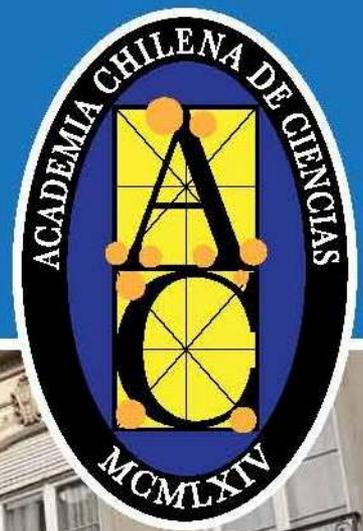


Academia Chilena de Ciencias
Instituto de Chile



**UNA INTEGRACIÓN REAL
DE CHILE A LA SOCIEDAD
DEL CONOCIMIENTO:**

EL INCREMENTO DE LA INVERSIÓN EN
CIENCIA Y TECNOLOGÍA ES CONDICIÓN
PARA EL DESARROLLO DEL PAÍS



Academia Chilena de Ciencias

Instituto de Chile



DIRECTIVA

Juan A. Asejo* Presidente	María Teresa Ruiz* Vicepresidente	Juan Carlos Castilla* Vicepresidente	Andrés Weintraub* Tesorero	Francisco Hervé Secretario	Miguel Kiwi* Pro Secretario
-------------------------------------	---	--	--------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------

MIEMBROS DE NÚMERO

Edgar Kausel*	Juan A. Asejo*	Igor Saavedra*	Nivaldo Bahamonde*	Eduardo Fuentes
María Teresa Ruiz*	Bernabé Santelices*	Nivaldo Inestrosa *	Juan de Dios Vial	Fernando Lund*
Carlos Alberto López	Servet Martínez*	Luis Aguirre	Enrique Tirapegui*	Francisco Brieva
Patricio Felmer*	Adelina Gutiérrez	Ricardo Baeza Rodríguez*	Humberto Maturana*	Miguel Kiwi*
Juan Carlos Castilla*	Rafael Benguria*	Andrés Weintraub*	Tomas Copper	Deodato Radic
Eric Goles*	José Maza*	Jorge Allende*	Carlos Conca*	Francisco Hervé
María Cecilia Hidalgo*	José Rafael Vicuña	Francisco Rothhammer	Ligia Gargallo	

MIEMBROS CORRESPONDIENTES EN CHILE

Renato Albertini	Francisco Claro	Pablo Valenzuela*	Alejandro Buschmann	Mario Hamuy
Catherine Connelly	Ricardo Baeza Yates	Claudio Bunster*	Enrique Brandan	Iván Schmidt
Esteban Rodríguez	Ricardo Maccioni	Alejandro Toro-Labbé	Guido Garay	Mario Rosemblatt
Pablo Kittl	Rosa Devés	Romilio Espejo	Jaime San Martín	Harald Schmidt
Eduardo Lissi	Raúl Manásevich	Marco Tulio Núñez	Miguel Orszag	Pablo Marquet (E)
Yedy Israel	Mary T. Kalin*	Mario Silva	Constantino Mpodozis	
Ramón Latorre*	Guillermo Chong	Francisco Bozinovic	Manuel del Pino	

MIEMBROS CORRESPONDIENTES EXTRANJEROS

Moises Agosin, Estados Unidos	Pierre Coulet, Francia	Marguerite Rinaudo, Francia
Giovanni Marini, Italia	Pierre Collet, Francia	Johan Guinovart, España
Cliford Bunton, Estados Unidos	Michael Keane, Estados Unidos	Charles Meneveau, Estados Unidos
Horacio Camacho, Argentina	Gregoire Nicolis, Francia	David Sabatini, Estados Unidos
Pedro Cattaneo, Argentina	Francisco Salzano, Brasil	Philipp Griffiths, Estados Unidos
Newton da Costa, Brasil	Gunther Uhlmann, Estados Unidos	Evaristo Riande, España
Gabriel Gasic, Estados Unidos	Maurice Nivat, Francia	Ricardo Aroca, Canadá
Cinna Lomnitz, México	Victor Ramos, Argentina	Marteen Chrispels, Estados Unidos
Oreste Moretto, Francia	Felipe Cabello, Estados Unidos	Marcelo Viana, Brasil
Parker Pratt, Estados Unidos	Hernán Chaimovich, Brasil	Mark Ashbaugh, Estados Unidos
Luis Antonio Santalo, Argentina	Héctor Torres, Argentina	Sir Tom Blundell, Inglaterra
Andres Stoppani, Argentina	Leopoldo de Meis, Brasil	Marc-Etienne Brachet, Francia
George Ericksen, Dinamarca	María de la Luz Cárdenas, Francia	Michael Loss, Estados Unidos
Ivan Schuller, Estados Unidos	Claude Dellacherie, Francia	Mariana Weissmann, Argentina
Julian Gevirtz, Estados Unidos	Rajanit Chakraborty, Estados Unidos	Carlos Bustamante, Estados Unidos
Julio Celis, Dinamarca	Simon Litvak, Francia	Jacob Palis, Brasil
Arturo Horta, España	Ariel Bowden, Francia	Athel Cornish, Francia
Gloria Arriata, Alemania	Mario Markus, Alemania	
Jacques Demongeot, Francia	Robert Pankhurst, Inglaterra	

MIEMBROS HONORARIOS

Alejandro Lipstchutz, Letonia-Chile	George Ericksen, Estados Unidos	Jacques-Louis Lions, Francia
Choh Hao Li, Estados Unidos	Ilya Prigogine, Bélgica	Federico Mayor, España
Severo Ochoa, Estados Unidos	Antonio González, España	Tulio Regge, Italia
Crodowaldo Pavan, Brasil	Sir Jhon Kendrew, Reino Unido	Elliot Lieb, Estados Unidos
Carlos Chagas, Brasil	Peter Raven, Estados Unidos	Pierre-Louis Lions, Francia
Luis Leloir, Argentina	Patrick Suppes, Estados Unidos	

* Premios Nacionales de Ciencias.

