

Planteamiento sobre Políticas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación



CONSEJO DE RECTORES
UNIVERSIDADES CHILENAS

MAYO 2008

INDICE

Introducción	Página 3
La situación actual de Chile en Ciencia, Tecnología e Innovación	5
Marco de Propuestas Estratégicas	9
I. Capital Humano Avanzado	9
II. Institucionalidad para el desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación	12
III. Áreas prioritarias en una Política de Ciencia, Tecnología e Innovación	13
IV. Relación Universidad - Empresa	17
V. Dimensión Regional de la Política de Ciencia y Tecnología	19
VI. Equipamiento e infraestructura para C&T&I.	23
VII. Mejorar la Educación en Ciencias a Nivel Básico y Medio y Alfabetizar en Ciencias a la Sociedad Chilena	25

INTRODUCCION

Las Universidades Chilenas son las principales responsables tanto de la actividad científica y tecnológica como de la formación de los profesionales e investigadores y les corresponde un papel clave en toda política de innovación que se desee implementar en el país. Es en este contexto que desean plantear al país y, en particular, a quienes están decidiendo las políticas futuras en el tema de la innovación, algunas consideraciones que nos parecen necesarias tener presente.

Entregamos estos planteamientos en un momento de especial trascendencia, marcado por la voluntad del país de hacer un importante esfuerzo para el aumento de la inversión en Investigación, Desarrollo e Innovación y en el que hemos recibido los documentos del Consejo Nacional "Hacia una estrategia de innovación para la Competitividad de Innovación". Reconocemos su aporte importante y significativo para un dialogo que, en sus próximas etapas, se debe abrir a los actores que serán elementos claves en su implementación.

En este análisis es necesario tener presente el panorama mundial. Es conocido el papel clave que han tenido las universidades en el liderazgo de Estados Unidos en los temas de innovación y descubrimiento científico. Lo reitera recientemente "The Task Force on the Future of American Innovation" cuando plantea "El apoyo federal en ciencia e ingeniería a universidades y laboratorios nacionales ha sido clave para la prosperidad en América por más de un medio siglo. Un sistema educacional robusto que apoye y entrene los mejores científicos y atraiga estudiantes desde otras naciones es esencial para producir una fuerza de trabajo de nivel mundial".

Europa, por su parte, ha definido políticas que le permitan cubrir la brecha histórica con Estados Unidos. Es importante tener presente lo que ha planteado la Comisión de la Comunidad Europea:

- Europa necesita excelencia en sus universidades para optimizar los procesos que sustentan la sociedad del conocimiento y lograr el objetivo fijado en el Consejo Europeo de Lisboa de convertirse en la economía más competitiva y dinámica del mundo basada en el conocimiento, capaz de sustentar el crecimiento económico y crear un mayor número de puestos de trabajo de mejor calidad y una mayor cohesión social.
- La Agenda de Lisboa insta a la participación de numerosos sectores, entre los cuales las universidades desempeñan un papel fundamental, debido a su doble misión tradicional de investigación y enseñanza, y a su rol cada vez más importante en el complejo proceso de innovación.

- Dado que se encuentran en el centro neurálgico de la investigación, la educación y la innovación, las universidades detentan la clave de la economía y de la sociedad del conocimiento desde numerosos puntos de vista.
- La investigación básica sigue siendo uno de los principales focos de actividad de la universidad en materia de investigación. La capacidad de las grandes universidades de investigación norteamericanas en este ámbito constituye su atractivo como socio de la industria, la que a su vez aporta una importante financiación a esta actividad. En consecuencia, la investigación básica se realiza en estas universidades en un contexto de aplicación, sin perder por ello su carácter básico.

Si se analiza la situación de Bélgica y Japón, así como lo ocurrido en los países emergentes como Finlandia se ratifica el papel crucial que han tenido las universidades en las políticas de innovación, las que han incorporado como elemento central fortalecer estas instituciones para que puedan cumplir eficientemente su rol de formadores de profesionales e investigadores, de generación de conocimiento y de articuladores más eficientes en la transferencia de las nuevas tecnologías al sector productivo.

Desafortunadamente las Universidades, como instituciones, no fueron convocadas durante los años 2006 y 2007 a participar activamente en la generación de las políticas que actualmente se están presentando para impulsar la investigación científica-tecnológica y la innovación. Consideramos muy positivo que exista ahora una disposición diferente para escucharnos y llamarnos a participar.

En consecuencia, y en un esquema proyectivo, lo anteriormente dicho indica que, acorde con la internacionalización del conocimiento, característica distintiva del inicio del Siglo XXI, Chile debe, en el más corto plazo, agregar conocimiento a su capacidad productiva. Este proceso requiere de una mirada sistémica y de una nueva alianza estratégica que conjuguen, por una parte, el esfuerzo emprendedor privado con una participación pública orientada a asegurar tanto la provisión de los bienes públicos que sustentan la innovación (esto es, el capital humano, las redes de infraestructura física y tecnológica y la investigación científica) como el marco de incentivos y reglas del juego que favorezcan el desarrollo tecnológico y el surgimiento de una mayor diversidad productiva.

La situación actual de Chile en Ciencia, Tecnología e Innovación

Chile, a pesar de su tamaño, posee una tradición científica a nivel latinoamericano que lo sitúa en posiciones de vanguardia en términos de productividad. En Latinoamérica, la productividad científica, medida por el número de artículos ISI publicados, se concentra en cuatro países. Si bien Chile se ubica en cuarto lugar en términos de volumen, ocupa el primer lugar en relación con los artículos generados por millón de habitantes (Figura 1).

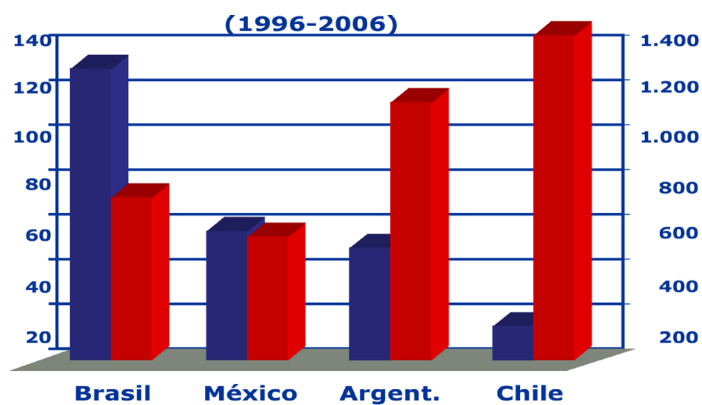


Figura 1. Productividad científica en los principales países de Latinoamérica, en términos de miles de artículos ISI y artículos por millón de habitantes (Fuente: ISI Essential Science Indicators 2006).

Además de exhibir la mayor productividad per cápita en Latinoamérica, los artículos publicados en Chile poseen el mayor índice de citas (Figura 2), lo que da cuenta del nivel de calidad de la productividad científica chilena.

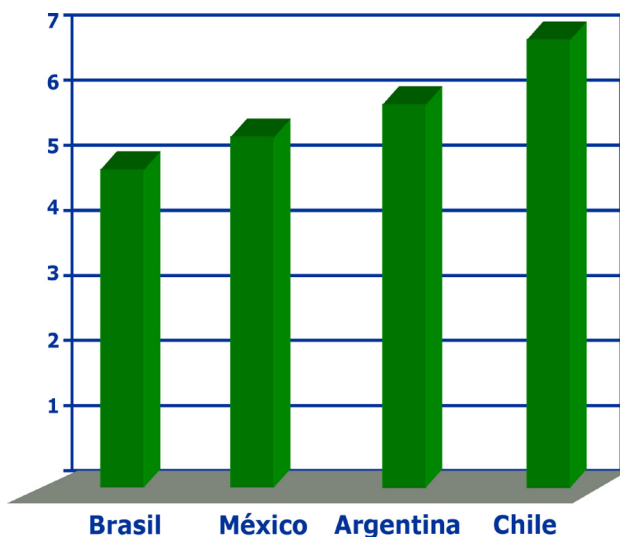


Figura 2. Citas por artículo ISI generados en los países latinoamericanos líderes en I+D (1996- 2006).
(Fuente: ISI Essential Science Indicators 2006).

