



CAPÍTULO II

CIENCIA PARA EL DESARROLLO

El conocimiento ha tenido siempre un papel central en el desenvolvimiento económico. Y, si antes tuvo un lugar privilegiado, hoy lo tiene más que nunca, especialmente por la evidencia acumulada respecto de la relevancia de las ideas y el capital intangible en el desempeño económico reciente de los países más avanzados, lo que ha transformando a la ciencia y a la innovación en actividades dominantes y motores del crecimiento.

Este capítulo, nutrido de la experiencia internacional, está dedicado a precisar cuál es el rol que le toca jugar en el desarrollo económico a la ciencia de base⁵⁵, aquella que cimienta nuestra capacidad de adaptar y crear conocimiento, que nos prepara para buscar soluciones a problemas concretos y que, en medida importante, requiere del apoyo del Estado para su desarrollo. También aborda el financiamiento público a algunas áreas adicionales de conocimiento científico que, aún no siendo propiamente de base (porque tienen un mayor grado de aplicación a problemas concretos) presentan grandes dificultades para obtener financiamiento privado⁵⁶.

La generación de conocimiento más aplicado, orientado a generar respuestas a los problemas actuales del mundo productivo, será abordada principalmente en el Capítulo III, sobre innovación empresarial, en la medida que esta investigación se constituya como un insumo directo y crucial de la capacidad de innovación de las

⁵⁵ En este documento entenderemos como ciencia de base aquella investigación de carácter más genérico, que provee a la sociedad toda de las capacidades para entender desarrollos tecnológicos más específicos y aplicados. Esta, por el carácter fundamental o genérico del conocimiento que captura y desarrolla, no tiene las características que la hagan directamente atractiva para ser financiada por el mercado, lo que en términos técnicos se denomina problema de apropiabilidad.

⁵⁶ Esta situación se hace patente cuando sus potenciales usuarios tienen dificultades insalvables para coordinarse y apropiarse sus eventuales resultados, porque estos tienen el carácter de bienes club, es decir en que el conocimiento beneficia a un sector o actividad, lo que puede generar externalidades que impacten en el desempeño de la economía en su conjunto. También puede haber situaciones en que el financiamiento público permite la generación de conocimiento que a su vez origina una serie de demandas más específicas en las que la disposición a pagar de los privados se manifieste con fuerza.



unidades productivas.

1. HACIA DÓNDE DEBEMOS AVANZAR

La revisión de la experiencia internacional nos ayuda a dibujar el norte hacia el que debemos dirigir nuestros esfuerzos en materia de ciencia, en particular de la ciencia de base.

Entre los avances al respecto, resaltan las siguientes tendencias:

a. Alcanzar un nuevo equilibrio entre actividad científica de base libre y orientada.

Entender a la ciencia como un factor clave para el desarrollo económico y social ha llevado a los países más avanzados a concluir que una parte mayoritaria de la ciencia –cuya actividad se debe a la disponibilidad de recursos públicos– debe responder de manera más explícita a los desafíos de competitividad de los países⁵⁷ y los grandes problemas que preocupan a la sociedad⁵⁸, factores ambos a partir de los cuales cada nación define sus prioridades estratégicas.

Ello se ha reflejado en una mayor selectividad en la asignación de los fondos públicos para investigación, aunque aún se destina una fracción significativa de estos a financiar la investigación libre o movida por el interés de los científicos, pues se reconoce que muchas aplicaciones comerciales y de impacto social derivan de avances científicos que no buscaban ese propósito⁵⁹ y porque se entiende también que la actividad científica genera la capacidad de seguir creando y aprehendiendo conocimiento y ese es un activo del que una sociedad no puede prescindir.

De este modo, como ya se plantea en los informes previos de este Consejo, el mundo ha entendido que se hace necesario avanzar en la aplicación de políticas

⁵⁷ La estrategia de la Unión Europea ha sido la de establecer polos de competitividad que integran las preocupaciones sociales y económicas y que constituyen grandes ejes de desarrollo a los que la ciencia se ve llamada a hacer su contribución. A modo de ejemplo, se pueden citar los polos de Biotecnología y Salud –que integran como preocupaciones las enfermedades infecciosas y del sistema nervioso, vacunas e instrumentación médica– y el polo de Transporte –que incluye aeronáutica, transporte ferroviario, automóviles y transportes comunes seguros y seguridad marítima–.

⁵⁸ Los análisis de la OCDE muestran que las preocupaciones de la sociedad civil (distinguiéndola de la industria) giran en torno a grandes áreas temáticas, como la salud (en un contexto de mayor envejecimiento de la población), el desarrollo sustentable y la seguridad. Surge también el requerimiento de que la ciencia ayude a deliberar respecto de cuestiones éticas y efectos nocivos del desarrollo.

⁵⁹ "Innovaciones fundamentales como la World Wide Web y el web browser surgieron no de procesos mercantiles competitivos, sino mayoritariamente de investigación financiada públicamente y conducida en universidades y laboratorios industriales y públicos (...) en algunos casos luego de que el mercado hubo abandonado la investigación". OCDE (2004). "Science and Innovation Policy: Key Challenges and Opportunities".



públicas más selectivas –sin perjuicio de que se mantengan espacios donde opera la neutralidad– con la condición de que se respeten efectivamente los criterios de excelencia, de equidad en el acceso y transparencia en la asignación de recursos públicos y de que los procesos estén siempre abiertos a la discusión pública y a la evaluación rigurosa por parte de personas o entidades competentes externas, nacionales o extranjeras.

Así, la tendencia global ha sido, por una parte, fomentar y mantener una base científica amplia, robusta y sustentable y, por otra, dar mayor orientación a las contribuciones públicas a la investigación, basándose en el aporte que la ciencia puede hacer a la materialización de prioridades estratégicas determinadas a nivel país.

b. Determinar cuáles son las grandes interrogantes que debieran orientar el apoyo público a la investigación científica.

La tarea de promover una mayor vinculación entre las necesidades de la sociedad y el quehacer científico requiere definir las grandes interrogantes a responder a través de la investigación científica, desafío que en la experiencia internacional ha sido abordado por los gobiernos en diálogo con las universidades, las empresas, la sociedad civil y, en especial, los científicos, que son quienes conocen en forma más cercana las oportunidades que la ciencia puede ofrecer.

En este contexto, la definición y materialización de estas prioridades estratégicas, ha impuesto dos grandes desafíos institucionales:

i. Una conducción clara al más alto nivel del Estado que permita: agregar, ordenar y definir cómo abordar las demandas de conocimiento surgidas de la sociedad en general y las del mundo productivo en particular. Esta tarea –que exige, sobre todo en una primera etapa, la participación de diversos actores– derivará en decisiones muy relevantes en términos de asignación de recursos y orientación de esfuerzos públicos, por lo que deben radicarse en organismos de alto nivel y representativos de la sociedad, para evitar el sesgo hacia intereses particulares.

ii. La implementación de mecanismos de evaluación que permitan dar transparencia a los procesos de toma de decisiones y la efectiva rendición de cuentas ante la sociedad.

c. Estructurar un sistema de financiamiento adecuado a los desafíos.