Una integración real de Chile a la Sociedad del Conocimiento: el incremento de la inversión en Ciencia y Tecnología es condición para el desarrollo del país

Contenido

■	Miembros de la Academia Chilena de Ciencias	1
■	Reflexiones iniciales	3
■	La Ciencia y Tecnología en el Chile actual	5
■	El marco del Documento	6
■	Resumen de propuestas	7
■	Desafío principal y de urgencia: incorporación de investigadores jóvenes y multiplicación de la capacidad científica de excelencia.	8
■	Medidas para potenciar la I+D en Chile	9
	1. Incorporación de investigadores jóvenes y científicos de excelencia	9
	2. Equipamiento mayor y mediano e infraestructura científica	9
	3. Estímulos para la cooperación internacional y redes científicas	10
	4. Cátedras científicas: grandes proyectos de investigación basados en una gran idea y un investigador	11
	5. Robustecimiento de programas de investigación de base	12
	6. Aumento de Centros de Excelencia	12
	7. Fortalecimiento de las Universidades de Investigación	13
	8. Relaciones con la empresa: proyectos FONDEF, incentivos al patentamiento	13
■	Conclusiones	15



Una integración real de Chile a la Sociedad del Conocimiento: el incremento de la inversión en Ciencia y Tecnología es condición para el desarrollo del país

Reflexiones iniciales

El devenir del ser humano está marcado por su vida social, su sed de conocer, su expresión artística, la observación de la naturaleza y la transmisión del conocimiento a las generaciones que le suceden. Estas características propias de los seres humanos desembocaron hace miles de años en la invención de la escritura y el cálculo. En los últimos siglos los avances científicos y tecnológicos han impactado la sociedad, que ha cambiado notablemente con el avance prodigioso del conocimiento aportado por las ciencias exactas, naturales y sociales. La comunicación global se ha intensificado y tanto la colaboración como la competencia entre países, instituciones, universidades y empresas han crecido a ritmos no previstos ni controlables. Todos ellos compiten por el talento internacional y se producen migraciones desde las sociedades que van quedando estancadas hacia las que caminan decididamente al desarrollo.

Hoy en día es ampliamente aceptado que la Educación, la Ciencia, la Tecnología y la Innovación, son las claves para avanzar en el bienestar de los países y sus sociedades, garantizando a su vez un desarrollo sustentable. Esto adquiere una relevancia muy particular en un país como Chile que tiene como meta cruzar el umbral del desarrollo en el año 2020. El desarrollo de la Ciencia y la Tecnología (CyT) es un elemento diferenciador de los países y sus pueblos, de sus aspiraciones a futuro y del lugar que ocupan en el concierto internacional.

Chile, desde su nacimiento como república independiente, impulsó decididamente el cultivo y la transmisión de la CyT, atrayendo sabios mundiales para explorar su territorio y desarrollar el conocimiento requerido por la industria minera y la agricultura, y se promovió la educación en todos sus ámbitos. Más recientemente existen proyectos paradigmáticos de desarrollo en el país y pioneros en el mundo que han resultado en claros progresos tecnológicos y económicos. En efecto, unido a sus ventajas comparativas, la investigación en el dominio frutícola está en la base de la multiplicación de las exportaciones en este rubro; el desarrollo de la sismología e ingeniería antisísmica han permitido que el país haya estudiado, monitoreado e incorporado tecnología de punta para enfrentar eventos extremos como han sido dos de los más importantes megasismos del último siglo en el mundo

y hayan previsto la localización y magnitud del evento del 2010; la actividad y calidad de nuestros científicos fue fundamental para que Chile sea hoy en día la capital mundial de la astronomía atrayendo cuantiosas inversiones en este campo; el desarrollo de tecnología propia como el llevado a cabo en el convertidor Teniente y la calidad de la ingeniería y ciencias de la tierra han permitido que Chile se posicione como líder en la minería mundial; y que gracias al estudio y cuidado de nuestros ecólogos hayamos salvado importantes recursos marinos del país. Al presente son numerosos los avances tecnológicos fruto de la ciencia básica; por ejemplo el estudio de micro-organismos de condiciones extremas, tanto en la Antártica como en el desierto de Atacama, que generan patentes con diversas aplicaciones industriales. O las investigaciones acerca de nuevos materiales, que han llevado a nuevos productos para la industria del plástico. Así como en muchos de los éxitos del país encontramos el desarrollo en CyT, también varios de sus fracasos se derivan de un desarrollo insuficiente de investigación o de participación de científicos, como lo muestran la reciente crisis en la industria del salmón, la sobre-explotación de numerosos recursos naturales, las emergencias derivadas del insuficiente catastro del territorio y parte de la crisis de nuestra educación.

Un ejemplo de opinión sobre cómo el talento de los científicos, investigadores, ingenieros, *skilled workers* y profesores inciden en la capacidad de innovar en un país

“La innovación guiada por el talento comprende la calidad y disponibilidad del “braintrust” de un país. Esto incluye los “skilled workers”, los científicos, investigadores, ingenieros y profesores- quienes colectivamente poseen la capacidad de innovar de manera sostenida”.

Deloitte, 2010. Global Manufacturing Competitiveness Index.

Drivers of Global Manufacturing Competitiveness

Rank	Drivers	Driver score	
		10-High	1-Low
1	Talent-driven innovation	9.22	
2	Cost of labor and materiales	7.67	
3	Energy cost and policies	7.31	
4	Economic, trade, financial and tax systems	7.26	
5	Quality of physical infrastructure	7.15	
6	Government investments in manufacturing and innovation	6.62	
7	Legal and regulatory system	6.48	
8	Supplier network	5.91	
9	Local business dynamics	4.01	
10	Quality and availability of healthcare	1.81	

Source: Deloitte and US Council on Competitiveness - 2010 Drivers of Global Manufacturing Competitiveness Index; ©Deloitte Touche Tohmatsu, 2010.