El prestigio y el posicionamiento relativo de la actividad científica del país no son fruto de la casualidad sino consecuencia de una política de estado que lleva más de 50 años de desarrollo ininterrumpido. Esta política se inicia en lo formal con la creación de CONICYT en la década de los `60 en el siglo pasado, la que se vio reforzada con la implementación de FONDECYT en la década de los `80, siendo su principal objetivo fomentar la actividad científica en Chile, con un fuerte énfasis en la publicación de artículos indexados.

Mientras FONDECYT, como instrumento, contribuía al financiamiento de las actividades científicas, las Universidades tradicionales chilenas pertenecientes al Consejo de Rectores (CRUCH), asumían la tarea de posicionar a Chile en el ámbito científico internacional. Así, las universidades del CRUCH son las responsables de casi el 90% de la productividad científica del país, concentrando en sus instituciones la mayor parte de los recursos humanos y las capacidades científicas del país en este campo.

Hace prácticamente 15 años se crea FONDEF, un segundo instrumento destinado al financiamiento de actividades de investigación y desarrollo, vinculando la capacidad científica del país con las necesidades de las empresas. También en este instrumento las universidades del CRUCH han sido actores relevantes.

Si bien en términos estadísticos más del 50% de las actividades de I+D realizadas en el marco de los instrumentos FONDECYT y FONDEF se ejecuta en regiones, no es menos cierto que esta se concentra en la región Metropolitana, la de Valparaíso y la del Bío-Bío, dando cuenta de una desigualdad en el desarrollo C&T regional que debe ser corregida.

Los resultados de FONDEF durante estos 15 años pueden parecer modestos si se miden en términos de productividad vinculada al conocimiento apropiable, esto es a través de patentes. En este período de la ejecución de proyectos FONDEF se han obtenido directamente unas 15 patentes, mientras más de 140 solicitudes de patentamiento aún están en proceso de tramitación.

La cultura del patentamiento no es tradicional en el contexto latinoamericano. Así, entre las 20 oficinas a nivel mundial que reciben las mayores solicitudes de patentes, sólo están las de dos países latinoamericanos (Brasil y México), en los que, además, una cantidad importante de tales solicitudes son presentadas por no residentes. Si se descuenta este hecho, es decir se pone la mirada en las solicitudes de residentes se tiene lo siguiente:

Tabla 1. Solicitudes de patentes presentadas (por número de habitantes, PIB y gastos de I+D)

País/Territorio	Solicitudes presentadas por residentes por millón de habitantes 2005'	Solicitudes presentadas por residentes por mil millones de dólares del PIB 2005*	Solicitudes presentadas por residentes por millón de dólares de gasto en I+D 2005
Alemania	586,37	22,38	0,91
Australia	479,51	16,95	1,02
Brasil	20,50	2,74	0,29
Chile	22,15	2,07	0,36
China	71,66	11,92	0,91
Colombia	0,90	0,14	0,09
Cuba	9,32		
Ecuador	0,83	0,22	0,32
España	10,06	2,90	0,27
EEUU	710,08	18,82	0,72
Finlandia	348,90	12,19	0,35
Francia	230,23	8,50	0,40
Japón	2.875,59	103,53	3,37
México	5,67	0,59	0,15
N. Zelanda	460,58	20,77	1,82
Perú	0,97	0,18	0,19
Reino Unido	296,22	10,01	0,54
R. de Corea	2.530,80	129,10	5,08
Suecia	279,48	9,66	0,27

FUENTE: Informe de la OMPI sobre patentes. Estadísticas sobre las actividades en materia de patentes a escala mundial. 2007.

Recientemente, producto de la preocupación del gobierno de Chile, el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC) elaboró un documento titulado "Hacia una Estrategia Nacional de Innovación para la Competitividad". Tanto el volumen I como el II han sido un importante aporte para la comprensión y discusión de un tema de alta trascendencia para el futuro del país. Los datos que allí aparecen indican que Chile todavía muestra estadísticas muy inferiores a los países que han logrado el desarrollo, en indicadores tan importantes como: publicaciones ISI por millón de habitantes; gasto en I+D (como % del PIB); investigadores por cada mil habitantes; graduados por año (PhD) en Ciencia y Tecnología; número de empresas que introducen innovación al mercado, entre otros indicadores de alto interés (todos ellos considerados en función del PIB per cápita de Chile).

La experiencia de Proyectos FONDEF y, más recientemente, en los proyectos de investigación pre-competitiva y de interés público de CORFO-Innova, en los que deben participar empresas aportando al menos un 20% del financiamiento total, pone en evidencia que las universidades son capaces de trabajar fructíferamente con las empresas para generar nuevos conocimientos en la ruta de la innovación.

Existen numerosos antecedentes que recogen los logros de Chile y también que analizan los factores que limitan su desarrollo científico-tecnológico. Además de los volúmenes del Consejo de Innovación para la Competitividad podemos señalar el libro "Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena 2005" (Allende, Babul, Martínez y Ureta, eds.). Los diagnósticos están claros, pero necesitamos propuestas concretas.

Marco de Propuestas Estratégicas

Fruto de un trabajo participativo, con las diferentes comunidades académicas de las universidades del CRUCH, el cual finalizó con un Seminario realizado en Concepción (marzo de 2008), el Consejo de Rectores quiere contribuir al nivel actual del debate, planteando un conjunto de propuestas al cual, en nuestra opinión, resulta indispensable apoyar su concreción. Estas se refieren a: capital humano avanzado (como se usa decir actualmente); a institucionalidad para el desarrollo de la ciencia y la tecnología; a la definición de áreas prioritarias para el sector; al fortalecimiento de la relación universidad - empresa, a la dimensión regional de la política de C y T, la necesidad de renovar infraestructura para Ciencia, Tecnología e Innovación y el mejoramiento de la Educación en Ciencias a nivel básico y medio y alfabetizar en Ciencias a la sociedad chilena. En este marco referencial debemos destacar el hecho de que, por las características geográficas de nuestro país, los recursos naturales decididamente explotables se encuentran dispersos en sus diferentes regiones, por lo que la regionalización constituye una prioridad innegable para asegurar el éxito de su desarrollo armónico. Por ello corresponde a las regiones preocuparse encarecidamente de favorecer la formación de recursos humanos altamente calificados para la gestión y la investigación, sin descuidar la formación de técnicos superiores, formación que, conforme a parámetros internacionales, se demuestra como una oferta educativa insuficiente para atender los requerimientos que demanda y demandará, en el corto y mediano plazo, el desarrollo económico del país.

I. Capital Humano Avanzado

Fortalecer los programas de postgrado en Chile es clave para contar con los recursos humanos necesarios para una política más activa de I+D+I. Un aspecto crucial, frecuentemente olvidado u obviado, es que el incremento en el número de doctores es requerido igualmente para formar los profesionales que el país necesita. Esta política debe ir acompañada de recursos que permitan realizar postdoctorados y, en general, pasantías en centros de excelencia nacional e internacional. Debiera incluir, por cierto, becas postdoctorales, conducentes a que investigadores jóvenes se incorporen a equipos de investigación consolidados y, a la vez, participen en docencia de pre y postgrado, de manera de compartir e incentivar a las nuevas generaciones.

Reconocemos la necesidad de un programa especial de formación de postgrado en el extranjero como herramienta de desarrollo en áreas específicas de alto interés para el país, y en la cual somos deficitarios, fundamentalmente cuando se requiere generar capacidades a muy corto plazo. Es claro que éste debe estar acompañado de un programa de re-inserción en el país.

El país debe proponerse doblar en el horizonte próximo (2010) el número de doctores anualmente graduados por millón de habitantes, alcanzando a dicha fecha una tasa de 40 por cada millón (dos tercios formados en el país y un tercio formado en el exterior). La meta de un país como Brasil en dicho año alcanza a 100, valor que es cercano al límite inferior actual de países desarrollados. De ser así, el número de becas de doctorado debería alcanzar en el 2010 la cifra de 2.145.

