



Ciencia, tecnología e innovación en Chile a las puertas del siglo XXI

Jorge Yutronic*

Chile ha avanzado significativamente en los últimos veinte años en el ámbito científico-tecnológico, medido en términos de su propia historia y en comparación con otros países.

En este trabajo se presenta una versión general de esos avances y de la situación que ha alcanzado el país a comienzos del siglo XXI. Chile está hoy en una posición singular de su historia. Puede constituirse en un país desarrollado y en esa transformación, las actividades científico-tecnológicas y de innovación juegan un rol importante.

El plan de presentación de este trabajo es el siguiente:

1. Evolución y estado de la ciencia, la tecnología e la innovación (CTI) en Chile.
2. Instrumentos y políticas utilizadas en ciencia, tecnología e innovación.
3. Logros alcanzados.
4. Desafíos.



Evolución y estado de la ciencia, la tecnología y la innovación en Chile

Veremos a continuación algunos de los componentes y factores más relevantes que explican la situación actual de la ciencia, la tecnología e la innova-

* (Chile)

ción en Chile. Éstos se abordan desde una perspectiva macrosistémica, a fin de hacerla más comprensiva. Por la naturaleza de esta presentación, la exposición es general y no entra en detalles.

Marco económico y social

Chile ha tenido, y aún tiene algunas en proceso, transformaciones relevantes en su sistema económico-social. Estos cambios generan un contexto especial que hace más viable las actividades en ciencia, tecnología e innovación y la obtención de sus logros.

Economía abierta unilateralmente

Chile abrió, por su propia iniciativa, la economía, favoreciendo con esto la importación y exportación de productos y servicios. Aunque este proceso provocó en un principio crisis en muchas empresas, en particular por el método y la velocidad aplicados, acabó produciendo la reconversión de una parte importante del sistema productivo, y desarrolló progresivamente un empresariado orientado a lograr competitividad internacional.

La exportación se ha convertido en la meta de cualquier empresa importante o que pretende serlo. Paulatinamente, esta nueva actitud está dando paso a otra más evolucionada, que consiste en un incipiente proceso de internacionalización de algunas empresas.

Esta situación ha provocado una demanda importante de tecnología. Para competir apropiadamente en los mercados internacionales es necesario tener una tecnología comparable o superior a la de los competidores. Esto ha producido un flujo considerable de transferencia tecnológica desde las empresas de punta a nivel internacional, sobre todo en los sectores de recursos naturales (minería, energía, forestal, agropecuaria) y de servicios. Más recientemente ha comenzado una demanda por innovación para diferenciarse de los competidores en la oferta de productos y servicios.

Desregulación

Chile ha desregulado muchos sectores de la economía, aunque no todos, como una forma de promover la iniciativa emprendedora y la competencia, y con ello pretende buscar más eficiencia. Algunos ejemplos son: la energía eléctrica, las telecomunicaciones y la producción en todos sus ámbitos.

Este proceso provocó un reordenamiento de la actividad en los sectores afectados, lo que aumentó los niveles de inversión privada tanto chilenos como extranjeros, incrementó la variedad de las cadenas de valor y generó una oferta de productos y servicios renovados a la comunidad.

Como consecuencia, ha aparecido una demanda de nuevas profesiones tecnológicas y de innovación, principalmente para reducir costos y mejorar las ofertas diferenciadas, al tiempo que se han creado capacidades de transferencia tecnológica internacional.

Privatización temprana de mayoría de empresas estatales

Chile privatizó tempranamente la mayoría de las empresas estatales, con excepción de algunas que se consideraron de carácter estratégico (por ejemplo, CODELCO) o de otras cuyos procesos de privatización se percibieron como más difícil (ya sea por razones políticas o de mercado).

Este traspaso de activos estatales a empresarios chilenos y extranjeros tuvo consecuencias significativas: transformación en la gestión (más producción con menos personal), transformación en los mercados (libre iniciativa para abordar nuevos nichos o segmentos) y transformación en la inversión (atracción de inversiones y luego reinversión).

