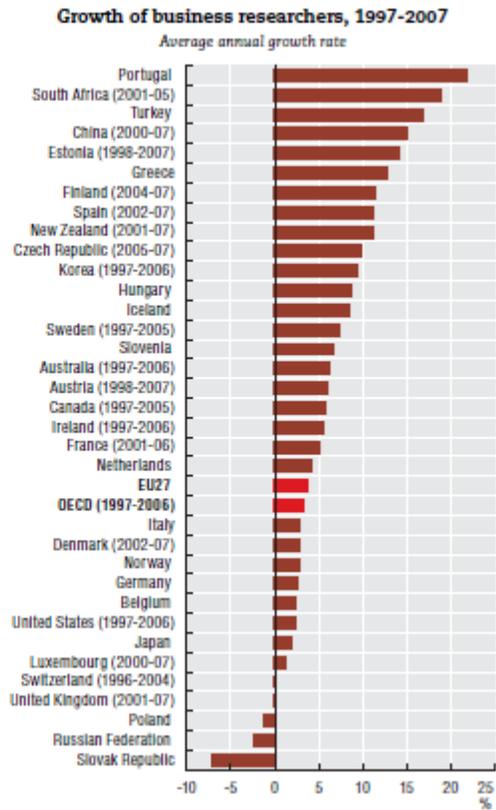
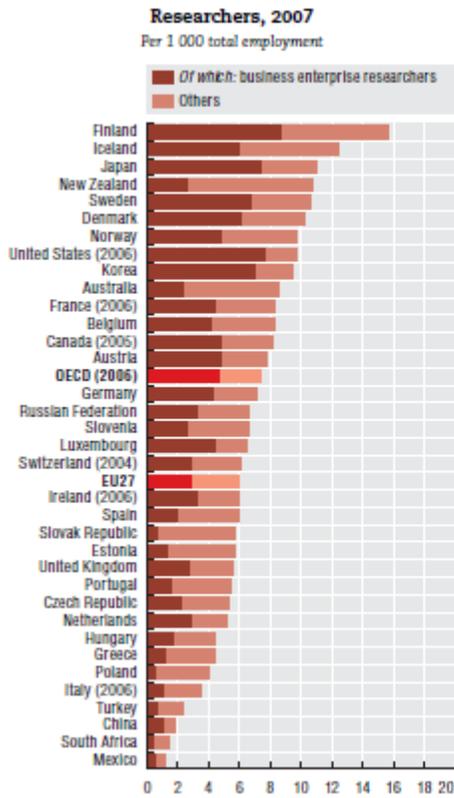
As a percentage of all new degrees at doctoral level



### 3.4.2. Proporción de investigadores en población y crecimiento de investigadores

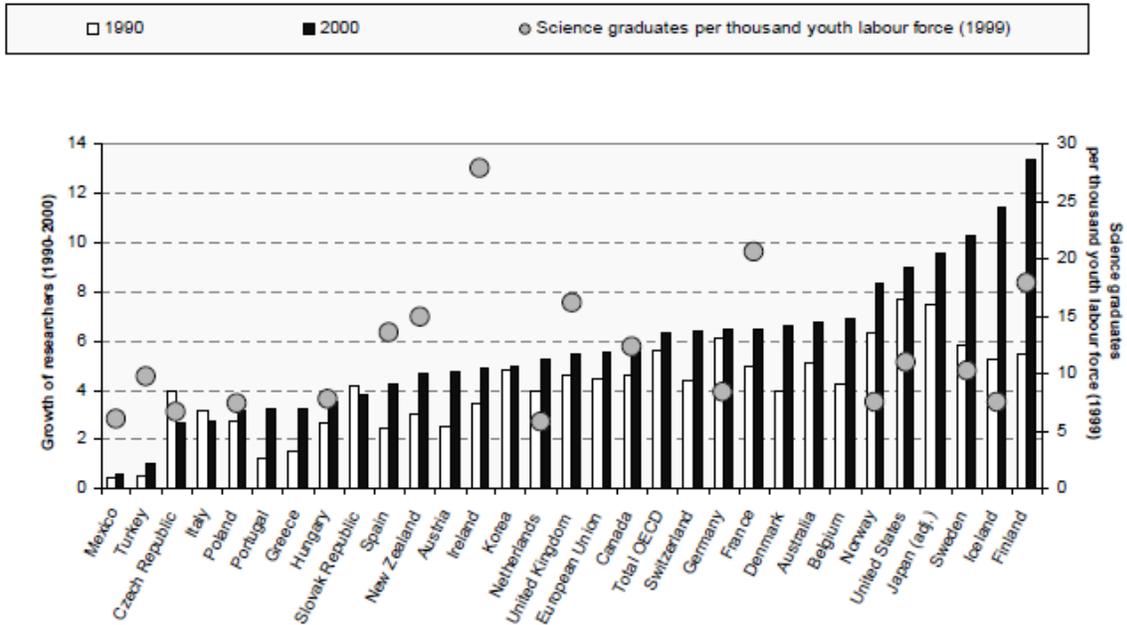
En cuanto a la proporción de investigadores respecto al total de trabajadores en los países de la OECD es de 4,8 en mil en el sector de empresas y negocios y de 2,6 en otros sectores, logrando Finlandia las proporciones más altas: 8,8 y 6,8 en mil trabajadores, respectivamente.