Pero, al momento de diseñar estas propuestas, es necesario reconocer que los incentivos actuales para formación de postgrado y de investigación, no contemplan el costo real que estas actividades alcanzan en nuestro país, bajo condiciones de gestión eficientes. En consecuencia, las instituciones universitarias que realizan estas actividades deben aportar a ellas subsidios, provenientes de otras fuentes de ingresos propios, en especial de la docencia de pregrado.

Por ejemplo, el actual sistema de becas de postgrado financia sólo un 50% del arancel fijado por las agencias de financiamiento del Estado, el cual, por lo demás, no corresponde al costo real de estos estudios. En el caso específico de los programas de magíster, la situación es aún más crítica, por cuanto las becas para este nivel de estudios son muy marginales, contemplando sólo recursos de manutención para los alumnos.

En relación con la actividad de investigación, la situación es análoga. Las universidades utilizan en forma creciente parte importante de su capacidad humana, académica y personal de apoyo, infraestructura e insumos, en el desarrollo de los proyectos, pero estos no consideran recursos financieros que compensen apropiadamente la magnitud de este esfuerzo en lo que implica los costos indirectos. Al respecto se proponen las siguientes medidas.

Propuestas:

- Incrementar y fortalecer los Programas de Doctorado y Magíster en el País

El apoyo a los Postgrados nacionales, especialmente a aquellos acreditados en el nivel de Doctorado y Magíster, debe hacerse mediante la continuación y fortalecimiento del Programa MECESUP en este nivel educativo. Esto debe acompañarse con un incremento anual del 15% en el número de becas de estudiantes en estos programas, tanto a nivel de CONICYT como de MECESUP y otras fuentes

- Creación de un Observatorio

Que realice un seguimiento de los temas de formación del capital humano avanzado, incluidos el seguimiento y evaluación del desempeño de los programas y sus doctorandos, y, un aspecto importante, de la forma en que se aplican las políticas de acreditación.

- Plan de Captación, retención y circulación de recursos humanos desde el exterior

Se deben propiciar políticas de migración selectiva, políticas de retorno de profesionales chilenos altamente calificados y políticas de retención o "circulación de cerebros" de extranjeros que estudien en Chile. Los chilenos que han estado en el extranjero han adquirido una muy buena formación en su estadía fuera del país, de manera que si se generan condiciones atractivas para que regresen al país, agregarían un muy significativo aporte al programa de ciencia, tecnología e innovación. El plan debe incluir tanto a los que están laborando por un tiempo prolongado en centros de investigación, como a aquellos que han obtenido en forma reciente su grado.

- **Becas de Doctorado y Postdoctorado en el extranjero**

Es necesario otorgar un número significativo de becas de Doctorado en centros de prestigio internacional, especialmente para el desarrollo y fortalecimiento de áreas deficitarias y áreas estratégicas. También es muy necesario otorgar becas de Postdoctorado a doctores chilenos, para que puedan terminar su formación en áreas de relevancia para nuestro desarrollo.
- **Plan de inserción de doctores en el sector productivo**

Se han de crear condiciones laborales atractivas y estimulantes en pro de la investigación y la innovación, no sólo en el ámbito académico, sino además en los sectores productivo y de servicios públicos de alto nivel. Debe evaluarse el programa existente, el cual, aunque ha sido un buen primer esfuerzo, está limitado por el bajo número de doctores insertados. Una mayor sintonía entre el sistema universitario y el sector productivo contribuiría, sin duda alguna, a que un mayor número de doctores sean acogidos en las empresas.
- **Planes de incorporación de doctores en el sistema universitario**

Las universidades requieren urgentemente contratar un número mayor de doctores para lograr una exitosa renovación de la planta académica y crear nuevas áreas de investigación y formación requeridas por el país. La presencia de limitaciones, fundamentalmente económicas, referidas tanto al monto de los ingresos esperados por estas personas de nivel avanzado como a la infraestructura requerida para que realicen sus investigaciones, limita esta incorporación. La única forma de lograr este objetivo es mediante la creación de mecanismos específicos, en la cuantía necesaria y por un periodo no inferior a diez años, con aportes del Estado, que faciliten la realización de este proceso bajo condiciones de calidad y excelencia.
- **Generar programas que contribuyan a incentivar la cotutela con programas extranjeros**

Estos deben incluir recursos para las conocidas becas "sandwich", que permiten a un estudiante de un programa de doctorado nacional realizar parte de su tesis en un centro de investigación extranjero.
- **Intercambio de recursos humanos en el ámbito académico**

Requiere de una política de internacionalización académica, que incluya intercambio de profesores y alumnos, estancias de alumnos tesis de doctorado en centros de investigación extranjeros, períodos sabáticos de profesores chilenos en el exterior y estancias de profesores visitantes en instituciones universitarias chilenas.
- **Analizar el rol que cumplirán los programas de magíster**

Fundamentalmente las orientaciones de aquellos programas de tipo profesional.
- **Creación de Becas de Postgrado Regional**

Esta es una iniciativa que implica establecer una alianza entre programas de agencias centrales con regiones, de manera de estimular a que los gobiernos regionales prioricen la importancia de contar con capital humano avanzado y concurran con recursos destinados a la formación de doctores en áreas de relevancia en la región respectiva.

- **Reconocimiento del costo real de las actividades de Postgrado e Investigación en las universidades**

Los esfuerzos del país en Ciencia y Tecnología requieren de una participación activa de las universidades en I+D, incluido el importante rol de formación a nivel de postgrado. Estas continuarán asumiendo esta responsabilidad, pero si no se realizan las correcciones necesarias en cuanto a reconocer costos reales de estas actividades (directos o indirectos), las instituciones verán severamente afectadas sus oportunidades de asignar recursos y capacidades a un mayor incremento de éstos, con la consiguiente subinversión respecto de los requerimientos del país.

II. Institucionalidad para el desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación

Las actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (C&T&I), dada sus características propias, requieren de una Política de Estado, la que se debe reflejar en definiciones institucionales, tanto en relación con el establecimiento de un Consejo de Ciencia y Tecnología e Innovación como a nivel de ejecución de políticas a través de ministerios y agencias. Las instituciones ejecutoras, como plantea el Consejo de Innovación, residirían en dos ministerios (Ministerio de Economía y Ministerio de Educación), dos subsecretarías (una por ministerio) y dos agencias (una por subsecretaría, CORFO Y CONICYT). Esta es la alternativa más viable en el corto plazo.

La creación de un Ministerio de Ciencia y Tecnología que cumpla estas funciones podría ser también una solución válida, aunque evidentemente requiere una reubicación de las agencias ejecutoras como CORFO (en lo que a las funciones de INNOVA corresponde) y CONICYT.

Resulta plausible plantear que la creación de un Ministerio podría implicar (aunque no necesariamente) una simplificación del sistema institucional, ya que cabría considerar la existencia de una sola subsecretaría de la cual dependerían las agencias ejecutoras y otras instancias de administración. Al respecto se plantean las siguientes medidas.

Propuestas:

Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación

El Consejo de Ciencia, Tecnología e Innovación ha de ser un organismo esencial en la definición de políticas y estrategias, las cuales deben ser establecidas con la participación de los actores relevantes en estos asuntos. A la vez, se debe procurar garantías sobre la continuidad de éstas en el tiempo. La presidencia de este Consejo debe ser ocupada, en nuestra opinión, por el Ministro de Economía

El Consejo debe contar con una institucionalidad estable en el tiempo y en su funcionamiento. Esto es un requisito indispensable para un accionar independiente de la política contingente. Entre otras actividades, le correspondería cumplir las siguientes funciones fundamentales:

- Establecer las políticas de desarrollo en C&T&I del país, con participación de los actores relevantes en la materia.
- Definir las necesarias prioridades requeridas a mediano y largo plazo.
- Proponer las estrategias de desarrollo en C&T&I.

- Asesorar a los integrantes de los poderes públicos, en particular los del Ejecutivo y los del Parlamento, en temáticas de C&T&I.
- Evaluar y monitorear periódicamente la aplicación de las políticas de C&T&I.
- Proponer políticas de financiamiento y criterios de asignación de recursos en relación con el desarrollo de C&T&I en el país.