La ciencia y tecnología en el Chile actual

En general la sociedad chilena desconoce la calidad de la ciencia y tecnología que se desarrolla en el país, y esto es particularmente grave en nuestras elites y en las empresas pues retardan el desarrollo nacional al no utilizar el conocimiento e investigación acumulada ni a los científicos de primer nivel que trabajan en Chile y las importantes redes internacionales donde nuestra CyT está integrada. En el período 1981-2005 las citas a las publicaciones científicas y tecnológicas internacionales de autores chilenos llegaron a un valor de 8,94 por sobre las de Argentina (7,62), de México (7,13) y Brasil (6,68), que son los únicos otros países de Latinoamérica con una importante producción científica. La mayoría de las áreas desarrolladas en el país son altamente competitivas a nivel mundial y los científicos nacionales han establecido una amplia red internacional de colaboración insertándose de manera destacada en los grupos de excelencia.

Esto amerita ser conocido y potenciado puesto que todos los países que han logrado dar el salto al desarrollo lo han logrado con un fuerte impulso a sus inversiones en ciencia, tecnología e innovación. Esto hace que los países se miren de forma distinta, que acometan empresas a las que no se creían destinados, y den un importante valor agregado a sus exportaciones, incorporando conocimiento científico y tecnológico en los productos y en las innovaciones derivadas.

No obstante, y como ya se indicó, la sociedad chilena y sus elites desconocen estos hechos a pesar del rol crucial jugado por científicos nacionales en la solución de problemas estratégicos para el país y de las innumerables actividades que hace la comunidad científica por difundir la ciencia en la sociedad. Ello explica una de las grandes debilidades para nuestro desarrollo, cual es la baja inversión en CyT. Todo apunta a que nuestro país debe duplicar a corto plazo la inversión estatal en todas las áreas de CyT y de manera paralela generar herramientas efectivas que promuevan de manera significativa la inversión privada. Para pasar a ser un país desarrollado los niveles de inversión en CyT y Educación deben tener un cambio de escala.

El 0,5% del PIB que destina Chile a CyT es uno de los menores entre los países de la OECD que en promedio invierten sobre el 1% del PIB, e incluso es bajo entre los países emergentes que reconocen el valor estratégico que tiene la CyT para su desarrollo. Sin ir más lejos, Brasil destina un 1,2% del PIB a estas importantes actividades.





Con lo expuesto anteriormente, en este documento se examina a grandes rasgos algunos de los desafíos actuales del país y se propone medidas de corto plazo que permiten mostrar que el duplicar la inversión en CyT hasta un 1% del PIB no solo es factible y sino que muy beneficioso para el desarrollo. Por una parte, el que Chile posea científicos de nivel internacional, infraestructura, instituciones y redes que permiten el aprovechamiento integral de estas inversiones garantiza la factibilidad de la inversión. El beneficio redundaría en el desarrollo imprescindible de áreas claves para el desarrollo que presentan baja masa crítica de excelencia, insuficiente capacidad científica y tecnológica y poca integración entre los actores (empresas y grupos de investigación) con el fin de enfrentar en forma conjunta y armónica los desafíos.

Gran parte de la documentación que prueban el rol central de la Ciencia, Tecnología e Innovación para el futuro del país y su gente, de la calidad de la comunidad científica nacional y la subinversión en estas áreas, ya han sido descritos en numerosos documentos, en informes de prestigiosas instituciones internacionales a solicitud de CONICYT y de agencias gubernamentales, así como en estudios de nuestra propia Academia, y del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, entre otros, por lo que no se insistirá mayormente en ellos. Nos concentraremos en los principales desafíos relativos a CyT del país con horizonte de cinco y diez años, y en las principales medidas que deben tomarse ahora.

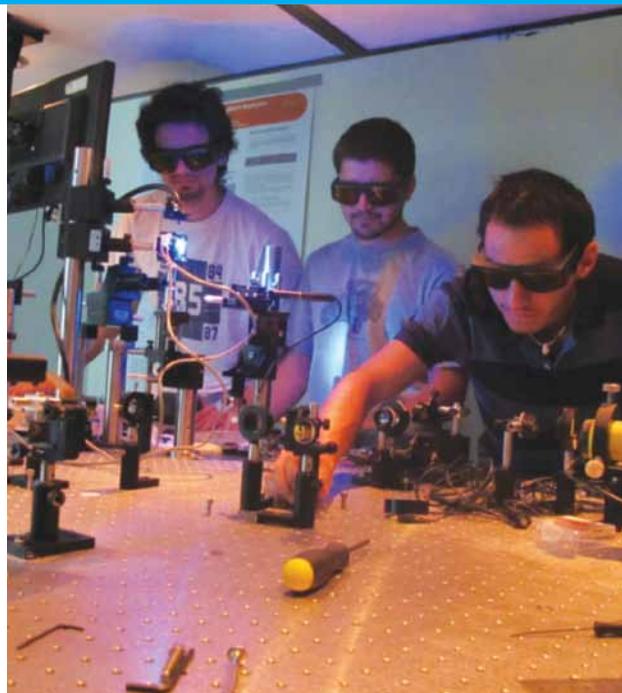
Es preciso subrayar que la libertad de creación ha sido la base de la calidad alcanzada por la investigación científica en nuestro país. Lo anterior explica en parte la atracción que ejerce la ciencia en nuestros jóvenes. Si bien aquí no se abordará el problema acucioso y central de la institucionalidad científica, se señala que se debe promover un ambiente de libertad y compromiso, se debe insertar a la CyT en el centro de la sociedad y en particular debe estar en las agendas de las más altas autoridades del país, donde su principal responsable debe tener rango ministerial, como sucede en los países desarrollados. Esta institucionalidad debe generar las políticas públicas de largo plazo para el desarrollo coherente articulado y continuo de la Ciencia, Tecnología e Innovación en el país.

El apostar por la CyT dotará al país de herramientas que le permitan acometer tareas que ha considerado hasta ahora inalcanzables y causará profundos cambios culturales en las universidades, las empresas y la sociedad en su conjunto.