Los modelos de financiamiento adoptados por los países más avanzados están velando porque la asignación de recursos responda a los siguientes criterios:

i. Financiamiento de los costos reales de la actividad científica. La tendencia internacional muestra que para asegurar eficacia y eficiencia en el uso de los recursos públicos es necesario implementar modelos de financiamiento que reconozcan las



diferentes estructuras de costos⁶⁰ con que puede operar la actividad científica según sus diversas formas de organización.

Esto obliga a considerar, por ejemplo, los costos directos asociados a una investigación así como aquellos compartidos entre los distintos proyectos de una misma institución científica. Pero también requiere dar cuenta de los costos asociados a la generación y mantención de una masa crítica de investigadores –capaz de producir conocimiento de relevancia– y del equipamiento asociado a mantener activa esta capacidad. Y esto es válido tanto para un grupo particular de investigadores como para un sistema mayor, como una región o el país (ver recuadro II.1).

ii. Excelencia, asegurada por el juicio de pares. Existe un consenso internacional en términos de que, en aquellas áreas donde no es posible esperar un “pronunciamiento del mercado”, el mejor mecanismo para la asignación de recursos públicos es el juicio de pares en la evaluación técnica de los proyectos, que es también el que da más garantías de transparencia a los participantes⁶¹. En países con un reducido número de investigadores como el nuestro, se requiere también que, como ya ocurre en diversos programas y disciplinas en Chile, los proyectos de cierta envergadura, sean evaluados por pares internacionales.

iii. Pertinencia respecto de las prioridades estratégicas de cada país. La tendencia internacional ha sido asegurar esta pertinencia incorporando a representantes de la sociedad civil y el mundo empresarial en los procesos de toma de decisión relacionados con el financiamiento de la actividad científica en los que, hasta hoy, predominan representantes del gobierno y la comunidad científica. Con ello se busca generar pesos y contrapesos tanto en los consejos consultivos de alto nivel que asesoran las orientaciones estratégicas (como hace el Consejo de Innovación) como en los órganos colegiados que apoyan técnicamente los procesos de evaluación y asignación de fondos en las agencias.

iv. Asociatividad y vinculación internacional, fomentando el desarrollo de espacios de colaboración entre investigadores. Ello implica que los modelos de financiamiento deben ayudar al fortalecimiento institucional de grupos de investigación y el trabajo en redes abiertas, e idealmente internacionales, que permitan suplementar los problemas de masa crítica, facilitar la importación de conocimiento y *know how*.

v. Multidisciplinariedad para aprovechar sinergias. Este enfoque exige que los mecanismos de financiamiento permitan –y promuevan, cuando sea necesario– el aprovechamiento de las sinergias entre la investigación libre y aquella orientada a la solución de problemas concretos, así como entre la satisfacción de demandas sociales

⁶⁰ Entendiendo dentro del concepto de costos, también los de inversión.

⁶¹ Higher Education Funding Council for England (2001), “Research Assessment Exercise (RAE)”, Inglaterra.



y productivas⁶². En especial estas demandas sociales, por su complejidad, obligan a abordar los problemas con enfoques más amplios⁶³, tendencia que ha ido atenuando la vieja frontera entre la “ciencia básica”, que aportaría conocimientos fundamentales pero de restringida “utilidad práctica” directa, y la “ciencia aplicada”, más ligada a problemas concretos⁶⁴.

d. Fortalecer las capacidades científicas de los países.

La comunidad científica juega un rol fundamental en la Economía del Conocimiento, ya que sus integrantes, los investigadores, son los más capacitados para realizar las labores de generación, adaptación y/o difusión del conocimiento, utilizando para ello las tecnologías más avanzadas disponibles, las cuales probablemente ocuparán cada vez un rol más preponderante⁶⁵.

Por ello, y especialmente en el caso de países en desarrollo como Chile, surge la necesidad de contar con una comunidad científica productiva y con el número de integrantes suficiente que permita al país abordar el desafío de avanzar hacia una nueva etapa de desarrollo.

La OCDE plantea que para potenciar los sistemas de investigación y desarrollo se requiere actuar sobre tres aspectos clave en materia de capital humano para la ciencia:

i. Formar capital humano avanzado, donde las universidades, regidas por los más altos estándares internacionales de calidad y en permanente conexión e intercambio con el mundo, cumplen un rol fundamental

ii. Retener a esos investigadores, lo que demanda renovados esfuerzos para proveer financiamiento a la investigación, una mayor dinamización del mercado laboral –tanto en el mundo académico como en el productivo– y una decidida

⁶² Dos ejemplos muy claros de estas sinergias son: la demanda por investigación en salud, gran preocupación social, está en la base de la innovación competitiva en el área farmacéutica, y la investigación relacionada con la producción ambientalmente sustentable responde tanto a preocupaciones ético-sociales, en términos de no traspasar los costos del desarrollo a las generaciones futuras, así como a exigencias de orden comercial derivadas muchas veces de los tratados de libre comercio que rigen una gran parte del intercambio internacional.

⁶³ En "Economic Fundamentals of the Knowledge Society". Paul A. David y Dominique Foray. Policy Futures in Education (revista electrónica), Volumen 1, N° 1, 2003, se afirma que la tendencia de la actividad científica a la fragmentación de saberes dificulta toda visión general e integrada. En consecuencia “el conocimiento que puede contribuir a solucionar un problema particular puede no ser notado por los tomadores de decisiones”. Un ejemplo dramático citado por David y Foray es el efecto invernadero, fenómeno descrito en 1886 por Svente Arrhenius, pero que “no fue considerado por el sistema político en cien años”, y que explica el calentamiento global, como concluye recientemente el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de la ONU.

⁶⁴ Esta clasificación ha perdido fuerza, en primer lugar, porque resulta imposible predecir las aplicaciones que algunos conocimientos que hoy parecen “inútiles” podrían tener en el futuro, y en segundo término, porque, no importando lo concreto que sea el problema, en la mayoría de las ocasiones es necesario generar una base de conocimiento fundamental antes de avanzar a niveles más aplicados de investigación.

⁶⁵ David y Foray (2003) *op cit.*



integración a redes internacionales de colaboración.

iii. Generar incentivos para atraer a científicos extranjeros de excelencia que ayuden a aumentar las capacidades de la comunidad científica local⁶⁶ y a fortalecer sus lazos globales.

El desafío de la formación es especialmente importante porque los recursos humanos avanzados, que son un pilar fundamental para la Economía del Conocimiento, toman un tiempo largo en formarse y no se generan de manera espontánea en los niveles que se requiere, ya que el mercado no cuenta con los incentivos adecuados para producirlos⁶⁷. Por ello, las sociedades más desarrolladas se adelantan a las necesidades que, según sus proyecciones, les impondrá el futuro y apoyan decididamente la formación de investigadores, una tarea que es aun más vital para países en desarrollo, donde los recursos humanos altamente calificados son todavía más escasos.

Una revisión de las experiencias de Finlandia, Dinamarca, Australia, Noruega, Nueva Zelandia y Singapur, entre otras, permite concluir que las naciones más avanzadas estiman que la formación científica es altamente beneficiosa para la sociedad en su conjunto y están dispuestas a destinar importantes partidas de recursos públicos para el financiamiento de estudios de postgrado. Más aun, entendiendo que el mercado ofrece expectativas poco alentadoras en materia de salarios a los investigadores, han definido que el apoyo estatal para la formación de este capital humano avanzado debe canalizarse por la vía de becas y no créditos, los que sí son la opción para apoyar la formación de técnicos y profesionales⁶⁸.