Asimismo, por ser el Consejo el máximo organismo que define las políticas y estrategias para una política de C&T&I, en su composición se debe incluir, como ya se ha dicho, a los diversos actores, aún a riesgo de que esto incida en un número aparentemente grande de integrantes. Se proponen los siguientes integrantes del Consejo:

- Ministros de las carteras con C&T&I
- Parlamentarios de ambas ramas del Congreso por nominación de éstas.
- Personeros nominados por el sector empresarial
- Personeros nominados por las instituciones permanentes de C&T&I del país. La nominación de las universidades será generada desde el Consejo de Rectores, e incluirá necesariamente a personas propuestas por universidades regionales.
- Personeros nominados de entre los presidentes de las comisiones de C&T de los consejos regionales.

En cuanto a la ejecución de las políticas, existe coincidencia con el Consejo de Innovación: la primera institución debiera ser la Comisión Ministerial de C&T&I, presidida también por el Ministro de Economía. Sus funciones serían, fundamentalmente, precisar y focalizar la definición de las estrategias, implementar éstas y, un aspecto importante, coordinar la acción de las agencias ejecutoras. Respecto de las dos más importantes agencias, CORFO y CONICYT, se propone la creación de Consejos que sigan en su diseño los criterios de integración planteados arriba, es decir, con la inclusión de personeros nominados por los distintos sectores y actores responsables finales del éxito de las políticas y estrategias definidas a nivel superior. En tal sentido, proponemos la inclusión de personas nominadas por las universidades, empresas y comunidad científica.

III. Áreas prioritarias en una Política de Ciencia, Tecnología e Innovación

Las Universidades del CRUCH reconocen la validez del nuevo enfoque respecto de la definición de prioridades estratégicas para el país, presentado en el volumen 2 de Estrategias del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad. Se constata en ello la incorporación de una mirada más amplia, la cual en su momento fue sustentada por las universidades del CRUCH. En efecto, se trataba de tener en cuenta no sólo requerimientos económicos y de competencia en el mercado externo, sino también las necesidades de desarrollo social y cultural, las realidades geopolíticas chilenas, las carencias y debilidades que limitan el desarrollo integral, y las ventajas comparativas.

Nos ha parecido conveniente incorporar, en este texto, los siguientes párrafos provenientes del mencionado volumen:

“Recoger y traducir las demandas para la ciencia que surgen de las prioridades estratégicas.

La necesidad de establecer prioridades estratégicas exige contar con un método que permita recoger y consolidar las demandas de generación de conocimiento científico de la sociedad civil.

Teniendo como base aquellas demandas que surgieron de los sectores económicos de punta identificados en el Estudio de la Competitividad en Cluster de la Economía Chilena, se deberán incorporar:

- Aquellas que son transversales para el desarrollo económico en general, tales como, por ejemplo, energía, recursos hídricos, calidad de la educación y masificación de la banda ancha, y
- Aquellas que derivan de las preocupaciones de la sociedad por temas como salud, seguridad y medio ambiente. Para recoger otras demandas se sugiere llevar a cabo un diálogo con el mundo científico, así como con las universidades, los sectores productivos, expertos en políticas públicas y la sociedad civil, que aporte una mirada amplia e integral, tanto de las ciencias exactas y naturales, como las sociales y humanidades”.

En esta tarea, el rol de los Ministerios sectoriales es fundamental, debiendo asumir el papel de principales voceros de la sociedad en sus respectivas áreas.

Atendida la relación estrecha que el Consejo Nacional de Innovación deberá mantener en el tiempo, tanto con el Gobierno, como con el mundo productivo y la comunidad científica, se sugiere que sea el CNIC el encargado de incorporar estas demandas y de elaborar una síntesis de las prioridades estratégicas que surgen de ellas para entregar una propuesta al Ejecutivo.

Finalmente, y a partir de la propuesta del Consejo, se propone que el Comité de Ministros para la Innovación defina las prioridades estratégicas.

Propuestas:

Hacia la construcción de cimientos fundamentales

Teniendo en consideración las citas incorporadas y otros acápites del volumen 2 ya mencionado, las Universidades del CRUCH proponemos plantear cuatro áreas o plataformas en las que el país debería hacer un gran esfuerzo y que son necesarios para tener real capacidad de investigar, desarrollar e innovar. Estas son las siguientes:

- Educación en todos sus niveles. Debemos elevar la capacidad y la equidad de este fundamental derecho social. En esta perspectiva, es fundamental para contribuir a mejorar la calidad y equidad de la educación chilena que, desde el área de la educación superior, se generen nuevos conocimientos tendientes a proponer cambios significativos en la gestión, estructura y organización de la formación docente; se desarrollan investigaciones aplicadas para innovar en la enseñanza de las artes, las ciencias básicas, las ciencias sociales, las humanidades y para mejorar el diseño de políticas públicas y dinamizar la formación de capital humano avanzado.
- Apoyo y fortalecimiento de las ciencias, lo cual significa potenciar FONDECYT con su política de selección y aprobación de proyectos en base a criterios de excelencia de las propuestas y de los antecedentes de los proponentes. De igual modo hay que considerar que en la

próxima década, en la cual el país y las Universidades tendrán que incrementar el número de investigadores y de graduación de doctores, es indispensable que el presupuesto de los concursos regular y de iniciación (destinado a jóvenes que inician sus carreras de investigación) aumenten en un 15% real por año.

- Aumento de los recursos humanos con capacidad de investigación, lo cual ya fue planteado en un apartado anterior (ver Capital Humano Avanzado).
- Fortalecimiento y estímulo de las instituciones con capacidad de hacer investigación y de formar a investigadores de alto nivel. Estas instituciones, que son principalmente universidades, debieran acceder a:
 - i) Un programa permanente que entregue financiamiento para la adquisición de equipamiento e infraestructura necesaria para hacer la investigación de frontera.
 - ii) Un programa que apoye la formación de especialistas en gestión tecnológica y que financie convenios de desempeño con unidades de transferencia tecnológica de otras instituciones, tal como ya se mencionó en el apartado de Capital Humano Avanzado,
 - iii) Consolidar el Consorcio CINCEL como el programa nacional para el acceso a la información científica de corriente principal en formato electrónico. CINCEL ha probado su eficiencia proveyendo una infraestructura transversal necesaria para hacer ciencia. Dicho consorcio permite a la comunidad de investigadores del país acceder de manera igualitaria, equitativa y sin restricciones a los recursos de información necesarios para generar investigación competitiva y de calidad y auténtica innovación. Este programa requiere un apoyo presupuestario a partir del 2009, año donde el subsidio de CONICYT llega a su término.
 - iv) Apoyo mediante la cobertura adecuada de los costos indirectos en que incurren en la ejecución de proyectos de investigación e innovación, aproximándose a los niveles internacionales. Este apoyo debiera considerar aranceles que cubran los costos reales para la formación de postgrados, especialmente doctorados, y un observatorio de ciencia, desarrollo tecnológico e innovación que sirva de antena para detectar lo que ocurre en el mundo.

En nuestra opinión, estos cuatro programas son los cimientos sobre los cuales es posible construir significativos aportes institucionales en áreas prioritarias.

Áreas temáticas prioritarias:

Según nuestro parecer, dentro del enfoque de "clusters" planteados en el volumen 1 del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC), hay 5 que, con algunas modificaciones, requieren investigación y desarrollo para su fortalecimiento. Ellos son:

- 1) Minería,
- 2) Fruticultura,
- 3) Acuicultura,
- 4) Alimentos procesados y vitivinicultura y
- 5) Producción animal.

A estos clusters hay que agregar:

6) Energías alternativas y renovables.

Por otro lado, hay urgentes demandas sociales que es necesario resolver en las próximas décadas. En tal sentido, mencionamos:

7) Salud;

8) Preservación y recuperación ambiental y protección de la biodiversidad, y

9) Exclusión social, pobreza, y derechos y necesidades de las etnias originarias.