Resumen de propuestas

Las debilidades fundamentales que detectamos hoy en relación a CyT y que deben abordarse con urgencia como desafíos prioritarios son los siguientes:

1. **Incorporación de investigadores jóvenes y capacidad científica de excelencia.**
2. **Equipamiento mayor y mediano e infraestructura científica.**
3. **Estímulos para la cooperación internacional y redes científicas.**
4. **Cátedras científicas: grandes proyectos de investigación basados en una gran idea y un investigador.**
5. **Robustecimiento de los programas de investigación de base.**
6. **Aumento de Centros de Excelencia.**
7. **Fortalecimiento de las Universidades de Investigación.**
8. **Relación con la empresa: proyectos FONDEF, incentivos al patentamiento.**



Además, las medidas propuestas tendrán un gran impacto en puntos claves para el desarrollo nacional, cuales son:

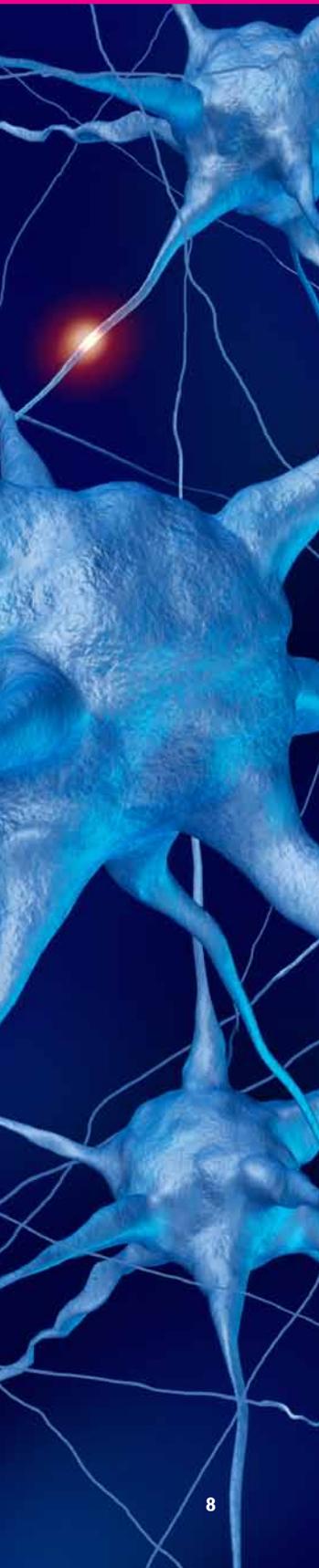
- **Educación.**
- **Desarrollo Regional.**
- **Problemas estratégicos nacionales.**

En efecto, muchas de las medidas implicarán una renovación global del sistema universitario chileno, en particular hacer más competitivas sus universidades de investigación y potenciar las universidades regionales, que deberían ser el centro a partir del cual se piensen y desarrollen las regiones tal como ocurre en muchos países desarrollados.

Por otra parte muchas de estas medidas necesitan el concurso de los científicos de excelencia formados y en formación, su compromiso con el país, y el interés institucional por ser más competitivos y tomar a su cargo las exigentes tareas que el desarrollo requiere. La estimación de los costos de estas medidas los damos en una primera aproximación y también es muy somera la discusión de la forma concreta en que serían implementadas. Todo ello debe ser afinado y discutido por los organismos técnicos apropiados, en particular la forma en que se llega desde el primer al quinto año, con un aumento temporal que muchas veces supone una inversión inicial mayor: Lo que buscamos es dejar las semillas de cada una de las iniciativas para que el país las reflexione y tome para su propio beneficio y el de toda su gente.

Siendo varios los desafíos hay uno que concentra nuestra atención y que estimamos necesita de medidas urgente por la magnitud del mismo pues la inversión en este implica multiplicar significativamente la capacidad científica del país, requiere de la cooperación de científicos de primer nivel, instituciones y agencias, y la forma en que se enfoque este problema marcará al país por años; es por ello que le dedicamos considerandos especiales.

Desafío principal y de urgencia: incorporación de investigadores jóvenes y multiplicación de la capacidad científica de excelencia



En los últimos años el país ha hecho un esfuerzo significativo por aumentar el número de doctores en diversas áreas, pero aún no existen los mecanismos que permitan incorporar a un número cercano a las 800 personas por año (número de becarios esperados que vuelvan al país más los formados en los programas de posgrado nacionales) en actividades desafiantes y productivas donde pueda explotarse el talento avanzado en ciencia y tecnología. CONICYT y otras instituciones realizan a través de los posdoctorados algunos esfuerzos para una primera incorporación de este contingente de científicos altamente entrenados, pero la escala que se necesita es de un nivel muchísimo mayor. Las inversiones públicas deben servir para que las universidades y las empresas se interesen por contar y compitan por este grupo de excelencia. En efecto, el “mercado” existente en CyT es insuficiente para insertar a estos nuevos científicos, por lo que dejar solo al mercado la solución de esto y no tomar medidas profundas en este campo puede llevar a grandes frustraciones y a una pérdida muy significativa de científicos y tecnólogos jóvenes y de los enormes recursos invertidos por el país.

Las universidades que contribuyen en forma significativa a la investigación en Chile son solo 5 y sumando las que desarrollan actividades de investigación en algunas áreas se llega a no más de 12. Es un número pequeño, y para incorporar el talento nacional formado requieren aumentar su tamaño y un gran apoyo estatal. Por otra parte hay universidades regionales que no cuentan con infraestructura ni condiciones para atraer nuevos científicos de excelencia y por otra parte las universidades que son mayormente docentes no han mostrado interés por incorporar científicos en jornadas completas ni en desarrollar un ambiente propicio para atraer jóvenes.

Por otra parte las empresas han mostrado poca capacidad de absorción de científicos y tecnólogos con entrenamiento avanzado, lo que queda de manifiesto por la baja incorporación de científicos a la empresa en programas impulsados por CONICYT.

En resumen, ante la ausencia de una política de estímulos explícitos y de mecanismos de inserción, muchos de los científicos y tecnólogos, entre ellos los mejores, se quedarán en el extranjero, y se dilapidará este momento histórico en que podemos multiplicar la masa crítica activa. Esto ha quedado claro en las discusiones que personeros de gobierno han tenido directamente con talentosos jóvenes chilenos en centros extranjeros de primer nivel, y en la reunión/simposio anual denominada “Encuentros” que los jóvenes chilenos organizan en el extranjero.