Una de las privatizaciones más relevantes fue la del sistema de previsión social, que devino en la creación de las administradoras de fondos de pensión.

Estabilidad de las reglas de juego

Los gobiernos chilenos han mantenido estable un conjunto básico de reglas de juego: equilibrio macroeconómico, libertad económica, certeza de marco jurídico y respeto de acuerdos internacionales. Esta estabilidad ha sido la clave para bajar los riesgos a la inversión y, por lo tanto, promover que éstas se hagan cada vez con horizontes de plazos mayores y con mayor contenido tecnológico.

Es decir, se observa una sustitución del riesgo país, que está a la baja, por la toma de riesgos propios de los negocios.

Aumento de ahorro interno y de capacidad de inversión

El ahorro interno del país ha subido de forma apreciable en los últimos veinte años, debido a tres factores: la acumulación de recursos de las personas en los sistemas de fondos de pensión (hasta convertirse en la principal forma de ahorro del país), la capitalización de las grandes empresas como consecuencia de los buenos resultados que han obtenido durante más de una década y la nue-

va actitud de la gente después de la crisis de los años ochenta (en el sentido de darse cuenta de que su destino depende de sí mismos).

Parte de este aumento en el ahorro se ha convertido en un aumento de la inversión. No obstante, poca de esta inversión es de carácter tecnológico, ya que se las percibe como más riesgosas que otras inversiones también rentables.

Apertura a la inversión extranjera

La apertura de la economía significó, entre otras decisiones, la atracción de inversión extranjera, para la cual se creó un estatuto especial. La inversión ha fluído directamente desde diversos países, principalmente de Estados Unidos, Canadá, España y varios países europeos. Esta inversión ha movilizado cuantiosos recursos hacia sectores productivos rentables a largo plazo y ha promovido la transferencia tecnológica internacional.

Inversión estatal focalizada en infraestructura, educación y lucha contra la pobreza

En un contexto en el que la inversión privada, chilena y extranjera, se hace cargo de la producción y comercialización de todo tipo de bienes y servicios, el Estado ha focalizado su inversión principalmente en el desarrollo de infraestructura, educación y lucha contra la pobreza.

En el desarrollo de infraestructura destacan las construcciones de carreteras y otras obras a través del sistema de concesiones, lo cual ha atraído inversión extranjera que se ha combinado con la local, enfatizando en la rápida transferencia tecnológica en el sector.

Respecto a la educación está en marcha un proceso de reforma de gran envergadura, que pretende superar limitaciones de cobertura y calidad. Esta reforma, que ha significado un aumento relevante del presupuesto estatal, demanda nuevos propósitos educacionales, métodos de enseñanza-aprendizaje, herramientas y currícula. Es decir, un nuevo tipo de necesidades tecnológicas cuyas características y alcances se están empezando a comprender.

En la lucha contra la pobreza, la inversión estatal es relevante, principalmente a través de una variedad de mecanismos asistenciales.

Economía orientada hacia el crecimiento económico

El sistema económico y la mentalidad imperante en el país están principalmente orientadas al crecimiento económico. Esta orientación, ampliamente compartida, se retrata en la convicción de que más crecimiento implica más y

mejor distribución de la riqueza, con el consiguiente impacto en el mejoramiento de la calidad de vida y superación de la pobreza. Los recientes acuerdos entre el Gobierno y las asociaciones empresariales están basados en este precepto (Agenda Pro-crecimiento).

Esta dinámica de crecimiento está provocando demanda por inversión e innovación.

Equilibrio macroeconómico

La búsqueda del equilibrio macroeconómico, como se ha dicho, ha producido una mayor predecibilidad de la situación económica y sus proyecciones, tanto en el mercado interno como en el comercio internacional. Esto ha disminuido la especulación en el mercado, orientando los recursos e inversiones hacia actividades productivas y generando valor genuino. Y con ello, más demanda de gestión, de tecnología y de personal calificado.