El afán por mejorar la vinculación nacional e internacional del mundo científico es otro aspecto que los países desarrollados ponen hoy en el centro de sus estrategias de desarrollo científico. En economías pequeñas, donde es natural que la comunidad de investigadores no pueda abarcar todas las áreas del conocimiento, esta integración a nivel global es un imperativo. Para naciones como Chile, sólo es posible contar con una oferta científica completa mediante la estrecha relación de sus científicos con grupos de investigadores de otras naciones, porque estas redes abren espacios para la fertilización cruzada de ideas y para el desarrollo de esfuerzos conjuntos en la generación o transmisión del conocimiento. Esta capacidad de integrarse con equipos de avanzada a nivel mundial es también una garantía de calidad y eficiencia de la producción científica local.

Ello, en todo caso, no implica desconocer el riesgo de la “fuga de cerebros”

⁶⁶ Entendiendo que en muchas áreas es clave contar con un número mínimo de investigadores y un ambiente de investigación adecuado para que esta produzca los frutos que de ella se esperan.

⁶⁷ Por problemas de apropiabilidad e intangibilidad de activos.

⁶⁸ Estudios nacionales e internacionales demuestran el alto retorno privado que tiene la formación técnica y profesional. Por ejemplo ver OCDE (2007), “Education at a Glance”.



que enfrentan los países en desarrollo, ya que las naciones más avanzadas, con fuertes sistemas de investigación, constituyen una clara alternativa para los investigadores de economías cuyo nivel de inversión en I+D es débil (la situación actual de Chile) y que, por tanto, tienden a ofrecer oportunidades de desarrollo menos atractivas para sus investigadores.

RECUADRO II.1

HACIA UN MODELO DE FINANCIAMIENTO DE LA I+D

Desde la perspectiva del instrumental público, las maneras de abordar los costos de la actividad científica han sido clásicamente dos.

La primera considera el financiamiento del proyecto de investigación, el cual se dimensiona a objeto de pagar los costos incrementales en que incurre la institución que lo lleva adelante, de modo tal que ésta pueda sustentar los costos directos del proyecto y también los costos conjuntos que enfrenta en el desarrollo de su cartera de proyectos (*overhead*).

La segunda es considerar un aporte directo para generar la capacidad de producir conocimiento cuando ésta no existe –financiando los costos a hundir en la generación de masas críticas– o de mantenerlo cuando ésta ya fue creada. Este mecanismo se conoce como *block grant* o financiamiento a grupos o centros de investigación (institucional). La justificación para financiar la mantención de estas capacidades es el aseguramiento de una mayor eficiencia en la producción de conocimiento, lo que supone aprovechar la disminución de costos por proyecto que se genera mientras mayor es la producción de un centro científico (economías de escala) y la que se verifica en la medida que se producen proyectos con distintas temáticas con las mismas capacidades (economías de ámbito). Además, en la medida que estas capacidades se hacen disponibles al resto de los grupos de investigación, aumenta la productividad del resto de la comunidad científica, generando un impacto positivo adicional al anterior. Esto lleva al Estado a condicionar este tipo de financiamiento a la vinculación a redes y la difusión del conocimiento generado, además de la calidad del mismo.

Ventajas y desventajas de cada modelo

El financiamiento vía proyectos tiene la fortaleza de permitir vincular mejor los recursos con los resultados. Esto, por cierto, es sinónimo de mayor eficiencia en el uso y asignación de fondos y por ello suele ser el modelo más recomendado cuando las economías de escala y de ámbito no son significativas. Pero su debilidad es que tiende a dispersar los esfuerzos de investigación –dado que fomenta proyectos de corto plazo, menores montos y no relacionados entre sí–, desincentivando los esfuerzos colaborativos. Además, por el tamaño de los proyectos en términos de monto, genera mayor burocracia (costos de transacción) que son pagados por los sistemas de administración y también por los investigadores (más elaboración de propuestas e informes) y no siempre se hace cargo de todos los costos de la investigación.

Por su parte, el modelo de financiamiento directo o institucional tiene ventajas asociadas a la



mayor libertad de disponibilidad de fondos por parte de los oferentes de investigación (en general las universidades) para fomentar la creación y mantenimiento de grupos y equipos de investigación, lo cual es crítico en algunas disciplinas; así como de permitir planear y desarrollar programas de más largo plazo y mayor escala, y de aprovechar economías de escala y ámbito. Como desventajas se le reconoce que puede debilitar los incentivos para que los investigadores mantengan volumen y calidad en su producción, y que genera mayor rigidez en el sistema, dificultando la entrada de nuevos investigadores y/o centros de investigación.

Atendidos los pro y los contra de cada opción, los países han tendido a combinar los dos esquemas de financiamiento, avanzando hacia sistemas cada vez más balanceados,

2. PRÓXIMOS PASOS

A la luz de la experiencia internacional, nuestro país debe enfrentar hoy un reto fundamental: fortalecer su sistema de investigación científica y convertirlo en uno de los pilares de su desarrollo. Y el primer paso es conseguir que, en el más corto plazo, el país alcance la utilización plena de su capacidad científica⁶⁹.

Las recomendaciones del Consejo de Innovación apuntan entonces a fortalecer e incrementar la actividad científica y aprovechar al máximo su contribución al desarrollo del país, generando un sistema que integre y financie de manera adecuada a los grupos de investigadores; fortalezca el desarrollo de centros científicos; fomente redes científicas robustas, asociadas a las redes internacionales del conocimiento y capaces de “conversar” tanto con el mundo productivo como con la sociedad civil; pueda crecer tanto en recursos para financiar más investigación como en investigadores de calidad para llevarla adelante, y sea capaz de asegurar orientaciones e incentivos adecuados para cumplir los desafíos que el desarrollo le impone.

Es precisamente esta visión sistémica la que entrega coherencia a las recomendaciones que se presentan en este capítulo con aquellas presentadas en los de innovación empresarial, donde se promueve también la generación y el aprovechamiento del conocimiento científico por parte de las empresas, y de capital

⁶⁹ La “lista de espera” de proyectos que cumpliendo con los estándares de calidad no alcanzan financiamiento a través del Fondecyt podría ser una señal de las capacidades disponibles en Chile para realizar investigación científica que podría no estar aprovechando a pleno potencial. La Academia de Ciencias estima que este programa ha dejado de financiar un 30% de proyectos evaluados como buenos o muy buenos y aquellos aprobados sufren reducciones económicas justificadas de 20% a 35% (Academia Chilena de Ciencias (2007): “Medidas para reforzar la ciencia básica en Chile, Pilar del Desarrollo de la ciencia y tecnología aplicadas y la innovación”.



humano, respecto de sistemas que garanticen la calidad de la formación tanto de profesionales como técnicos.

En este marco, las líneas de acción propuestas por el Consejo para el desarrollo de la ciencia de base en el país son las siguientes:

1. Fortalecer e incrementar la actividad científica de base, incentivando junto a ello su orientación estratégica.
2. Ajustar el sistema de financiamiento de la ciencia.
3. Asegurar una dotación de científicos capaz de abordar los desafíos del país.