Nuestras propuestas implican una incorporación importante de nuevos científicos de alto nivel a las universidades nacionales y sus centros de investigación a través de un apoyo estatal fuerte. Sin duda parte de los nuevos científicos de excelencia será atraído por las universidades de investigación que para ello requieren aumentar significativamente su tamaño y asumir tareas nacionales. Además, para el desarrollo integral del país necesitamos que las universidades que acojan este talento se multipliquen en el país, y requerimos que tanto las universidades regionales como aquellas que cuentan con algún desarrollo en investigación y que quieran expandirlo, presenten programas y contrapartidas verificables y realistas que les permitan competir por el talento ya formado. Esto requerirá de la colaboración entre las universidades, requisito indispensable para potenciar los programas de posgrado, la acogida de los nuevos científicos ya formados, el aprovechamiento integral de los grandes equipos y redes científicas, y de los institutos de excelencia.

Medidas para potenciar la I+D en Chile

I. Incorporación de investigadores jóvenes y científicos de excelencia

La inserción requiere de variados estímulos tanto directos como otros que gatillen las contrapartidas de universidades y empresas.

Becas de inserción laboral

Estas becas están dirigidas a postdoctorados y a doctores recientemente graduados para insertarse en universidades o institutos de investigación y otorgan estímulos a las instituciones de inserción.

Pensamos en unas 500 becas anuales de 5 años cada una. De esta forma el primer año se necesitarán US\$50 millones y el monto total anual lo estimamos en régimen permanente en US\$250 millones (125 mil millones de pesos). Cada beca se estima en US\$100.000. Esto necesita la participación activa de las universidades y centros de investigación del país, que es la contrapartida para este programa. Una fracción importante de cada beca será para salario, gastos de instalación y equipamiento mínimo para cada investigador.

Aumentos de proyectos FONDECYT de Iniciación

En los últimos concursos (2012), FONDECYT ha financiado 293 proyectos de iniciación, por un monto de \$16,2 mil millones. El monto total promedio de un proyecto de iniciación (3 años) es de 63 millones. Los proyectos de iniciación debieran duplicarse en número y monto en los próximos 5 años para acoger a recién doctorados que quieran regresar o quedarse en el país. Los montos debieran ser mayores como una forma de atraer a los talentos jóvenes que requieran instalar sus laboratorios y trabajar en las condiciones adecuadas. Esto implica una inversión adicional de \$50.000 millones.

Los programas anteriores tienen algún grado de intersección y debería haber un manejo y monitoreo adecuado y equilibrio permanente entre ellos. Por otra parte por ser un programa nuevo en el programa de becas de inserción, el número de becas y su costo debería ajustarse en base a la experiencia, número de postulantes de calidad, e interés y contrapartidas de instituciones albergantes.

Crear las condiciones de inserción en las universidades

En paralelo, para el éxito del programa de inserción debe ofrecerse un "financiamiento de instalación" para las universidades que abran líneas de investigación contratando un número mínimo de nuevos investigadores, recursos para la planta física y equipamiento para albergar al grupo, con el compromiso institucional de tomar el financiamiento total después de los primeros cinco años. Se puede estudiar un plan que prevea una transición gradual en que a partir del tercer año, la institución tome fracciones crecientes del costo de los sueldos de los investigadores.

Para la reinserción de estas nuevas generaciones de científicos y tecnólogos en el país, se requiere una inversión de recursos iniciales de 30 mil millones de pesos que al cabo de 5 años pueden significar unos 150 mil millones de pesos.

2. Equipamiento mayor y mediano e infraestructura científica

Los presupuestos actuales de los proyectos permiten solo financiar equipo menor y por otra parte los actuales equipos de laboratorio entran en obsolescencia en 5-10 años. El último esfuerzo global de renovación de equipos en Chile se hizo en 1987. Hace dos años se dispuso de una partida presupuestaria de alrededor de US\$15 millones para equipamiento mayor y recientemente de US\$5 millones para renovar equipamiento mediano, montos claramente insuficientes. Si se agregan a los requerimientos actuales las necesidades de equipamiento que demandará el programa de re-inserción laboral para postdoctorados y doctorados se llega a la conclusión que la adquisición de equipamiento mayor debiera ser un programa

permanente, sostenido en el tiempo, que permita tanto la adquisición como la renovación. Se sugiere un fondo que disponga de US\$70 millones anuales en permanencia, 20 de ellos dedicados al equipamiento mayor (compra, renovación o contrapartidas de infraestructura internacional) y que debe ser usado en redes de cooperación nacionales de acuerdo a esquemas ya en curso. Esta inversión corresponde a 35 mil millones de pesos anuales.

3. Estímulos para la cooperación internacional y redes científicas

Establecer redes de colaboración con los grandes centros mundiales en las distintas especialidades es fundamental para que Chile se inserte como un actor relevante en la ciencia mundial. Se debe dotar a Conicyt de los recursos que permitan operar los muchos convenios de colaboración internacional existentes que no pueden ser adecuadamente desarrollados por falta de financiamiento. Apoyar escuelas internacionales para estudiantes de doctorado, proyectos conjuntos de investigación y de intercambio, participación en congresos, conferencias, workshops y cursos, entre otros. Dado los escasísimos recursos existentes en la actualidad para llevar a cabo estas colaboraciones de manera exitosa y la tremenda importancia que significa para el país formar este tipo de redes una inversión importante para esto es esencial.

La inserción internacional de los científicos chilenos es un imperativo ineludible para contribuir a nuestro desarrollo económico y social; en el mundo globalizado la colaboración internacional es clave para ello. Se debe invertir en un gran fondo para colaboración internacional en “CyT sin fronteras”.

Es vital que los investigadores puedan trabajar en condiciones de igualdad con sus pares en el extranjero y, al mismo tiempo, orientar la investigación global hacia temas de interés y beneficio para el país. Por ejemplo, en el actual Programa Marco 7 de la Unión Europea, los investigadores chilenos deben esperar a ser invitados a participar en proyectos que ya están prácticamente armados, en líneas de investigación respecto de las cuales no tienen opción de opinar.

Por otra parte, es necesario invertir recursos para desarrollar investigación con contrapartes extranjeras en lo que se ha llamado los “laboratorios naturales”: investigación Antártica, del desierto de Atacama, Oceanografía, Sismología y otras (tal como ha sucedido en Astronomía). La única forma de cubrir la investigación en estas áreas es con la participación de investigadores extranjeros de las más diversas disciplinas y generando en Chile las condiciones para el desarrollo de esa investigación. Es crucial el aprovechar nuestras ventajas comparativas.