Baja inflación

La inflación ha bajado a niveles aceptables comparables a los de las economías desarrolladas. Esto ha posibilitado que la inversión se desplace desde activos fijos (por ejemplo, bienes raíces) hacia el desarrollo de negocios más intensivos en tecnología.

Promoción de la libre iniciativa

La actitud general de la población es la valorización progresiva de la iniciativa emprendedora personal. En general, el contexto es propicio para dar curso a estas iniciativas, a pesar de que todavía subsisten algunos hábitos burocráticos, tanto en el Gobierno como en las grandes empresas.

Algunos datos relevantes

Para comprender el estado general del país en el contexto del marco económico-social descrito en el apartado 1.1, es conveniente presentar algunos datos de interés de la situación y evolución chilenas.

- ◆ El promedio del crecimiento de PGB ha sido de al menos un 6% anual entre 1986 y 1998, y de algo más de un 2% anual entre 1999 y 2003.
- ◆ La población crece al 1,4% anual, aproximadamente, con una baja presión demográfica.

- ◆ La población de Chile es principalmente urbana desde hace muchos años: un 85,6% sobre un total de más o menos 15,5 millones de habitantes).
- ◆ El desempleo actual oscila entre el 8% y el 9%.
- ◆ La estructura productiva del año 2000 puede desglosarse en los siguientes porcentajes:
 - Agricultura : 11,4%.
 - Minería e industria: 37,5%.
 - Servicios : 51,1%.
- ◆ La industria manufacturera representa el 17,4% del PGB (49,9% en baja tecnología, 32,3% en tecnología media y 17,9% en industria basada en conocimiento).
- ◆ La cobertura educacional es, por niveles, la siguiente: 32,4% en el preescolar, 98,6% en la educación básica, 90% en la media y 27% en la superior.
- ◆ Los índices de alfabetismo alcanzan el 95,4%.
- ◆ Aproximadamente el 22% de la población, medido de acuerdo a los estándares internacionales, se ubica en la línea de la pobreza.
- ◆ La esperanza de vida es de 75,2 años.
- ◆ Aproximadamente el 50% de la población tiene telefonía fija y/o móvil.
- ◆ Más del 25% población tiene acceso a Internet.
- ◆ Las exportaciones representan cerca del 25% del PGB.

Transferencia tecnológica

Como consecuencia directa de las transformaciones económicas señaladas en las secciones anteriores, se produjo, y se sigue produciendo, una intensa transferencia tecnológica desde los países desarrollados hacia aquellas empresas en las que se precipitó la inversión en el país.

La transferencia tecnológica se ha centrado, especialmente, en equipamiento, infraestructura, servicios y personal calificado. En general, la asimilación de la tecnología extranjera ha sido fluida, de fácil adopción y dinámica. Más aún, en varios casos, principalmente en la minería, se han logrado mejoramientos de las tecnologías originales tanto en nuevas funcionalidades como en desempeños superiores.

La transferencia tecnológica es la principal forma de obtención de tecnología por parte de las empresas y del mismo Estado.

A continuación se presentan algunas de las principales características del proceso de transferencia tecnológica internacional hacia Chile.

Participación y competencia internacional de empresas locales: adquisición, adaptación y mejoramiento tecnológicos

Las grandes empresas chilenas están orientadas a la exportación y a una progresiva internacionalización en búsqueda de más mercados.

Para competir, han incorporado la tecnología avanzada ya existente en los mercados internacionales y que usan sus competidores. De esta manera lograron, primero, colocarse a la par de aquellas, y progresivamente, han comenzado a combinar transferencia tecnológica con innovación para diferenciar su oferta y bajar sus costos. Con ello, han ido evolucionando desde la adquisición de tecnología (compra) a la innovación, pasando por la adaptación y mejoramiento tecnológicos.