2.1. FORTALECER E INCREMENTAR LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA DE BASE Y DAR ÉNFASIS A SU ORIENTACIÓN ESTRATÉGICA

El análisis del Consejo ha concluido que la actividad científica que se desarrolla en Chile es baja en comparación con lo que ocurre en países más desarrollados e incluso en naciones de similar ingreso que el nuestro. Pero además, tal como afirma la OCDE, esta actividad científica, en particular aquella subsidiada directamente por el sector público, no se orienta explícitamente hacia prioridades estratégicas del país⁷⁰, lo que resulta esperable en ausencia de una política explícita de ciencia y tecnología que fije estas prioridades⁷¹.

Por ello, el Consejo recomienda:

a. Aumentar la actividad científica de base e incentivar que una parte importante de ella sea orientada por prioridades estratégicas.

El Consejo de Innovación propone avanzar de manera decidida en incrementar la actividad científica y lograr que al 2021 una buena parte de los recursos públicos que se destinen a incentivar la ciencia de base en Chile se oriente por prioridades estratégicas nacionales, que surjan tanto de las demandas del mundo productivo, como también de las preocupaciones de la sociedad, incluyendo entre ellas los intereses específicos de las regiones.

Para alcanzar las metas planteadas en el primer volumen de esta propuesta estratégica en relación con la inversión pública en I+D (pasar de un 0,4% a un 0,8% del PIB), este Consejo estima que Chile debe duplicar el gasto público en ciencia de

⁷⁰ OCDE (2007) "Revisión de la Política Chilena de Innovación".

⁷¹ Desde fines de los '90, y con mayor fuerza en esta década, han sido las agencias públicas a cargo de la ciencia, la tecnología y la innovación las que han identificado algunas áreas estratégicas e impulsado programas de investigación específicos en dichas áreas.



base, destinándose en forma progresiva una mayor proporción a programas orientados por criterios estratégicos.

Como una forma de sumar más recursos para el desarrollo de ciencia de base orientada a las prioridades nacionales, el Consejo propone:

- *Constituir a los ministerios sectoriales como demandantes de investigación.*

El Consejo estima que los ministerios deben constituirse en demandantes de investigación cuando requieran de ella para resolver problemas específicos o de corto plazo, financiando estos requerimientos con sus propios recursos, lo que podría traducirse en la contratación directa de investigación (cuando se trate de necesidades coyunturales) y/o en la creación de fondos especiales canalizados a través de Conicyt (cuando se trate de necesidades de mediano plazo).

Un ejemplo de ello es el Fondo Nacional de Investigación y Desarrollo en Salud (Fonis), creado conjuntamente por el Ministerio de Salud y Conicyt con el fin de disponer de la investigación necesaria para mejorar la toma de decisiones en salud, desde el nivel de políticas hasta el nivel de decisiones clínicas.

b. Recoger y traducir las demandas para la ciencia que surgen de las prioridades estratégicas definidas por el país.

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

Teniendo como base aquellas demandas que surgieron de los sectores económicos de punta identificados en el Estudio de Competitividad en *Clusters* de la Economía Chilena (ver recuadro II.2) se deberán agregar aquellas que son transversales para el desarrollo económico en general (tales como energía, recursos hídricos, calidad de la educación, mejores capacidades matemáticas o masificación de la banda ancha) y aquellas que derivan de las preocupaciones de la sociedad, como salud, seguridad y medio ambiente.

Para recoger estas demandas se propone:

- *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 que considere tanto las ciencias naturales, exactas, 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.

- *Que sea el Consejo de Innovación el encargado de agregar todas estas demandas y de elaborar una síntesis de las prioridades estratégicas que surgen de*



ellas para entregar una propuesta al Ejecutivo. Ello, atendida la relación estrecha que el Consejo deberá mantener en el tiempo tanto con el gobierno, como con el mundo productivo y la comunidad científica.

- *Que las prioridades propuestas por el Consejo y definidas por el Ejecutivo sean la base para que se generen programas científico-tecnológicos amplios y/o orientados por misión donde se integren las grandes líneas de investigación y las plataformas científico-tecnológicas a desarrollar*⁷². Estos programas deberán expresarse en los presupuestos y en el quehacer de las agencias, las que deberán recoger el aporte de la sociedad civil y el mundo científico a través de la participación en consejos asesores para apoyar la “traducción” más concreta de las prioridades estratégicas.

2.2 AJUSTAR EL SISTEMA DE FINANCIAMIENTO DE LA CIENCIA

El Consejo entiende que uno de los grandes desafíos de Chile es hacer más ciencia de base y que ello significa invertir más y más eficientemente en ella, asegurando transparencia y excelencia en su asignación. Y para ello, además de destinar mayores recursos para el apoyo a la actividad científica, es necesario ajustar los mecanismos de financiamiento, fortaleciendo la entrega de subsidios directos a quienes producen la ciencia de base y avanzando hacia un modelo que facilite una mejor orientación estratégica del sistema y que contribuya a robustecer las capacidades científicas del país y aprovechar las sinergias del quehacer científico, fomentando el desarrollo de grupos de investigación, la investigación colaborativa y multidisciplinaria y el desarrollo de redes locales e internacionales.

Para dar cuenta de estos desafíos, es necesario mejorar la operación de los mecanismos de financiamiento a proyectos de investigación –ajustando el aporte público según los costos reales de la investigación, especialmente en el caso de los *overheads*⁷³ – y fortalecer y otorgar cada vez más importancia al financiamiento de grupos y centros de investigación⁷⁴.

⁷² El desarrollo de plataformas científico tecnológicas comprende la provisión de servicios tales como infraestructura esencial y acceso a información (bases de datos, bibliografía, acceso a redes) que sustentan el desarrollo de cualquier actividad científica. El financiamiento de estos servicios debe velar por que estén disponibles para todo el sistema y consideren las características de monopolio natural de este tipo de inversiones.

⁷³ Actualmente el financiamiento a proyectos considera un porcentaje para gastos generales y administrativos (*overhead*) que dependiendo del concurso (Fondecyt, Fondef o Innova, por ejemplo) oscila entre un 10% y un 18% del costo total del proyecto.

⁷⁴ Existen hoy varios programas radicados en Conicyt y en el programa Milenio. Estos se orientan a distintos niveles de actividad de los grupos, desde los incipientes, para los cuales existe el apoyo a Anillos financiados por



Por ello, el Consejo recomienda:

a. Consolidar a Conicyt como la agencia de fomento de la ciencia de base en Chile.

El Consejo propone concentrar la administración de los programas de fomento de la ciencia de base en una agencia, Conicyt, especializada en asegurar la pertinencia técnica de las iniciativas de investigación.

Ello no significa que no pudieran existir iniciativas puntuales y temporales en otros organismos, pero éstas deben estar acordadas con el Comité de Ministros de la Innovación y coordinadas en su operación con la agencia principal.

b. Fortalecer los subsidios a la oferta como mecanismo de fomento de la ciencia de base en Chile.

Dada la naturaleza de la actividad científica, se recomienda que el apoyo público a la ciencia de base se realice a través del financiamiento directo a quienes generan conocimiento científico. Es decir, que se subsidie la oferta de ciencia a través del financiamiento a proyectos de investigación y el financiamiento de grupos o centros de investigación. Esta misma modalidad de financiamiento a la oferta también es válida para aquella investigación más aplicada cuando el resultado beneficie de manera transversal a uno o más sectores de la economía y resulte difícil de financiar en forma privada.