Chile ha firmado convenios de colaboración con más de 70 países los cuales no pueden concretarse hoy en día por la ausencia de recursos. La inversión en el ítem de Cooperación Internacional no debería ser menor a US\$80 millones para llevarla a cabo en forma satisfactoria, equivalente a llegar a 40 mil millones de pesos al año en 4 años.



4. Cátedras científicas: grandes proyectos de investigación basados en una gran idea y un investigador

En 1995, el Gobierno de Chile impulsó las “Cátedras Presidenciales en Ciencias”, iniciativa que duró cuatro años, con resultados muy positivos en producción científica. Una iniciativa similar ha sido desarrollada por Canadá (“Canadian Research Chairs”) y en la actualidad el European Research Council está ofreciendo un concurso de proyectos de investigación con una aproximación similar; (“European Research Chairs” ó ERCs).

Una descripción breve de los ERC Grants sirven de ejemplo sobre este tipo de programa científico. Los proyectos contemplan un financiamiento de 3,5 millones de euros en cinco años para investigadores “senior” y de 2 millones de euros, en 5 años, para investigadores que se inician. El beneficiario tiene libertad para moverse de institución –si lo estima conveniente– durante el curso de este. Con su grant el investigador puede contratar personal, pagar complemento de su sueldo, pagarle a sus colaboradores y otras facilidades.

Abrir un concurso similar para ser ejecutado en el país, podría ser un incentivo de mucha importancia para los investigadores de excelencia que laboran en Chile. Además, tal iniciativa podría atraer investigadores de formación sólida que contribuyan a desarrollar la infraestructura científica del país. En tiempo de crisis a nivel mundial, existe hoy una excelente oportunidad de atraer a nuestro mundo académico a científicos extranjeros. De la misma manera como los Estados Unidos se benefició de la post-guerra europea en los años cuarenta atrayendo una gran cantidad de científicos, nosotros podríamos, en una escala menor, utilizar esta oportunidad para impulsar nuestro desarrollo científico, combinando esta actividad con la incorporación de nuevos investigadores. Se sugiere iniciar este programa con el financiamiento de 25 cátedras de cada tipo en un primer año. Se sugiere cátedras de US\$2,5 millones a 5 años para investigadores de nivel de titulares y de US\$1,5 millones a 5 años para investigadores más jóvenes (a nivel de Asociados o Adjuntos). Para un primer concurso, el compromiso económico ascendería a US\$100 millones en 5 años. Un nuevo concurso, cada año, en el que se otorgaran 12 nuevas cátedras de cada tipo al año, permitiría incrementar el número de cátedras hasta alcanzar un estado de régimen de 60 cátedras nacionales de cada tipo, con un costo total anual de US\$ 50 millones ó 25 mil millones de pesos.

La acción a seguir es la creación de Cátedras de Investigación para investigadores de trayectoria reconocida y otras para investigadores jóvenes, ambos con proyectos de excelencia. El monto anual de esta iniciativa sería 10.000 millones de pesos el primer año para llegar a un estado estacionario, en 5 años, de 120 cátedras con un costo anual de 25.000 millones de pesos. Los resultados serían el potenciar enormemente la creatividad de investigadores de excelencia que propongan buenas ideas y muestren capacidad para llevarlas a cabo. Esto le daría tremenda visibilidad a la CyT chilena en el plano internacional.



5. Robustecimiento de programas de investigación de base

Incremento de los montos para proyectos FONDECYT regular

En los últimos concursos (2012), FONDECYT financió 605 proyectos regulares, por un monto de \$64.883 millones. Los porcentajes de proyectos aprobados en los últimos concursos han subido a valores cercanos al 50% de los proyectos presentados (regulares) pero los montos totales de los proyectos permanecen bajos. El monto total promedio de un proyecto regular (3 ó 4 años) es de \$115,9 millones, lo que como ya fue dicho no permiten la adquisición y/o actualización de equipamiento. Tampoco permite la inclusión de ayudantes ya egresados o de postdoctorantes que puedan enriquecer el trabajo de investigación. Estimamos que el monto de inversión en los proyectos regulares debería duplicarse en el plazo de 4 años (adición de \$80 mil millones) que permitan contratar estudiantes de doctorado y postdoctorados en estos proyectos.

Postulación a un segundo proyecto FONDECYT

Desde su inicio, el Programa FONDECYT ha limitado la participación simultánea de una misma persona en su calidad de investigador principal a un solo proyecto. Esta limitación se ha justificado por escasez de recursos y el deseo de una participación más amplia de investigadores a lo largo del país. Frente a la eventualidad de contar con mayores recursos en el país para ciencia y tecnología, esta disposición debiera ser revisada. La actual prohibición de encabezar más de un proyecto como investigador principal determina que los investigadores aseguren el éxito de sus postulaciones, limitando su investigación solo a la línea más tradicional de sus trabajos. El postular ideas más audaces, con componentes interdisciplinarios es un riesgo demasiado grande cuando solo se puede postular simultáneamente a un solo proyecto. Proponemos que los recursos para proyectos FONDECYT regulares incrementen en 50% en 4 años, con el propósito de permitir la ejecución simultánea de más de un proyecto por un mismo investigador. Es posible que se deban diseñar requerimientos de productividad y calidad que deben cumplir los investigadores, así como condiciones de interdisciplinariedad y orientación que deban cumplir los proyectos para ser considerados. Pero la posibilidad de postular a dos proyectos distintos como investigador principal, indudablemente incrementaría la diversidad de temas bajo investigación. Esta inversión corresponde a unos 30 mil millones de pesos anuales.

6. Aumento de Centros de Excelencia

Los grandes programas asociativos como FONDAP, Proyectos de Financiamiento Basal, Institutos Milenio y otros han sido muy exitosos, patrocinando ciencia de frontera y aunando esfuerzos de varias instituciones para la consecución de objetivos comunes. Estos centros, que incluyen investigadores jóvenes, investigadores post-doctorales, estudiantes de doctorado y estudiantes de pregrado han generado un ambiente propicio a la investigación y formación de nuevos investigadores. Estas iniciativas deben mantenerse y potenciarse, tanto en número como en su nivel de recursos. Tradicionalmente, estos centros han tenido financiamiento por un quinquenio, renovándose por un segundo quinquenio luego de aprobar una auditoría científica estricta. Originalmente estos centros fueron diseñados por una década, pero con la posibilidad de extender la temática de estudio por otro número de años si la temática y el desarrollo propuesto así lo justificasen. La prolongación adecuada de estos centros es todavía una tarea pendiente.