Cadenas y redes de valor en torno a los principales sectores productivos (minería, forestal, frutícola, acuícola, agroindustria, construcción y otros): desarrollo de proveedores

Los diferentes sectores productivos más relevantes del país utilizan servicios externos, incluso para los servicios que antes eran internos. Esto ha provocado un desarrollo de proveedores en la cadena de valor, un cierto *clustering*, lo que ha posibilitado la transferencia de las tecnologías a empresas más pequeñas en un amplio espectro de funciones productivas y de servicios.

Inversión extranjera en el país: efecto «modelo de referencia», desarrollo de proveedores

La inversión extranjera ha movilizado muchos recursos hacia la transferencia tecnológica, ya que la combinación dinero + gestión + tecnología ha sido la clave para sus operaciones en Chile.

De esa manera, varias de las inversiones se han constituido en modelos de referencia para la empresa local (por ejemplo, introducción y masificación de la telefonía celular; producción minera más eficiente y sustentable; servicio de atención al cliente).

Inversiones públicas: aumento y desarrollo de estándares

La inversión pública, o al menos una parte importante de ella, ha elevado los estándares tecnológicos tanto en su propia operación como en su relación con los proveedores, usuarios y otros asociados. Esto se manifiesta, por ejemplo, en el sistema de declaración de impuestos por Internet o en la transformación del sistema vial a lo largo del país.

Asociaciones público-privadas

Han empezado a desarrollarse cierto tipo de asociaciones público-privadas, como por ejemplo las concesiones para la construcción de carreteras. Este mecanismo se proyectará, probablemente, a otros ámbitos en los que el Estado requiere de la participación privada en forma complementaria.

Movilidad de profesionales (formación y trabajo)

El proceso de apertura económica ha provocado tanto los viajes de ingenieros y profesionales chilenos a los países con tecnologías avanzadas, como la venida a Chile de ejecutivos y profesionales de otros países. Así mismo, cada vez más chilenos hacen sus estudios de posgrado en universidades punteras a nivel internacional, teniendo acceso a los mejores estándares educacionales en diversos campos. Por otra parte, la diáspora chilena de profesionales de las generaciones anteriores, producida tanto por razones políticas como económicas, se ha mantenido vinculada a los procesos locales. Todo ello ha provocado la emergencia de una clase profesional y ejecutiva con fuerte orientación internacional y creciente capacidad de migración, aunque todavía insuficiente para los requerimientos de la globalización intensa.

En los últimos años, han llegado al país profesionales de diversos países de la región, lo que está empezando a producir una clase profesional mixta.

I+D e innovación

La investigación estuvo durante muchos años poco vinculada a la actividad productiva y empresarial, lo cual es característico de muchos países insuficientemente desarrollados.

No obstante, en los noventa se produjo un punto de inflexión. Por una parte, las empresas empezaron a invertir en I+D y las universidades crearon capacidades para realizar proyectos de I+D con las empresas. A esto se unió la inversión estatal que fomenta el vínculo entre empresas y universidades, catalizando el proceso. Esto está dando lugar, en el Chile de hoy, a una renovación y profundización de los fenómenos de I+D.

A continuación se presentan algunas características de este proceso de evolución de la I+D e innovación en Chile.

Aumento de la inversión en I+D

La actividad de investigación académica en las universidades tiene ya tradición en Chile, aunque no ocurre lo mismo con el desarrollo tecnológico. No obstante, dicha actividad era posible gracias a la iniciativa de los científicos en forma aislada. A comienzos de los años ochenta se creó el Fondecyt lo que dio un fuerte impulso a la investigación, proveyendo recursos a los investigadores en una base amplia de disciplinas científicas. A comienzos de los noventa se crearon dos fondos, Fondef y Fontec, que habrían de tener gran importancia en el desarrollo de la I+D con impacto económico-social y en la innovación tecnológica empresarial. Hacia fines del siglo xx, el Gobierno creó otros fondos de carácter más específicos. Desde la perspectiva privada, las grandes empresas están invirtiendo cada vez más recursos para mejorar tecnologías e innovar.

En términos generales, el nivel de gasto en I+D alcanza el de 0,68% del PGB (aproximadamente 75% estatal y 25% privada).