Existen también temas de gran importancia geopolítica en los que se requiere de un liderazgo en regiones, focalizándose en éstas el esfuerzo consiguiente de desarrollo científico-tecnológico. Estos son:

10) Desertificación, recursos hídricos y cambio global;

11) Ciencias del océano;

12) Industria forestal y,

13) Estudios antárticos.

Es menester incorporar a este listado otros temas en los que Chile posee notables ventajas naturales en el plano mundial, como ser:

14) Astronomía, en la que debiéramos ocupar los primeros lugares a nivel mundial, lo que nos permitiría alcanzar un muy importante desarrollo en ciencias y tecnologías vinculadas (cosmología, física, ciencias computacionales, procesamiento de imágenes). Además, en

15) Ciencias de la Tierra y sismología, pues Chile es un enorme laboratorio (tectónica, volcanismo, sismicidad).

Procedimiento para el estudio de los temas prioritarios

Es evidente que en las Universidades y en toda la sociedad chilena se debe debatir respecto de si agregar, eliminar o fusionar áreas mencionadas como prioritarias. Para adoptar decisiones como éstas con suficiente fundamento sería necesario desarrollar estudios conducentes a obtener respuestas a preguntas tales como: ¿Cuáles serían los potenciales beneficios para la sociedad chilena de un mayor conocimiento y aplicación de estos conocimientos en esta área? ¿Cuál es el estado actual de la investigación y la innovación en este tema en Chile y en el mundo? ¿Cuál sería un plan de acción detallado para impulsar el desarrollo de esta área a mediano plazo (año 2020)?

Las Universidades del Consejo de Rectores hemos planteado la conformación en torno a temas prioritarios del país de grupos pensantes compuestos por expertos de la triple hélice (Gobierno, empresarios y científicos), encargados de estudiar dicha temática en todas sus dimensiones y emitir un informe fundamentado (lo mismo ha propuesto con mucha claridad el 1er. Cónclave de la Fruta). Tales informes serían preparados por expertos nacionales pero podrían ser revisados y evaluados por expertos internacionales.

Este procedimiento evita la situación de definir áreas prioritarias basadas en simples suposiciones o en percepciones erróneas y, por lo tanto, no es tan fundamental reducir a priori el número de los temas. La modesta inversión necesaria para hacer los estudios de una veintena o más de temas se justifica plenamente por lo valioso que será tener un grupo grande de propuestas que nos permitan avanzar. Otro producto no menor de estos ejercicios de estudio será la experiencia de asociatividad y diálogo entre expertos de empresas, investigadores y responsables del sector público. Pensamos que contar con veinte o más grupos pensando y reflexionando sobre objetivos y metas nacionales en sus respectivos campos de acción será un enorme logro nacional.

Las Universidades del CRUCH y la comunidad científica nacional están ciertamente dispuestas y deseosas de participar en estos estudios. La decisión final en materia de priorización de áreas debe ser tomada por el Consejo de Ministros para la Innovación. Es obvio que estas definiciones no son inamovibles, puesto que se proyectan hacia escenarios que pueden contar con una especial dinámica. En tal sentido, es de esperar que en el futuro aparezcan nuevos temas que requerirán ser estudiados para su consideración.

IV. Relación Universidad - Empresa

La relación Universidad- Empresa se debe analizar considerando el entorno en que esta ocurre. El mundo vive en una economía global crecientemente abierta y competitiva, y este último factor ya no es un fenómeno asociado a los recursos naturales (ventaja comparativa), sino que está centrada en el conocimiento y la innovación (ventaja competitiva). Esta situación se refleja en un creciente número de productos con mayor valor agregado basados en la dupla información-conocimiento.

A nivel país reconocemos un importante crecimiento en los últimos años, pero los deseos de continuar creciendo requieren que, en las próximas etapas, se alcancen niveles de excelencia y competitividad similares a los de los países desarrollados. Esta segunda fase debe ir acompañada de un desarrollo tecnológico más intensivo, que incluya necesariamente la capacidad de trabajar en el ámbito del conocimiento de frontera.

Esta realidad requiere, como está demostrado, de una fuerte interrelación entre las empresas y las universidades, lo que, unido a políticas de gobierno que acompañen este proceso, generen un entorno que favorece el desarrollo de los países. América del Norte, y recientemente Europa, promueven esta realidad basada en la afirmación que la innovación necesita de una fuerte presencia del sistema universitario.

Las universidades y las empresas han evolucionado fuertemente. Inicialmente una universidad elitista tradicional caracterizada por ser depositaria del conocimiento acompañó la producción artesanal. En el presente, la universidad es generadora de parte importante del nuevo conocimiento, y en su relación con la empresa, caracterizada por su producción masiva, cumple el papel de "Suministradora del Desarrollo Tecnológico". Finalmente, la nueva Universidad a que aspiramos está en desarrollo. Se caracteriza por ser la animadora de este proceso, cumpliendo el rol de la gran plataforma del conocimiento en una era post-industrial. En otros términos, la universidad debe ser una institución integrada en una región inteligente, en la cual promueve el desarrollo y genera nuevas capacidades. En este escenario la relación universidad-empresa es aun más crucial.

En la interfase Universidad -Empresa podemos reconocer variados roles que cumple, en mayor o

menor medida, la universidad. La simple enunciación de estos explica la necesidad de trabajar para estimular la relación entre estas dos instituciones:

- Proveer capital humano.
- Proporcionar desarrollo profesional continuo.
- Incrementar el conocimiento codificado (publicaciones, patentes).
- Resolver los problemas en relación con las necesidades del sector empresarial.
- Contribuir a la vinculación con el sector económico-social.

Existen diversos factores que dificultan la relación Universidad-Empresa. La carencia de una estructura y organización adecuadas en ambas partes es un factor importante para estimular la vinculación. Esto incluye la falta de personal especializado que realice el trabajo de intermediación. En el sector empresarial el aspecto limitante más acentuado es que los factores operacionales y de producción concentran el quehacer de las empresas, no dejando espacio para políticas de innovación. En relación con el sector universitario, un aspecto crucial en el papel que debe cumplir es la carencia en muchos casos del capital tecnológico, capacidad humana e infraestructura, que permita acompañar a la empresa en el salto tecnológico. Es evidente que la carencia de infraestructura y medios para I + D está presente en las empresas pero es una situación que debemos dar por aceptada en esta etapa.

Propuestas:

Desde las universidades reconocemos los programas que se han implementando para contribuir a la relación Universidad-Empresa. A modo de ejemplo mencionamos las primeras apuestas del Programa PNUD y los actuales programas de FONDEF, INNOVA y Programa Bicentenario, pero creemos necesario implementar nuevos esfuerzos. Entre estos destacamos los siguientes:

- Programa de formación de gestores tecnológicos

Contribuirá a dar cobertura a una de las deficiencias planteadas. Deberá ser un programa de formación de personal especializado, tanto de universidades como de empresas. Una asociación de varias universidades, con el aporte de una agencia de financiamiento, podría ser una fórmula para implementar, en el corto plazo una propuesta de esta naturaleza.

- Programa para la creación de Centros de Gestión e Innovación

Es necesario estimular la creación y modernización de las Unidades de Transferencia Tecnológicas de las universidades, en forma complementaria al Programa de formación de gestores tecnológicos. Las universidades requieren profesionalizar su capacidad de gestión para generar vínculos con el sector productivo, facilitando la interacción de los especialistas con los profesionales de las empresas demandantes.

- Programa para la creación de infraestructura especializada

Debe darse con distintos niveles de complejidad, incluyendo el relanzamiento del programa de incubadoras, la implementación de nuevos centros de I+D, y el necesario y urgente apoyo a los distintos esfuerzos que ha realizado el sistema universitario para la creación de laboratorios y centros de investigación especializados y, más recientemente, parques científicos tecnológicos.

- Programa de Equipamiento

No es posible que la relación Universidad - Empresa ocurra exitosamente si esta última no encuentra una universidad que cuente con la infraestructura adecuada para responder a sus demandas tecnológicas. Este es un aspecto central, debido que el sistema universitario chileno requiere modernizar, con urgencia, su equipamiento científico-tecnológico. La obsolescencia de éste afectará no sólo la capacidad de trabajo de sus investigadores, sino además la formación de profesionales, magísteres y doctores.