El apoyo público para dar soluciones específicas a problemas concretos del mundo productivo, en tanto, se debiera canalizar directamente a los usuarios de ese conocimiento (subsidio a la demanda), con especial énfasis en los sectores prioritarios definidos en la Estrategia de Innovación y asegurando siempre un aporte de quienes son los beneficiarios de ese conocimiento, lo que se plantea y desarrolla en el Capítulo III.

c. Dirigir el financiamiento en función de programas científicos amplios, que favorezcan un enfoque multidisciplinario y orientado a redes.

El Consejo entiende que la organización de los fondos públicos de apoyo a la investigación por disciplinas del conocimiento más que por grandes problemas a resolver dificulta la materialización de este nuevo enfoque. En efecto, resulta difícil compatibilizar la tendencia natural y necesaria a la especialización que permite mover la frontera del conocimiento, con el desarrollo de visiones integradas y generales. Esta disyuntiva, presente en los distintos fondos internacionales así como en

Conicyt y Núcleos financiados por la Iniciativa Científica Milenio (ICM), hasta los ya consolidados, llamados Centros de Excelencia, en que existe como apoyo el programa Fondap de Conicyt y el financiamiento a los Institutos Milenio de ICM.



Fondecyt, hace que los proyectos interdisciplinarios tengan menor probabilidad de acceder a fondos públicos: en primer término, porque la asignación tiende a reproducir criterios históricos marcados por las disciplinas individuales, y en segundo lugar, porque como la evaluación es efectuada por expertos de una determinada disciplina, se tiende a una subvaloración de aquellos proyectos de carácter multidisciplinario.

Por ello, el Consejo de Innovación propone:

i. *Abordar el presupuesto enfocando la asignación de recursos a programas científicos que integren las iniciativas necesarias para responder a las prioridades estratégicas definidas para la ciencia.*

ii. *Ajustar los mecanismos de discusión y formulación del presupuesto público en la Dirección de Presupuestos (Dipres) del Ministerio de Hacienda, con el fin de hacer posible la aplicación del criterio anteriormente propuesto.*

iii. *Ajustar la operatoria de ciertos procesos en Conicyt, apuntando a:*

- Que la distribución de fondos considere las áreas temáticas a desarrollar y en función de ello la contribución de los distintos programas y disciplinas cuando corresponda.

- Que los concursos en ciencia orientada se basen en grandes preguntas, dejando espacio para que los científicos propongan, a través de sus proyectos y desde su perspectiva, cómo abordarlas, incluyendo enfoques multidisciplinarios.

- Incentivar los proyectos y programas que consideren la vinculación a redes locales y globales, lo que favorece el aprovechamiento de capacidades y la vinculación internacional.

d. Ordenar y asegurar el financiamiento para atender la particular estructura de costos de la ciencia.

El Consejo entiende que el país debe buscar aprovechar las ventajas tanto del financiamiento de proyectos de investigación (sean individuales o grupales), que es sinónimo de mayor eficiencia en el uso y asignación de fondos, como del financiamiento a grupos o centros de investigación (*block grants*), que favorece de mejor manera la generación de masas críticas de investigadores que producen en niveles de excelencia internacional y permite desarrollar programas de más largo plazo y mayor escala.

Por ello, la recomendación del Consejo es combinar los dos modelos de financiamiento en función tanto de las características propias de cada línea de investigación, como de las capacidades existentes (o faltantes) en el país, incorporando siempre la opción de acceder a recursos disponibles en el exterior donde esto sea pertinente.



Una forma de visualizar este ordenamiento es mediante un esquema que incluye tanto el apoyo a nuevos investigadores como a aquellos que tienen una trayectoria más consolidada, pero entendiendo a los grupos de investigación como las unidades fundamentales que es necesario desarrollar para el fortalecimiento del sistema. Y por ello la preocupación por fortalecer los esquemas de financiamiento a la investigación asociativa, reconociendo desde las etapas más tempranas de formación de grupos hasta la consolidación de centros científicos de excelencia⁷⁵.

La recomendación del Consejo implica:

i. *Realizar los ajustes necesarios para que el financiamiento vía proyectos considere el total de los costos necesarios para realizar la investigación e incluso el pago por acceso a equipamiento y/o capacidades disponibles en el extranjero, cuando esto sea necesario.*

En especial, el Consejo estima necesario ajustar el sistema público de *overhead* para que dé cuenta realmente de los costos conjuntos de la investigación – especialmente aquellos de largo plazo, como la depreciación del equipamiento e infraestructura utilizada– y se coordine con las fuentes de financiamiento más estables que ya se han implementado, como Milenio, Fondap y Financiamiento Basal.

Para ello, se recomienda que Conicyt identifique los costos asociados a la investigación y sobre esta base estructure un sistema de *overhead* de conocimiento público, que se vaya aproximando a los niveles internacionales⁷⁶. Dado que el aporte directo a instituciones considera los costos asociados a la capacidad de producir, se debe evitar la duplicación de financiamiento para ese ítem.

El Consejo entiende que el equipamiento debe ser financiado a través de *overheads* adecuados. No obstante cuando se trate de equipamiento mayor, debe considerarse la generación de instrumentos especiales para facilitar el acceso a equipamiento local o ubicado en el exterior bajo condiciones que permitan un uso eficiente del mismo, como parte de la red destinada a producir I+D en el país.

ii. *Fortalecer los modelos de financiamiento que favorecen el desarrollo de grupos y centros de investigación en sus distintos estadios de desarrollo.*

El Consejo estima que es necesario orientar el financiamiento de estos grupos o centros de investigación preferentemente al desarrollo de capacidades científicas que permitan satisfacer las prioridades estratégicas nacionales.

En este contexto, se propone:

⁷⁵ Este esquema no implica prelación en el tiempo ni que los investigadores deban moverse por cada una de estas fases. Se plantea esta visión como un mecanismo ordenador del apoyo público a la oferta de investigación nacional.

⁷⁶ En el caso de Estados Unidos, por ejemplo, la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF) considera tasas de costos indirectos específicas a cada organización ejecutante.



- *Apoyar el desarrollo de centros científicos y tecnológicos y grupos de investigación de excelencia, entendiendo que estos son la expresión más avanzada de los grupos de investigación y reconociendo el rol que les cabe en la formación de capital humano avanzado, la generación de conocimiento, la vinculación con los sectores productivos y representantes de la sociedad a nivel nacional e internacional, y el apoyo a las actividades de otros grupos de investigadores en el país.*

En el espíritu de esta recomendación, el Consejo sugirió en 2006 al Ejecutivo la creación del Programa de Financiamiento Basal para centros de investigación, siendo su objetivo dar apoyo a ciertos grupos de excelencia por un período determinado (actualmente cinco años, renovable por otros cinco), a fin de que puedan conectarse de mejor manera con la industria y las redes internacionales, además de mantener y expandir las capacidades ya logradas. Esto obliga a apoyar en régimen a un número fijo de instituciones, las que pueden dejar de recibir dicho apoyo al fin del período.

- *Concentrar todos estos programas de apoyo en Conicyt, lo que implica cambiar la dependencia de aquellos que radican hoy en la Iniciativa Científica Milenio de Mideplan.* Esta propuesta, en todo caso, supone rescatar las buenas prácticas y capacidades de ICM en materia de flexibilidad y mecanismos de entrega de recursos.