En el sector privado, el crecimiento de investigadores para los países de la OECD ha sido de 3,3% anual en promedio en la década 1997-2007, observándose tasas de hasta 21,9% en el caso de Portugal (OECD 2009(a)).



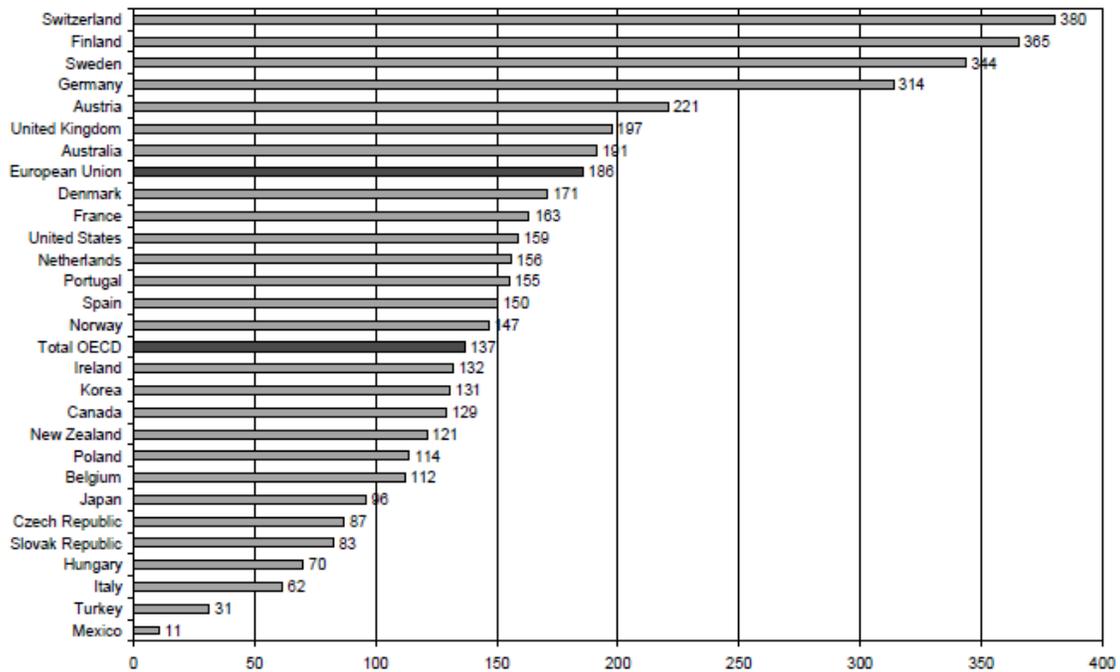
Fuente: OECD 2009

**Figure 5.2. Comparison of growth of researchers in OECD countries (1990-2000) and number of science graduates**  
Per thousand youth



Fuente: OECD 2003(b)

**Figure 5.6. Total PhD graduates per million population, 2000**



Fuente: OECD 2003(b)