Las condiciones del país (valor de la divisa y reserva de moneda extranjera) generan condiciones prácticamente únicas para crear un programa de equipamiento que permita que nuestras universidades cuenten con infraestructura acorde con el desafío que tienen, esto es, ser actores relevantes en el Programa Nacional de Innovación y en la formación de los profesionales y especialistas de alto nivel que, en forma creciente, requerirá el país.

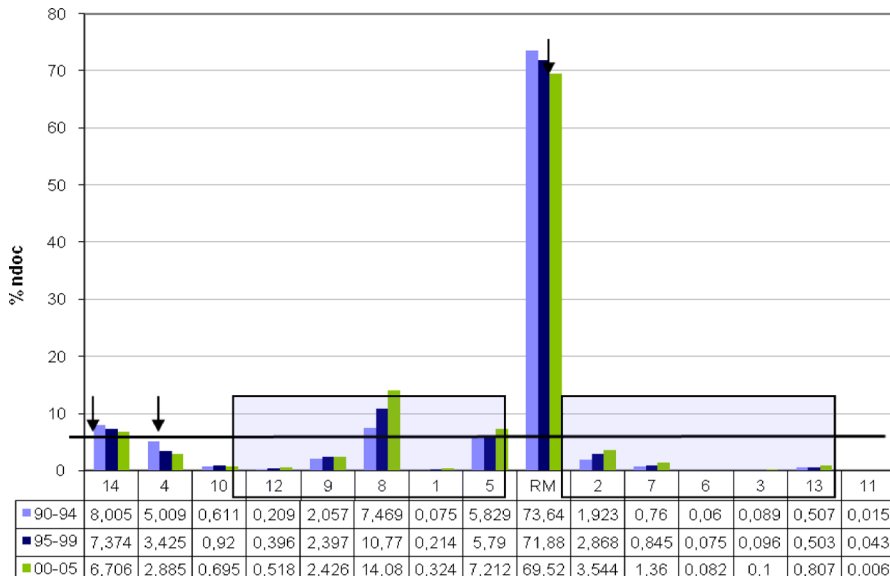
V. Dimensión Regional de la Política de Ciencia y Tecnología

Sin perder de vista que las Universidades seguirán siendo las principales responsables de la actividad científica y tecnológica y de la formación de profesionales e investigadores con niveles de competencia validadas internacionalmente, les corresponde a ellas un papel clave en el diseño e implementación de las políticas de innovación que se promuevan desde el nivel central. Partiendo de la base que la innovación es un proceso localizado y por ende territorializado (Porter, 1990), donde los activos físicos, los recursos humanos y la infraestructura del conocimiento constituyen activos territoriales, las universidades regionales deben incorporarse activamente a la consolidación de éste proceso. Teniendo presente que las políticas de desarrollo del gobierno fomentan la tan necesaria descentralización del país y entendiendo que la representatividad y potencial de desarrollo de las Universidades del Consejo de Rectores radica principalmente en sus componentes regionales, es que el CRUCH desea plantear al país y, en particular, a quienes deben decidir las políticas futuras en este tema, algunas consideraciones y hechos que nos parecen necesarias tener presente.

Producción científica con visibilidad internacional en las universidades del CRUCH: Una mirada desde las regiones.

Sabemos que las Universidades generan en forma directa más del 87% de la ciencia con visibilidad internacional producida en Chile. Prácticamente, si no existiera investigadores en las universidades, en Chile no se podría producir casi ningún documento científico. Si se analiza la producción científica total de Chile, utilizando como fuente de datos el Web of Science (WoS) editado por Thomson Scientific, se puede apreciar en la ventana 1989-2006 un esfuerzo de crecimiento en las universidades del Consejo de Rectores por sobre el nivel internacional. Sin duda, y como era de esperar para un país esencialmente centralizado, cerca del 70% de esta producción se concentra en la Región Metropolitana. Sin embargo, al analizar los últimos tres quinquenios, se aprecia como el esfuerzo investigador de las regiones aumenta del 26,36% en 90-94 al 30,38% en 00-05, demostrando así que las regiones contribuyen, cada vez en mayor medida, a la producción científica nacional con visibilidad internacional. Se destaca el crecimiento de la Octava Región, la que se sitúa como la segunda más productiva del país. En forma menos dinámica crecen las regiones Quinta, Segunda y Séptima. Registran decrecimientos la Región de

los Ríos (14) y la Cuarta Región, situaciones enmendables con una política equilibrada de desarrollo regional. El cuadro siguiente resume el porcentaje de producción científica registrada en el WoS.



Fuente: ISI WoS Elaborado: SciMAGO Research Group Octubre 2007.

En consecuencia, en un país como Chile, que basa su economía en recursos naturales, es muy importante promover la Investigación y Desarrollo (I+D), pero también la innovación, en las regiones donde dicho recurso esté mejor representado. Se debe ser capaz de utilizar las tecnologías que existen para mejorar la productividad de los distintos sectores productivos y eso se logra de dos maneras: Una, en la formación de personal altamente capacitado que se interese en aportar sus conocimientos al sector privado; dos, vía aportes directos a sectores tradicionales que necesitan modernizarse para insertarse en mercados cada vez más competitivos. Estas dos alternativas pueden ser gestionadas regionalmente, en forma individual y/o consorciada, por las Universidades del CRUCH representativas de la región.

Relevancia de la regionalización en las políticas de innovación del gobierno

A partir de 2008 y por primera vez, la política pública en materia de desarrollo científico, tecnológico y de innovación, contempla una provisión de recursos de decisión regional dentro del denominado "Fondo de Innovación para la Competitividad", (FIC). Dicho Fondo, enmarcado en la Estrategia Nacional de Innovación para la Competitividad, plantea la necesidad de un cambio en la estrategia de crecimiento del país, aumentando el gasto público e incorporando mayor inversión privada en investigación, desarrollo e innovación, para pasar de ser un país de ingreso medio a un país desarrollado y más equitativo. Sin lugar a dudas esta es una oportunidad que las Universidades sabremos aprovechar en beneficio del país.

Potencial de gestión del Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación Regional (en adelante FIC-Regional)

El FIC-Regional es una provisión de financiamiento que asigna el Gobierno Regional para desarrollar un sistema eficiente de innovación, en asociación con agencias ejecutoras especializadas (nacionales y regionales), a partir de entregar recursos adicionales de inversión que aseguren la implementación efectiva de estrategias, políticas y planes regionales de innovación, que mejoren la competitividad regional. Conforme a la Glosa 22 de la Ley N° 20.232 de Presupuestos del Sector Público 2008, dentro de las agencias ejecutoras del FIC-Regional destacan CORFO, INNOVA Chile, CONICYT y las Universidades Estatales o reconocidas por el Estado, así como Centros Tecnológicos de Excelencia.

Reconociendo la experiencia acumulada, capacidad institucional y sistemas establecidos y probados para llevar a cabo procesos de captación, evaluación y seguimiento de proyectos de investigación, desarrollo e innovación en alianzas, debemos destacar que las Universidades Regionales del CRUCH han sido actores importantes en la consolidación de este reconocimiento, por lo que su asociatividad con los Gobiernos Regionales debiera ser más estrecha, a la luz de generar políticas coherentes para el manejo de este nuevo instrumento. Como precedente se puede mencionar la existencia de convenios vigentes y experiencias entre el Gobierno Regional y algunas de las agencias ejecutoras, entre las que se destacan la creación de centros regionales de investigación y otros programas universidades-gobiernos regionales, en los cuales la participación y gestión universitaria están asegurando su proyección mediata. Por ello, como se establece en la guía general de asignación del FIC-Regional, los gobiernos regionales sólo podrán transferir a las Universidades Estatales, a aquellas reconocidas por el Estado o a Centros Científicos Tecnológicos de Excelencia, hasta el 20% de los recursos provenientes de esta provisión. Esta definición debiera ser revisada en el tiempo con una visión incremental. La justificación de esta decisión se fundamenta en el hecho que, según la glosa 22, los recursos referidos al FIC-Regional "podrán destinarse al financiamiento de ciencia, investigación aplicada, emprendimiento innovador, formación de recursos humanos especializados y desarrollo, transferencia y difusión de tecnología, todas actividades donde las universidades del CRUCH tienen una experiencia acumulada y validada que sirve como un buen aval para una eficiente ejecución de recursos asignados.