- *Avanzar hacia un nuevo ordenamiento de los aportes basales que reciben las universidades para investigación.*

El Consejo de Innovación entiende que hoy se mezclan bajo el concepto de Aporte Fiscal Directo (AFD) el aporte que el Estado hace a las universidades del Consejo de Rectores en materia de investigación de excelencia y aquél que se entrega para la producción de otros bienes fundamentales para el desarrollo del país. Entre estos últimos se encuentran la particular preocupación por aumentar la movilidad social para las minorías y los grupos de bajos ingresos, el espacio de diversidad y debate que requiere una democracia en desarrollo, el fomento de la cultura y las artes o la formación de profesionales en áreas que el mercado no valora adecuadamente.

Esta falta de claridad tiene dos efectos: en primer término, que resulta imposible para el Estado saber exactamente qué resultados esperar de ese aporte y menos evaluar lo que se está realizando, y en segundo lugar, que deja abierta la posibilidad a que estos recursos sean destinados a usos que no requieren de financiamiento público o bien a subsidiar actividades que no están siendo bien financiadas por otros instrumentos, lo que eventualmente



dificulta que otras instituciones que no acceden al AFD puedan realizar estas mismas actividades.

Así, se propone:

- En el corto plazo, hacer explícita aquella parte del AFD que va a financiar la investigación de excelencia y la formación de postgrado⁷⁷, entendiendo que este es complementario a los programas de financiamiento basal que se implementen y que, por lo mismo, debe comprometer resultados en el mediano y largo plazo a través del establecimiento de convenios de desempeño.

- En el largo plazo, canalizar el aporte basal a la investigación de excelencia totalmente a través programas *ad hoc*, dejando el AFD, como se plantea en el Capítulo I, de capital humano, para el financiamiento de otros bienes que aportan a toda la sociedad y que sean encargados a las universidades en el marco de su rol público.

2.3 ASEGURAR UNA DOTACIÓN DE CIENTÍFICOS CAPAZ DE ABORDAR LOS DESAFÍOS DEL PAÍS

Las recomendaciones que se presentan buscan disponer de capital humano avanzado permanente de calidad que satisfaga la demanda de investigación científica. Para ello, es necesario enfocarse en la formación de calidad de los investigadores chilenos y en su incorporación al mercado laboral. Además, de manera complementaria, es preciso considerar la posibilidad de atraer investigadores internacionales que mejoren las capacidades del sistema nacional.

Por ello, el Consejo recomienda:

a. Fomentar y asegurar la formación de investigadores.

El Consejo entiende que hoy en el mundo las capacidades científicas de un país se miden principalmente por el número de investigadores con que cuenta, y en ese contexto por la dotación de doctores que produce (como expresión de los *research degrees*)⁷⁸.

⁷⁷ Reconociendo la producción conjunta entre investigación y formación de investigadores.

⁷⁸ La distinción apunta a aquellos estudiantes que se enrolan en programas cuya tesis sean trabajos originales o novedosos, siendo un aporte al conocimiento de la sociedad y que explícitamente busquen ser publicables en revistas científicas internacionales. Si bien pueden existir algunos casos en que, a pesar de ello, el retorno privado pudiese ser alto no justificándose su apoyo, la exigencia posterior de participar en la enseñanza y/o investigación universitaria fuerza la generación de las externalidades esperadas.



En Chile, las cifras de doctores graduados por año (datos de flujo) y los montos de recursos destinados a financiarlos son de un nivel muy inferior al de países de similar tamaño y perfil productivo⁷⁹. De esta manera y no obstante los esfuerzos realizados en los últimos años, ha continuado aumentando la brecha existente entre el número de doctores disponibles por cada millón de habitantes entre Chile y estos países, pues ya contaban con dotaciones superiores a la nuestra.

Para contar en 2021 con una dotación similar a la de nuestros principales países de referencia⁸⁰ –entendiendo que ésta debe crecer en concordancia con la mayor actividad científica que se espera generar– Chile debe impulsar tres grandes cambios en el sistema:

i. *Focalizar el aporte público para becas de postgrado en el apoyo a la formación de investigadores (research degree).*

El Consejo estima que el hecho de que en Chile las políticas de apoyo a la formación profesionalizante y la formación de investigadores no estén diferenciadas a nivel de postgrado genera ineficiencias en el sistema.

Sabemos que contar cada vez con mayor cantidad de capital humano avanzado tiene un alto beneficio social, pero también es cierto que el sistema financiero privado no tiene los incentivos para dar financiamiento a la adquisición de un activo intangible como es la educación a quienes no pueden dar garantías de pago, lo que justifica doblemente la intervención del Estado en apoyo de quienes tienen dificultades para financiar sus estudios. Sin embargo, la ayuda del Estado debe reconocer la diferencia entre quienes siguen la vía profesional o técnica y quienes optan por la investigación científica, ya que los primeros saben que a futuro ese título o grado les traerá altos beneficios económicos que se traducirán en remuneraciones más altas, mientras los segundos tienen expectativas salariales más bajas⁸¹, porque el mercado no siempre recompensa adecuadamente la actividad científica⁸².

⁷⁹ En términos de flujo, en la actualidad nuestro país presenta una tasa cercana a los 13 doctores graduados por año por millón de habitantes en 2006, cifra sustancialmente inferior a la mostrada por países a los que pretende alcanzar Chile. En 2004 en Nueva Zelandia se graduaron 356 doctores por millón de habitantes. El número de doctores graduados en 2004 en los distintos países es: Australia, 4.763; Finlandia, 1.863; Dinamarca, 788; Noruega, 756; Nueva Zelandia, 623; Chile, 244 (incluye sólo graduados en programas nacionales de universidades del Consejo de Rectores).

⁸⁰ Tales como Nueva Zelandia, Australia, Finlandia, Dinamarca y Noruega.

⁸¹ Por los problemas de apropiabilidad que la afectan de manera muy fuerte.

⁸² Al no estar clara esta división, el sistema nacional ha venido operando en los hechos con un problema de foco, ya que no en todos los programas de becas los aportes han estado enfocados al financiamiento de investigadores, sino que incluyen también el de postgrados profesionalizantes. Además, la mayor proporción de la oferta de estudios de postgrado se concentra en programas de magíster, cuyo crecimiento ha sido 55% en el periodo 2004-2007, superior al crecimiento de los programas de doctorado para el mismo periodo (32%). Ministerio de Educación (2007), “Oferta de post grado 2007 por área de estudio”.



Por ello, el Consejo estima que para la formación de un investigador el apoyo del Estado debe materializarse por la vía de las becas, incluyendo becas de magíster cuando estas tengan una clara orientación hacia la formación científica, dejando el modelo de créditos⁸³ para la formación profesional. Ello, porque resultaría poco comprensible para un país en desarrollo, entregar dineros de todos los chilenos al financiamiento de postítulos o postgrados que tendrán un alto beneficio económico (en términos de salarios futuros) para quienes los cursen.

ii. *Generar una mayor y adecuada oferta de becas para investigadores.*

El programa de Becas de Conicyt⁸⁴, que es el más grande del país, muestra que sólo el 42% de los postulantes al beneficio lo obtiene efectivamente. Aunque no existe un puntaje mínimo de aprobación, se estima que el 50% de los rezagados están en condiciones académicas de acceder al financiamiento, lo cual indica la existencia de una demanda insatisfecha de financiamiento público.