El incremento en doctores es una clara respuesta a políticas de financiamiento público para el fortalecimiento de la masa de investigadores. El gobierno Australiano se comprometió a duplicar el número de becas posdoctorales con el objeto de atraer jóvenes investigadores. En Canadá, la Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC) incrementó el número y subsidio de las becas de postgrado; el presupuesto 2003 consideró 4000 nuevas becas de las cuales la mitad eran a nivel doctoral. En Suecia, el gobierno y los consejos de investigación han dedicado EUR 12 millones a establecer puestos adicionales y a apoyar a investigadores jóvenes destacados. Hungría, por su parte, ha ofrecido mayores subsidios institucionales para la formación de doctores e individuales para la investigación posdoctoral (OECD 2003 (b)).

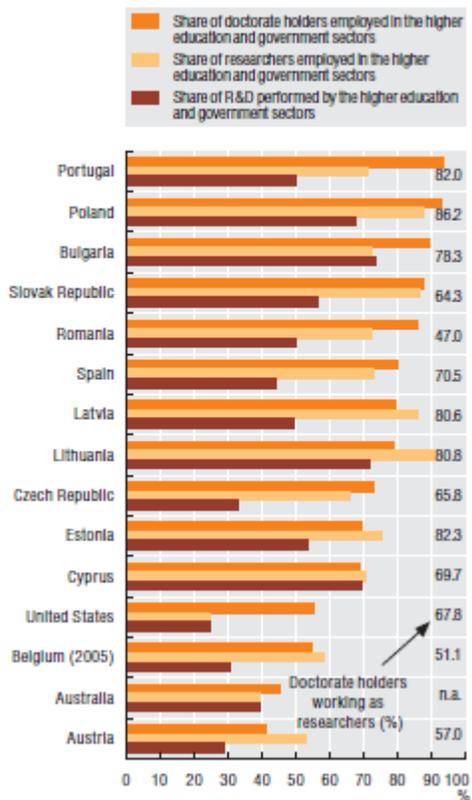
### 3.4.3. Contratación y promoción de científicos

En cuanto a la contratación de doctores, muchos logran empleos en base temporal, especialmente durante los inicios de sus carreras, pudiendo estar contratados en posiciones posdoctorales por varios años. Como muestra la siguiente figura, después de 5 años de trabajo, el 60% de los doctores en la República Eslovaca y sobre el 45% en Alemania, Bélgica y España mantienen contratos de trabajo temporales (OECD 2009).

En el Reino Unido, los Consejos de Investigación están enfatizando sus esfuerzos en fomentar que investigadores jóvenes sigan una carrera investigadora y a ayudarlos a establecerles como investigadores. Para lo último, se han creado becas para apoyar a investigadores jóvenes en los primeros años de sus ejercicios como profesor titular para que establezcan sus propios grupos de investigación.

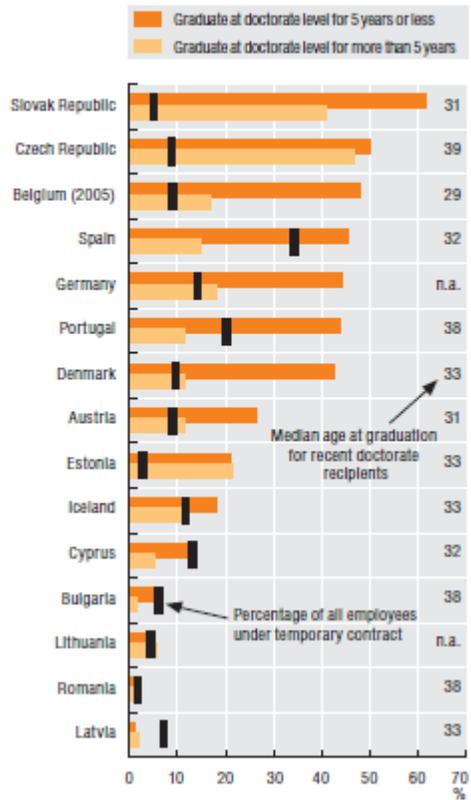
### Employment of doctorate holders in the higher education and government sectors and participation in research activities, 2006