Formación de capital humano para las Regiones.

Como una muestra del interés de contribuir a un buen aprovechamiento de este nuevo recurso, la Comisión Asesora de Postgrado del Consejo de Rectores está presentando a CONICYT buscando obtener un apoyo decidido a nivel nacional lo que hemos llamado "Lineamientos para un Programa Regional para la formación de Capital Humano Avanzado". En este programa se propone destinar parte de los recursos del Presupuesto de la Nación asignados a I+D a las Regiones (Glosa 20 del Presupuesto Nacional), a la generación de una línea de becas de manutención y matrícula para alumnos seleccionados en Programas de magíster académicos y profesionales dictados por las Universidades de cada región y que cuenten con la debida acreditación ante las instancias nacionales validadas, o bien hayan presentado la documentación pertinente a la nueva instancia acreditadora (CNA). Se propone que los beneficiarios tengan una dedicación de tiempo completo y que las becas tengan una duración de dos años calendario. Se sugiere que esta política sea de alcance nacional y que cuente con la coordinación de CONICYT. Con este programa, se busca que los recursos apoyen el desarrollo de las regiones y sean ejecutados por

y en ellas, donde las becas se ofrezcan preferentemente en las áreas que cada región priorice; que beneficien preferentemente a ciudadanos que vivan en la región que le brinda la beca y que sean otorgadas para realizar estudios en instituciones acreditadas, instaladas en forma permanente en la región que ofrece la beca. Como una manera de favorecer el despegue definitivo de esta actividad formativa en las regiones, la propuesta considera que las becas sean asignadas preferentemente a alumnos de programas de magíster acreditados de acuerdo a la legislación chilena. Sin embargo, en aquellas regiones donde el número de programas acreditados por Institución sea bajo, programas no acreditados podrán recibir alumnos becados, bajo la condición de que al término de los dos años de ejecución del programa, alcancen la acreditación. Se espera como impacto, que las personas que accedan al grado de Magíster en las Universidades involucradas se inserten en el tejido productivo, investigador, académico, o de gestión pública de la región correspondiente.

Objetivos mediatos de nuestro enfoque

- Generar una política consistente y de largo plazo en Ciencia, Tecnología, Innovación y Desarrollo sustentable. No existe hoy en día y múltiples actores asumen liderazgos temporales con riesgos inconmensurables.
- Conseguir que las Universidades que han sido, son y seguirán siendo actores protagónicos de comprobada eficiencia, tengan voz y voto en el proceso.
- Consolidar el Pacto Regional por el Desarrollo y la Innovación, que se oficializó recientemente por la Presidencia de la República y que involucra a las 15 regiones del país en alianza de las Universidades con las Agencias Regionales de Desarrollo Productivo.

Bases para una Política Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Una política regional de Ciencia, Tecnología e Innovación requiere de algunas premisas:

- La política regional de ciencia y tecnología debe estar estructurada en torno a necesidades y potencialidades regionales
- Debe contarse con organizaciones autónomas propias de las regiones.
- El sistema debe propender a una mayor eficiencia que aquella propia del sistema nacional.
- La política regional de ciencia y tecnología debe ser consensuada, conocida y aceptada por una gran mayoría de los miembros del sistema.
- La política regional debe considerar las necesidades y capacidades regionales en materia de I+D+I, tanto de las empresas como de las Universidades y de los centros de investigación como las del sector público.
- Las acciones que se emprendan para fortalecer la ciencia y tecnología a nivel regional, deben ser transparentes y ampliamente conocidas por sus protagonistas; evitando criterios ajenos a los técnicos, incluyendo la simplificación de los procedimientos, evitando la burocracia, y facilitando las postulaciones, evaluaciones y seguimientos técnico/económicos.

- La regionalización de la ciencia y tecnología no es algo positivo en sí todo depende de cómo se realice.

La definición e implementación de las políticas debe ir acompañada de programas que pueden realizarse vía concursos especiales o convenios de desempeños. Desde ya reconocemos que estos programas deberían incluir acciones en los siguientes ámbitos:

Propuestas:

- Inserción de investigadores de calidad en las universidades regionales, para lo cual se debería considerar financiamiento no inferior a tres años, articulada con programas estatales de desvinculación y renovación académica.
- Programas de formación de Doctores y Magíster, que necesariamente debe ir acompañado de recursos que permitan a las universidades insertar a los académicos una vez finalizada su formación.
- Financiamiento de movilidad académica y estudiantil entre programas de postgrado acreditados, de instituciones del CRUCH.
- Incentivos tributarios a las empresas regionales que invierten en I+D+I
- Estímulo a la inserción de investigadores en el sector productivo.
- Implementación de infraestructura de laboratorio, particularmente equipamiento mayor y mediano
- Creación de Centros Científicos Tecnológicos /Parques Científicos Tecnológicos.
- Estímulo a la generación de redes interuniversitarias e institutos y relación Universidad-Empresa.

Finalmente, recogemos palabras recientes de la Presidenta de la República, adhiriendo al espíritu de las mismas: *“lo que estamos haciendo es hablar de otro Chile, de un país que se construye desde las regiones y donde el rol que tiene que jugar el Estado es central para potenciar las capacidades productivas del conjunto de la región, porque estoy convencida que el desarrollo de Chile exige que el sector público pase a la ofensiva en promover capacidades y en orientar el esfuerzo productivo de todos”*.

VI. Equipamiento e infraestructura para C&T&I

La investigación necesaria para generar y aplicar conocimientos en C&T&I, requiere de infraestructura, instalaciones e instrumental cada vez más complejo y de alto costo. La realidad es que si no se cuenta con esos insumos es imposible hacer investigación en la frontera del conocimiento.

La mayoría de los fondos de investigación que financian proyectos tienen serias limitaciones en los montos que se pueden gastar en instrumentación e infraestructura. A fines de la década de los 80 hubo una inversión de US\$ 8 millones para renovar equipo que fue llevada por CONICYT con apoyo del PNUD. En los primeros concursos de FONDEF (la primera mitad de la década de los 90) y en Proyectos MECESUP de postgrado se pudo adquirir equipamiento de esas caracterís-

ticas, lo que también ha ocurrido en algunos Institutos Milenio y Centros FONDAF.

Sin embargo, la gran mayoría de los investigadores del país está trabajando con instrumental científico obsoleto, en laboratorios poco apropiados y carecen de instalaciones modernas que les permitan ser competitivos a nivel internacional.

El PBCT encargó un estudio sobre los requerimientos de equipos mayores en las Universidades Chilenas el año 2005. Ese estudio arrojó requerimientos fundamentados por US\$ 60 millones. El PBCT contemplaba un fondo para comenzar a abordar este requerimiento el año 2007 pero ese plan no se implementó.

La Academia Chilena de Ciencias, entre las recomendaciones que hace en su estudio "Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena - 2005" hace una categorización de equipamiento científico (menor, medio, mayor y multinacional). El equipo menor (menos de US\$ 30.000) es equipo individual para laboratorios o grupos de laboratorios y debería ser adquirido con proyectos individuales existentes.

Los equipos multinacionales son grandes instalaciones que por su costo y complejidad no se justifica adquirir o construir en el país. De todas maneras es importante que grupos chilenos en esas áreas específicas tengan acceso a estos equipos mediante financiamiento de proyectos de contraparte y por convenios internacionales. Equipos de esa naturaleza son, por ejemplo, aceleradores de partículas, estaciones experimentales espaciales y grandes centros de genómica. En esta categoría están también los observatorios astronómicos a los que tenemos acceso garantizado por el hecho de estar en nuestro país.

El mayor déficit actual se centra en los equipos medianos (entre US\$ 30.000 y US\$ 200.000) y mayores (de US\$ 200.000 a varios millones de dólares). Se trata de que deben existir o en una Facultad con alta densidad de laboratorios que los necesiten o a nivel de Universidad con varios grupos de investigación. Ejemplos de este tipo de equipos son ultracentrífugas, microscopios confocales, bioterios de animales de investigación, cámaras para el crecimiento de plantas bajo condiciones controladas, espectrómetros automáticos, etc.