Además, de acuerdo al informe del Comité de Ministros para la Administración y Adjudicación de Becas de Postgrado, los montos otorgados son distintos por programas e insuficientes respecto de los costos reales de mantención de los estudiantes y aranceles a nivel nacional e internacional.

Por ello, se propone:

- *Aumentar significativamente el número de becados, de modo de contar con un volumen de nuevos investigadores acorde al crecimiento del gasto en I+D esperado para los próximos años.*

- *En concordancia con las recomendaciones del comité de ministros que analizó las becas de postgrado, estandarizar los montos de las becas y beneficios entre los distintos programas, los que deben dar cuenta de los costos reales de los programas.*

Con todo, reconociendo que existe una demanda por becas de doctorado insatisfecha y que aún cerrando esa brecha estamos muy por debajo del número de doctores que forman los países de referencia, el Consejo estima necesario reiterar que si el país quiere alcanzar a otras naciones no sólo tiene que elevar sustantivamente los recursos públicos asignados a becas, sino que requiere de un incremento del gasto de I+D que permita que las nuevas capacidades sean utilizadas y produzcan la actividad científica que el país espera.

iii. *Estimular la graduación de los postgrados en menos tiempo.*

Se recomienda introducir los incentivos que permitan acortar el período de graduación a niveles comparables con los países desarrollados.

⁸³ Bajo la modalidad de entregar un colateral que permita el acceso a un préstamo en el sistema financiero.

⁸⁴ Becas de doctorado, acumulado 1988-2004: 3.251 postulantes y 1.374 seleccionados.



Para esto, se deben combinar mecanismos de premio para quienes se gradúan más rápido y sanción para quienes se demoran en exceso⁸⁵. Respecto de las instituciones, se propone condicionar tanto la acreditación de programas como la entrega de apoyos al desarrollo de la oferta al cumplimiento de estándares de graduación, evitando, al mismo tiempo, el eventual impacto negativo en calidad, mediante la implementación paralela de las recomendaciones formuladas para asegurar una oferta acorde a estándares internacionales.

b. Fortalecer la institucionalidad del Sistema de Becas⁸⁶.

El Consejo entiende que el fomento de la formación de investigadores requiere de una institucionalidad fuerte, capaz de exigir calidad a la formación local y elegir sin complejos por calidad cuando se trata de entregar becas para estudiar en el extranjero.

Más aun, hoy la calidad y los resultados del sistema están fuertemente influidos por la falta de planificación nacional y sectorial de largo plazo y, en consecuencia, el modelo actual de asignación de recursos no responde a la búsqueda de resultados estratégicos.

Las recomendaciones para fortalecer esta institucionalidad en el mediano y largo plazo son:

i. *Asegurar la diferenciación de los roles de elaboración de políticas de formación de capital humano con los de regulación y ejecución de becas de postgrado.* Para ello se propone radicar en el Comité de Ministros la función de diseño de políticas; en Conicyt, las funciones de coordinación de los programas de becas, y en la Comisión Nacional de Acreditación, el tema de aseguramiento de calidad de la oferta nacional.

ii. *Diseñar e implementar un sistema de información integrado de la oferta existente de becas y sus mecanismos de postulación, que también dé cuenta de la calidad de programas ofrecidos a nivel nacional y extranjero.* Este mismo sistema de información deberá incorporar antecedentes del sistema de créditos a los que los estudiantes podrían optar para complementar el financiamiento de las becas⁸⁷.

⁸⁵ El premio puede ser el financiamiento de una pasantía en el extranjero para aquellos que se gradúen en plazos comparables a los que exhiben los países desarrollados en las mismas disciplinas. Por otra parte, algunos países pasan una cierta proporción del subsidio a crédito en la medida que los becarios no se gradúan en el plazo esperado.

⁸⁶ La gobernabilidad del sistema de investigación y desarrollo en general será abordada en el capítulo de gobernabilidad.

⁸⁷ Esto supone que los mecanismos de difusión y postulación aseguren un acceso equitativo de los postulantes. Con el fin de dar seguimiento y hacer una correcta evaluación, se debe diseñar e implementar un sistema de información que incluya datos tanto de las becas ejecutadas como de aquellas en ejecución, además de los becarios de postgrado, actuales e históricos.



iii. *Diseñar e implementar un sistema centralizado de selección y asignación de becas, radicado en Conicyt, que permita dar una orientación coherente con la estrategia al sistema de becas y aumentar la transparencia del sistema, a pesar de que sigan existiendo otros programas administrando la entrega de becas.* En el corto plazo, el Consejo de Innovación considera necesario asumir las recomendaciones del comité interministerial que abordó este tema y que se refieren a la estandarización de beneficios (monto, tiempo, cobertura) criterios y procedimientos (definición de disciplinas, requisitos mínimos de postulación, mecanismos de difusión), la generación de un sistema de información⁸⁸ y el aseguramiento de calidad.

c. Asegurar calidad en la formación de postgrado.

Si bien desde 1991 Conicyt implementó un proceso voluntario de acreditación para los programas de postgrado nacionales en universidades autónomas, a la fecha sólo el 19% de los magísteres y el 67% de los doctorados están acreditados. La debilidad de este sistema de acreditación impulsó en 2006 a la aprobación de la Ley de Aseguramiento de la Calidad de Educación Superior (Ley N° 20.129), que incluyó la creación de una nueva Comisión Nacional de Acreditación (CNA) y se hace cargo de la función de acreditación institucional, tanto de programas de pregrado como postgrado y que se aborda en el Capítulo I.

En la acreditación de postgrado, la ley establece que el objeto será certificar la calidad de los programas en función de los propósitos declarados por la institución que los imparta y los criterios o estándares establecidos para este fin por la comunidad científica o disciplinaria correspondiente. Sin embargo, la tarea de explicitar dichos criterios o estándares de evaluación de la oferta nacional de postgrado está pendiente, ya que el reglamento que operativiza esta ley está en elaboración.

Para asegurar la calidad del sistema, el Consejo recomienda:

i. *Contar con un sistema nacional de aseguramiento de la calidad de la oferta de postgrado, sobre la base de la Comisión Nacional de Acreditación.*

ii. *Perfeccionar y completar el marco legal existente del sistema de acreditación de la oferta nacional de programas de postgrado (Ley N° 20.129) para establecer en Chile un sistema institucionalizado al estilo de países como Australia, dotado de la suficiente autonomía administrativa y atribuciones para condicionar la entrega de recursos públicos sólo a aquellas instituciones que ofrecen postgrados de excelencia.*

⁸⁸ Otros temas abordados por el Comité, tales como definición de áreas estratégicas e incentivos para la internacionalización del sistema, han sido integrados dentro de las demás recomendaciones de este capítulo.



iii. *Considerar, en la elaboración del reglamento de la Ley N° 20.129 que el diseño de los procesos para la acreditación y la definición de los criterios considere estándares internacionales, y la comparación con las instituciones que están a la vanguardia en materia de investigación y desarrollo.*

Estos criterios deben homologar los estándares nacionales del proceso de aseguramiento de la calidad de la oferta de postgrados, con las mejores prácticas y estándares internacionales. Para ello, el ente acreditador debiera administrar un sistema público de *benchmark* con programas de postgrados extranjeros, a lo menos para las principales universidades de investigación, transformándolas en motor de todo el sistema.

iv. *Complementando lo anterior, el sistema de becas debe imponer como condición el requisito de la acreditación de calidad para el financiamiento de programas tanto nacionales como extranjeros.*

d. Estimular y fortalecer el desarrollo de la oferta de programas de doctorado nacionales con orientación estratégica.