La formación de científicos y desarrollar ciencia competitiva internacional son la única garantía de la excelencia, y ello se da preferentemente en el desarrollo de ciencia básica de forma integrativa. Lamentablemente ellos no han tenido un adecuado desarrollo en estos últimos años privilegiándose centros de investigación con orientación científico-aplicado orientados a interactuar con la empresa a partir de productos y servicios.

Así los nuevos FONDAP para Áreas Prioritarias para el Desarrollo Nacional están muy focalizados (ej.: cambio climático, agronomía o acuicultura sustentable) y algunos Centros Basales apuntan a disminuir brechas existentes en el país y resolver problemas de interés nacional. Este también es el caso de los dos centros para la Investigación en Educación. Ello es muy necesario para el país y debe incentivarse, sin embargo el apoyo particular a estos centros no guarda relación con los FONDAP con mayor amplitud científica como fueron concebidos inicialmente o con los institutos Milenio que solo han tenido un escaso incremento numérico desde el inicio del Programa.

Se sugiere que junto a los 13 Centros Basales y a los 6 Centros FONDAP, CONICYT y/o el Ministerio de Economía (ICM) inicie el financiamiento de 9 Centros de Ciencia Fundamental y 9 nuevos Centros Basales y/o focalizados en Áreas prioritarias o educación. Estos podrían, además, incluir áreas que conecten las ciencias con las demandas de los Ministerios, tal como por ejemplo el medio ambiente. Ello significa que, junto a los recursos empleados anualmente en los centros basales y Centros FONDAP y de Educación, CONICYT debiera presupuestar alrededor de \$18.000 millones anuales para nuevos centros de Ciencia de Excelencia en los próximos cinco años.

7. Fortalecimiento de las Universidades de Investigación

Programa de cooperación universitaria en posgrado e investigación

Para satisfacer la necesidad de contar con masas críticas significativas que hagan ganar competencia a nuestras universidades, de incentivar su cooperación en posgrado e investigación, de promover visitas de estudiantes y profesores, de compartir grandes equipos y redes científicas, y hacer sus posgrados competitivos internacionalmente, se hace necesario incentivar la cooperación de las universidades en áreas selectas, que tengan competitividad y que cubran un amplio espectro científico. Estimamos que esto debería hacerse en alrededor de veinte áreas en forma permanente, y que cada una de ellas requeriría de US\$15 millones anuales, lo que representa unos US\$300 millones de dólares en régimen permanente equivalente a 150 mil millones de pesos. Esto también permitiría a muchas universidades de investigación asumir tareas nacionales y a universidades regionales de menor tamaño en regiones de contar con alianzas que impulsen su desarrollo.

Aumento significativo de los “overheads” de los proyectos de investigación

Los proyectos FONDECYT y otros (Centros, Anillos, Institutos, Núcleos, Fondef) financian una parte importante de los gastos directos de una investigación específica, sin embargo financian apenas una pequeña fracción de los gastos indirectos por lo que en general son las universidades quienes asumen dichos gastos con recursos propios. Proponemos que sean asumidos por el Estado a fin de cubrir adecuadamente todos los gastos que se requieran para realizar un proyecto de investigación. Se propone que el valor de 17% de gasto de overhead que en la actualidad se adjudican a los proyectos FONDECYT, al igual que en otros proyectos, suba a cifras alrededor del 40% en un plazo de 5 años, incremento hecho de forma paulatina. Esto implicaría una inversión adicional en el sistema de CyT de un 10% de la inversión actual total que corresponde a US\$160 millones o 80 mil millones de pesos.

8. Relaciones con la empresa: proyectos FONDEF, incentivos al patentamiento

Potenciar FONDEF

La misión fundamental de FONDEF es contribuir al aumento de la competitividad de la economía nacional promoviendo la vinculación entre instituciones de investigación y empresas en la realización de proyectos de investigación aplicada, desarrollo precompetitivo y transferencia tecnológica.

Entre los años 1991 y 2006 FONDEF invirtió más de \$146 mil millones para el desarrollo de proyectos de impacto nacional. Sin embargo, en los últimos años el número de proyectos financiados ha ido disminuyendo; recientemente FONDEF adjudicó un total de \$7.750 mil millones para la ejecución de 27 proyectos en la XIX versión del Concurso Anual de Proyectos de I+D, convocatoria que recibió 232 postulaciones. El número de proyectos aprobados equivale solo al 11.6% del total presentado. Es uno de los montos más bajos de los concursos competitivos para financiar proyectos científicos. De acuerdo a la Dirección del Programa, el nivel de calidad de los proyectos postulados es alto, pero no se puede financiar más proyectos por falta de recursos. Dado el impacto del programa y la calidad y pertinencia en áreas estratégicas de proyectos que no están siendo financiados, se sugiere un incremento de un 100% a este programa tanto para el concurso del Programa IDEA como el concurso regular de Proyectos FONDEF, con un máximo por proyecto de \$400 millones de pesos de contribución de FONDEF y una contraparte empresarial, alcanzando la cifra anual de \$23 mil millones de pesos (unos US\$46 millones) en unos 4 años.