Los equipos mayores incluyen aparatos o instalaciones que van sobre los US\$ 200.000 hasta varios millones de dólares. Dependiendo del número de grupos que los necesitan y de su distribución geográfica, y de su costo, deberían adquirir uno por Universidad o uno para todo el país. En estos últimos casos, se debería constituir un consorcio de usuarios que asegure que el equipo ofrece un servicio eficiente y de un costo que cubre los gastos de manutención y de funcionamiento. En esta categoría se cuentan equipos como secuenciadores de DNA de última generación, equipos de NMR de alta potencia, espectrómetros de masas, transgénicos, bibliotecas digitales abiertas a todos los centros de investigación en el país, barcos oceanográficos, laboratorios de alta seguridad para trabajo con virus patogénicos, planta piloto para fermentaciones y para generación de biocombustible, redes computacionales de alta capacidad para implementación del (e-Science) instrumentación remota.

En estas dos categorías se podrían incluir equipos que, teniendo un precio unitario menor al señalado, constituyen un conjunto funcional de igual o mayor valor. En este caso, en particular, se contempla el ensamblaje de una instalación consistente en una cadena de equipos y accesorios requerida para la realización de protocolos específicos de investigación. También se incluiría, la construcción o modificación de infraestructura estrictamente requerida para la instalación y funcionamiento óptimo del equipo.

Recomendamos que con el fin de actualizar el equipamiento de investigación en el país se constituya un Fondo de Equipamiento al que se concurse anualmente, al cual podrían postular (en categorías separadas de equipo mediano o equipo mayor) las Universidades o Instituciones de Investigación sin fines de lucro, cuya trayectoria en investigación y en formación de recursos humanos altamente calificados y aporte a una economía del conocimiento fuese reconocida en el ámbito nacional e internacional. A su vez estas instituciones deberían estar calificadas para administrar y mantener el uso del equipo para su mejor aprovechamiento por todos los investigadores de la institución, de la región o del país en el caso de equipos o instalaciones nacionales.

El Programa CINCEL constituye un gran avance en lo que se refiere a asegurar el acceso digital de todas las Universidades del CRUCH a revistas científicas. Sin embargo, persiste la necesidad de invertir en una instalación nacional para libros y revistas no periódicas. Estas son de especial relevancia para las Humanidades, las Ciencias Sociales y las Artes.

Se recomienda que inicialmente este Fondo tenga un monto de US\$ 20 millones, el que en años posteriores debiera alcanzar a US\$ 10 millones por año.

VII. Mejorar la Educación en Ciencias a Nivel Básico y Medio y Alfabetizar en Ciencias a la Sociedad Chilena

Un desarrollo científico, tecnológico y de innovación en Chile requiere que la sociedad nacional aprecie y valore la actividad de investigación y que conozca que esta actividad y la innovación son indispensables para mejorar la calidad de vida de todos los chilenos.

La mejor manera para lograr esta comprensión y esta valoración es por medio de una excelente educación en ciencias en los niveles básico y medio que transmita el enfoque científico para resolver problemas y para adquirir y apropiarse de los conocimientos.

La Educación en Ciencias Basada en la Indagación (ECBI)

En los últimos 4 años, la Universidad de Chile, la Academia Chilena de Ciencias y 5 Universidades de Regiones (Universidad de Concepción, Universidad de Talca, Universidad de La Frontera, Universidad de Playa Ancha y Universidad de La Serena) han colaborado con el Ministerio de Educación en el montaje de un Programa de Educación en Ciencias Basada en la Indagación. Ese Programa, que actualmente cubre 260 escuelas y 90.000 niños, ha demostrado generar un gran interés y motivación por parte de los profesores y los alumnos.

El Programa ECBI, que cuenta con el apoyo de las Academias de Ciencias de todo el mundo, basa su metodología en reproducir en la sala de clases el proceso que los investigadores científicos desarrollan en sus laboratorios. Los alumnos se formulan preguntas sobre fenómenos que ocurren en el universo y en su experiencia de vida, proponen predicciones para responder a esas preguntas, hacen experimentos u observaciones, comparan resultados, sacan conclusiones que luego extrapolan a problemas relacionados que encuentran en la vida diaria. Un aspecto fundamental de ECBI es que los profesores se limitan a guiar y estimular y el aprendizaje es realmente activo por parte de los niños. Otra característica es que los alumnos trabajan en grupo lo que les da una importante formación en la convivencia y el valor de la tolerancia y el de asumir liderazgo.

Este tipo de educación, según la experiencia internacional es muy eficiente no solo en el aprendizaje de conceptos científicos sino que trasmite valores como el rigor, el aprecio por la verdad y el pensamiento crítico para abordar preguntas. Estas cualidades hacen que el método ECBI sea un excelente medio para abordar otros ramos como historia o ciencias sociales y que también sea una manera para formar a los niños para la ciudadanía que deberán ejercer en el futuro.

Otro aspecto destacable de esta metódica es que estimula la colaboración entre científicos y educadores, cooperación que es indispensable para modernizar y elevar el nivel de la educación en ciencias que se les entrega a los alumnos.

En consecuencia, proponemos que el Programa ECBI sea incrementado para que gradualmente pueda ofrecerse a todos los niños de Chile que cursen educación básica y para que esta metódica se incluya en la formación inicial de los profesores.

Mejorar el nivel de la educación media en ciencias

Las Universidades deben colaborar muy activamente con el Ministerio de Educación y con las Municipalidades para elevar el nivel de la formación de los profesores de ciencias de educación media tanto a nivel de la formación inicial como a nivel de desarrollo profesional para aquellos que ya están ejerciendo.

Unir las universidades con mayor densidad científica con las que tienen las mayores capacidades en las pedagogías, puede permitir que en pocos años la totalidad de los profesores de ciencias del país hayan tenido la oportunidad de perfeccionarse y actualizar sus conocimientos lo que se traducirá en un mejor nivel de docencia.

Los científicos y educadores debieran también emprender proyectos colaborativos en el diseño de instrumentos para aportar a la educación: módulos que permitan a los estudiantes experimentar en capítulos importantes del currículo de ciencias, uso de los TICs en la educación, medios audiovisuales para educación en ciencias, portales dirigidos a facilitar el acceso y el diálogo entre profesores, etc.

También se debiera incentivar Congresos y Talleres donde se presenten las experiencias de los docentes y se recojan posibles iniciativas.

Distintas experiencias internacionales indican la importancia de estimular el gusto por la lectura y el buen uso del idioma en niños, desde una muy temprana edad. Por ello, se propone incentivar la lectura comprensiva e implementar programas de capacitación docente para el aprovechamiento de la mayor acumulación de conocimientos.

Educación informal y difusión de la ciencia

Los museos interactivos de ciencia son instrumentos de enorme utilidad para educar en ciencias y para llegar a toda la población de una ciudad. Es fundamental que este tipo de museos se instalen en todo el país. Se sugiere que donde no existan se creen bajo el alero de Universidades Regionales y que haya un organismo central que sirva para mantener un control de calidad y monitoreo de dichos museos.

El Programa EXPLORA de CONICYT ha sido un valioso instrumento para acercar la ciencia y los científicos a las escuelas del país. Este Programa necesita mantenerse y fortalecerse. Un área que debería abordarse es el de la publicación de las vidas y proyectos de científicos chilenos que en la historia reciente han contribuido a abordar problemas del país.

El perfeccionamiento del periodismo científico trabajando con los profesionales de los diversos medios de comunicación de masas es fundamental para asegurar que la sociedad en general conozca y se sienta involucrada en la participación chilena en esta, la mayor obra cultural colectiva de la humanidad.

Las Universidades deben contribuir a la formación de periodistas científicos, para lo cual deben crearse Diplomados y Postítulos a través de programas colaborativos entre Facultades que tengan fortaleza en ciencias naturales y exactas y sociales, en particular la Facultad de Ciencias con el Instituto de Comunicación e Imagen.