Uno de los desafíos para Chile es fortalecer la formación de postgrados para la investigación en áreas que sean pertinentes con las necesidades o prioridades del país en materia científica. En este sentido, hoy se evidencia un claro sesgo de la oferta de postgrados hacia los programas profesionales y un mayor desarrollo en el ámbito de las ciencias sociales y el derecho⁸⁹.

Por ello, se propone:

i. *Que Conicyt identifique las necesidades de formación de capital humano avanzado para fortalecer las plataformas científicas a desarrollar y que sea el Ministerio de Educación el que promueva el desarrollo de ofertas ad hoc por parte de las universidades, para aprovechar el conocimiento específico que éstas poseen.*

ii. *Que el fomento de estas áreas se haga vía subsidios a las instituciones que ofrecen formación de postgrado, contra el logro de resultados de calidad y cantidad de graduados.*

e. Apoyar la incorporación de investigadores nuevos al sistema.

Atendido el propósito de elevar el número de postgraduados en investigación, el Consejo reconoce que es necesario responder también a los problemas que enfrentan los científicos al momento de incorporarse a un mercado laboral restringido y con altas exigencias. Y, aunque confía en que el fortalecimiento de la demanda por ciencia desde el mundo productivo y desde el sector público debiera traducirse en

⁸⁹ Las universidades privadas han colaborado de manera sustantiva en este crecimiento, pero con un acento casi exclusivo en las ciencias sociales y administrativas.



nuevos espacios laborales para investigadores tanto en centros científico-tecnológicos como en empresas, cree que es necesario:

- *Mantener y potenciar la modalidad de iniciación del programa Fondecyt, que aparta un monto de recursos públicos exclusivamente para el financiamiento de proyectos de investigadores debutantes.*

- *Que los distintos programas de financiamiento incorporen incentivos para la integración de científicos jóvenes a los equipos de investigación que postulan.*

f. Favorecer la atracción de investigadores extranjeros como una fórmula para responder de manera oportuna a demandas específicas surgidas de las prioridades estratégicas.

Se recomienda que los distintos programas financiados por Conicyt incluyan el financiamiento de investigadores extranjeros en la medida que su incorporación en los proyectos o grupos de investigación se oriente a:

i. *Atender prioridades estratégicas que no es posible cubrir con las capacidades disponibles en el país.* En el caso de *expertises* muy puntuales, su desarrollo en el país puede ser excesivamente caro o no responder de manera oportuna a los requerimientos planteados.

ii. *Fortalecer las capacidades transversales del país en áreas prioritarias para la ciencia.* En la idea de aprovechar el conocimiento científico generado en el mundo, es necesario enriquecer la actividad científica nacional incorporando, a través de la atracción de investigadores extranjeros, el mayor avance de otros países en algunas áreas.

RECUADRO II.2

LA CIENCIA Y LOS CLUSTERS PRIORITARIOS

El Estudio de Competitividad en *Clusters* de la Economía Chilena realizado por el Consejo de Innovación confirma que en la mayoría de los sectores estudiados la investigación científica es determinante para su desarrollo competitivo. Consistentemente, desde los sectores surge como diagnóstico común el que existe una baja inversión en I+D y que aquella que se realiza no está suficientemente conectada con las necesidades de dichos sectores. La verificación práctica de esta desconexión sustenta adicionalmente el análisis que se ha desarrollado en este capítulo, en cuanto a la necesidad de orientar el trabajo científico según las prioridades estratégicas nacionales.

El análisis por sectores confirma que el gasto en I+D es bajo y altamente dependiente de la inversión pública en sus etapas tempranas, aun cuando existan posibilidades de apropiación posterior de los resultados por parte de algún sector productivo.



Grandes conclusiones. Respecto de la necesidad de establecer prioridades estratégicas basadas tanto en necesidades sociales como en la actividad productiva surgen a lo menos dos constataciones.

La primera es que algunas de las demandas de generación de conocimiento de los sectores productivos surgen de preocupaciones que la sociedad ha impuesto a la actividad productiva. Este es el caso, por ejemplo, del tema medioambiental en el sector minero, y de salud y medio ambiente en la producción de los sectores acuícola, de alimentos procesados y fruticultura. Ello refuerza la necesidad de que la ciencia apoye la generación de alternativas de producción que respondan a estas preocupaciones, y el hecho de que en la generación de conocimiento, sobre todo en las áreas fundamentales, existen sinergias importantes entre las demandas sociales y las productivas.

Una segunda constatación es que los requerimientos de los sectores para la ciencia de base están en el centro de sus desafíos de competitividad. Es decir, no contar con la investigación que se demanda puede significar que estos sectores dejen de ser competitivos en el mediano plazo. A modo de ejemplo, en la acuicultura, la sustentabilidad del sector está en jaque por los crecientes costos de alimentación de los salmónidos, lo que deriva de una mayor competencia por usos alternativos (biodiésel o consumo humano, por ejemplo) de los aceites que componen el 50% de los costos de la dieta de esta especie. En el mismo sector la investigación es fundamental para generar vías alternativas al uso de fármacos en el control sanitario, que pueden afectar tanto la productividad como la imagen del país. En el caso de la fruticultura, la investigación es clave por el incremento de las barreras fitosanitarias y técnicas en los mercados de destino y para desarrollar nuevas variedades para mantener la competitividad de este sector.

Diálogo para conformar programas de investigación. En todo caso, cualquier posibilidad de desarrollo de ciencia orientada a las demandas sectoriales supone que exista una vía para constituir dichas demandas y canalizarlas al mundo científico. Por ello, en los sectores de minería, alimentos procesados y fruticultura las recomendaciones apuntan a establecer programas o agendas de trabajo que deben ser elaborados conjuntamente por las empresas (productoras y exportadoras), las agencias privadas de I+D, las universidades y centros de I+D, y los organismos de fomento e investigación, y con fuerte rol coordinador del sector público.

En todos los sectores se recomienda además un diálogo activo con los científicos para definir los contenidos específicos que ordenarán la convocatoria de proyectos de investigación.

Se requieren más investigadores. La demanda por un mayor número de investigadores es crucial en los sectores de acuicultura y alimentos procesados, y responde a la necesidad de fomentar y mantener una actividad científica que asegure la capacidad de responder a los actuales y futuros requerimientos en materia de investigación y desarrollo. A modo ilustrativo, el estudio de competitividad señala que en el sector de acuicultura el nivel de I+D actual es insuficiente para desarrollar cultivos de especies nativas o para la adaptación de especies no nativas. Mientras tanto, en el sector alimentos se señala que los incentivos para investigadores no son consistentes con las necesidades de la industria, e incluso como consecuencia de esto último, que las temáticas de las tesis de postgrado están alejadas de las necesidades industriales. En ambos casos, el cierre de la brecha requiere el aumento del número de investigadores relacionados a los problemas industriales.