As a percentage of employed doctorate holders



### Doctorate holders on temporary contracts over career path, 2006

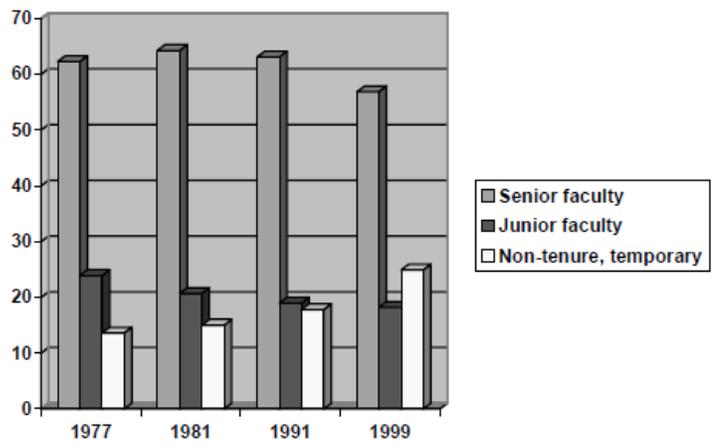
As a percentage of employed doctorate holders



Fuente: OECD 2009

Cifras de la National Science Foundation muestran la alta proporción de investigadores doctores e ingenieros con trabajos temporales en Estados Unidos, que en 1999 llegó a alrededor de 25% del total.

**Figure 5.9. Share of PhD scientists and engineers in permanent and non-tenured, temporary employment, United States, 1997-1999**



Note: Senior faculty defined as full and associate professors. Junior faculty defined as assistant professors and instructors. Non-tenure, temporary includes all post-doctorates, part-time instructors and other full-time faculty.

Source: NSF Science and Engineering Indicators, 2002.

## Referencias

---

Comisión Europea, 2002. Action for "centres of excellence" with a European dimensión.  
<http://ec.europa.eu/research/era/pdf/centres.pdf> (accedido 23.12.09)

Comisión Europea, 2009. Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo (CORDIS)- Erawatch. Research funding system , National public research.  
<http://cordis.europa.eu/erawatch/index.cfm?fuseaction=ri.content&topicID=329&parentID=50&countryCode=EU> (accedido 23.12.09)

Comisión Europea, 2009. Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo (CORDIS)- Erawatch. Basic characterisation of the research system, National Profile Spain.  
<http://cordis.europa.eu/erawatch/index.cfm?fuseaction=ri.content&topicID=5&countryCode=ES&parentID=4> (accedido 23.12.09)

European University Association, 2005. The Funding of University-Based Research and Innovation in Europe, an Exploratory Study.

European University Association, 2008. Financially Sustainable Universities, Towards Full Costing in European Universities

Eurostat, 2008. Government budget appropriations or outlays on R&D — GBAORD. Statistics in focus, Science and technology.

Malkamäki, U. et al., 2001. Centre of excellence policies in research aims and practices in 17 countries and regions.

National Science Foundation, Science and Engineering Indicators 2008

OECD, 1998. Canadian Funding Competition for Research Infrastructure, PEB Exchange, Programme on Educational Building, 1998/11, OECD Publishing. doi:10.1787/480542403154

OECD, 2003(a). Governance of Public Research: Toward Better Practices. Steering and Funding of Research Institutions, Country Report: UK

OECD 2003(b) Governance of Public Research: Toward Better Practices.

OECD, 2003(c). Science, Technology and Industry Scoreboard 2003.

OECD, 2005. University Research Management: Developing Research in New Institutions.

OECD, 2007. Science, Technology and Industry Scoreboard 2007, Innovation and performance in the global economy.

OECD, 2008. Tertiary Education for the Knowledge Society, Volume 2, Enhancing the Role of Tertiary Education in Research and Innovation.

OECD, 2009(a). Science, Technology and Industry Scoreboard 2009.

OECD 2009(b). OECD Reviews of Innovation Policy: Korea.

OECD, 2009(c). Main Science and Technology Indicators. Volume 2009/1.

RCUK (Research Councils UK), 2009. Government funding, dual support system.  
<http://www.rcuk.ac.uk/aboutrcs/funding/dual/default.htm> (accedido 23.12.09)