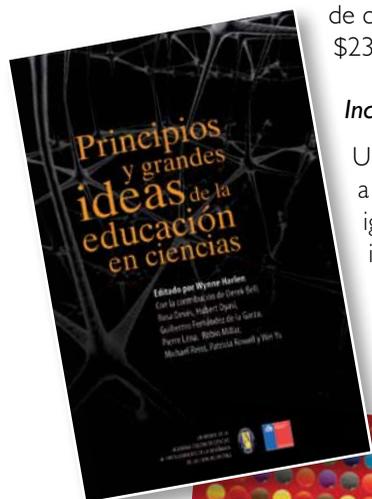
Incentivos al Patentamiento

Un fuerte apoyo a la ciencia que lleve a patentes y/o a apropiación del conocimiento a objeto que los investigadores, las universidades y empresas del país, participen en igualdad de condiciones en la competencia mundial por las ideas con aplicación industrial o productos. Estos apoyos e incentivos deben ser variados, tanto en proyectos individuales como grupales, así como para el financiamiento de oficinas especializadas en universidades e institutos de investigación. El Estado solo debe dar el incentivo inicial, pues por los montos involucrados y el apropiamiento que esto significa, las patentes deben ser financiadas con la participación directa de los interesados, universidades y empresas, en fases posteriores pues esta actividad debería ser sustentable en el tiempo. Las cifras son muy difíciles de estimar pero sugerimos comenzar con un fondo anual de US\$5 millones, equivalente a 2,5 mil millones de pesos, e irlo modulando en el tiempo dependiendo de la calidad y el número de requerimientos.

Incentivar la Inversión en I+D en la Empresa

Además de lo indicado hasta ahora en este documento es de vital importancia que, en forma paralela, se generen las herramientas efectivas para promover, de manera significativa, la inversión privada. Existen recientes ejemplos que apuntan en la dirección correcta, como la ley de exención tributaria para inversión en I+D y el programa "Start-up Chile". Estos deben monitorearse para asegurarse que tengan un impacto real y positivo en el corto y mediano plazo. La pequeña, mediana y eventualmente la gran empresa son esenciales para conectar la investigación en CyT con la innovación y el emprendimiento, por lo cual, es de gran importancia contar con los instrumentos para estimular al sector privado de manera real para que intervenga de manera mas decidida en todo el rango de la cadena.

Algunos libros editados por la Academia de Ciencias.



Conclusiones

Para pasar a ser un país desarrollado, Chile debe incorporarse en plenitud a la **Sociedad del Conocimiento**, lo que implica necesariamente hacer una importante inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación. **El actual 0,5 % del PIB que destina nuestro país en este ámbito es el Talón de Aquiles que nos impide alcanzar el desarrollo.**

La calidad de la Ciencia y Tecnología en Chile es la mejor de Latinoamérica y varias áreas son de primer orden a nivel mundial, lo que se refleja en el significativo número de publicaciones en revistas de alto prestigio internacional y las referencias (citas) en la literatura mundial a los trabajos realizados en Chile. **La CyT tiene un gran potencial de crecimiento y consolidación en el corto y mediano plazo.** Sin embargo, para conseguir este objetivo **es necesario invertir en torno al 1% del PIB**, tal como lo han hecho y lo están haciendo los países pares con los que nos queremos comparar.

En la presente propuesta, elaborada por la Academia Chilena de Ciencias, basada en la experiencia de quienes la suscriben, **se muestran y proponen diversas alternativas, no excluyentes de otras, para llevar a cabo de manera racional y exitosa un plan de fortalecimiento de la Ciencia y Tecnología en Chile para los próximos 4 a 5 años.** Tal como se le ha manifestado al Ministerio de Economía, **este documento debe ser la base de una propuesta de Gobierno que apunte en esta dirección.** Las alternativas propuestas corresponden a un aumento de la inversión en Ciencia y Tecnología de un 0,40% del PIB al cabo de 4-5 años y el 0,14% el primer año tomando en cuenta que el PIB de Chile crece un 4-5% al año.

La implementación de estas políticas debería ser desarrollada en estrecha relación y asesorada por gobiernos afines que han realizado estos cambios, tales como Brasil y Argentina, además de considerar casos paradigmáticos en este ámbito como lo hecho por países como Nueva Zelanda, Corea y Finlandia, **quienes cuentan con una institucionalidad científica consolidada.** **Para darle sustentabilidad a estas iniciativas lo que aparece absolutamente necesario es que existan políticas públicas de largo plazo** para el desarrollo coherente, articulado y continuo de la Ciencia, Tecnología e Innovación. Para ello debería crearse un **Ministerio de Ciencia, Tecnología y Desarrollo** (o Ciencia, Tecnología e Innovación), o una alternativa en la cual el principal responsable debe tener rango ministerial, como lo han hecho la gran mayoría de los países con los que nos queremos comparar.

Academia Chilena de Ciencias
Enero 2013





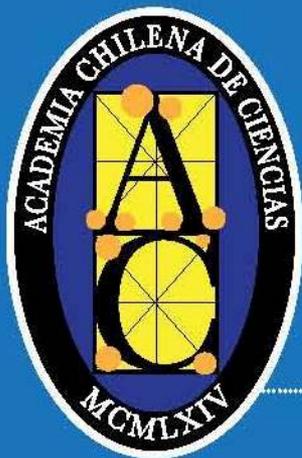
(De izquierda a derecha)

Arriba, atrás: Académicos Miembros de Número, Profesores Bernabé Santelices y Rafael Vicuña

Tercera Fila: Académicos Miembros de Número y Correspondientes, Profesores Patricio Felmer, Mario Hamuy, Deodato Radic, Luis Aguirre, Andrés Weintraub (Tesorero de la Academia), Fernando Lund, Juan Carlos Castilla (Vicepresidente de la Academia), Nibaldo Inestrosa, Alejandro Buschman, Miguel Kiwi (Prosecretario de la Academia) y Alejandro Toro-Labbé.

Segunda Fila: Académicos Miembros de Número y Correspondientes, Marco Tulio Núñez, Arturo Horta (Miembro Correspondiente en el extranjero), Mary T. Kalin, María Teresa Rulz (Vicepresidenta de la Academia), Ligia Gargallo, Juan A. Asenjo (Presidente de la Academia), María Cecilia Hidalgo, Carlos Conca y Marcela Reyes (Coordinadora de la Academia).

Primera Fila: Académico Miembro Correspondiente, Profesor Guido Garay.



INSTITUTO DE CHILE

CORPORACIÓN DESTINADA A PROMOVER EL CULTIVO,
PROGRESO Y DIFUSIÓN DE LAS LETRAS, LAS CIENCIAS
Y LAS BELLAS ARTES

WWW.ACADEMIA-SCIENCIAS.CL
ALMIRANTE MONTT 454, SANTIAGO.