La inversión en I+D e innovación ha aumentado en los últimos quince años tanto en valor monetario como en porcentaje del PIB.

Algunas de las características que destacan en este proceso son:

- ◆ Los avances más notables son los de la investigación básica, en menor medida en investigación aplicada y escasos en desarrollo tecnológico, aunque estos últimos han comenzado a aumentar.
- ◆ Las universidades son todavía las principales ejecutoras, pero en algunos sectores, como minería, la actividad empresarial está creciendo.

Aumento de la cantidad y calidad de científicos y tecnólogos: formación y ejercicio

La cantidad, variedad y calidad de los científicos y tecnólogos ha comenzado a aumentar, como consecuencia de los programas de formación en el

país, la formación en el extranjero y las posibilidades reales de realizar proyectos de I+D de mayor envergadura y permanencia en el tiempo.

Aumento significativo de la vinculación universidad-empresa: algunos casos exitosos

La vinculación entre universidad y empresa ha dado un salto dramático en los años noventa. En el ámbito de los recursos naturales (minería, metalurgia, agronomía, acuicultura, forestal) se ha transformado en una práctica habitual en las universidades la actividad científico-tecnológica para abordar temas de importancia productiva (por ejemplo, el mejoramiento de la calidad o el aumento de la eficiencia). Varias universidades han formado unidades para apoyar a sus investigadores a formular y realizar proyectos de I+D y transferir los resultados al mercado. En otros sectores, no obstante, la vinculación universidad-empresa es todavía esporádica.

Contribución de los institutos tecnológicos

Los institutos tecnológicos chilenos han hecho un esfuerzo perseverante pero, en general, no han podido crecer para alcanzar y superar los umbrales de capacidades críticas para ser jugadores relevantes en la actividad tecnológica. El Estado chileno se ha orientado más a aumentar la eficiencia de los institutos y su relación con el mercado, que a promover su desarrollo competitivo en una economía global. En ese contexto, los institutos tecnológicos han hecho algunas contribuciones relevantes; entre ellos destacan INIA y Fundación Chile. La Fundación Chile, a través de la combinación de transferencia tecnológica e innovación, ha desarrollado nuevas empresas y nuevos mercados.

Emergencia de las empresas tecnológicas y de los emprendedores en tecnología

En la medida en que se desarrollan las empresas exportadoras que participan activamente en los mercados internacionales y que se moderniza el Estado chileno, aparecen y se desarrollan empresas tecnológicas. Esto ocurre en las tecnologías de software, en la mecánica, la electrónica, en la gestión y, más recientemente, en la biotecnología.

Al principio, estas empresas tecnológicas son nuevos proveedores de las empresas grandes de un sector determinado. Luego, logran «productizar» su oferta y llevarla a otros mercados. Poco a poco se levanta, de esta manera, una actividad empresarial de carácter tecnológico.

Capital humano

Desde comienzos de los noventa hasta ahora se ha producido un aumento considerable del volumen de la educación en Chile, en particular de la educación universitaria, que se ha más que duplicado en ese período. Así mismo, ha aumentado la variedad y cantidad de las carreras profesionales.

Por otra parte, el ejercicio laboral en empresas en transformación que abordan nuevos desafíos en los mercados, ha producido un aumento del conocimiento a través tanto de *on the job training* como de la capacitación formal, parte de la cual es financiada con el apoyo de SENCE. Esto significa un aumento significativo del capital humano calificado.

En síntesis, es posible destacar los siguientes factores relevantes en la formación reciente de capital humano en Chile:

- ◆ Aumento significativo de la profesionalización.
- ◆ Aumento, aunque todavía parcial, de los posgraduados.
- ◆ Aumento relevante de la experiencia y *on the job training*.
- ◆ Aumento de la capacidad de emprendimiento.
- ◆ Capacidad innovadora en acción, pero todavía de alcance limitado.

Capital financiero

Los recursos financieros han estado disponibles en Chile, aunque con algunos altibajos producto de las crisis internacionales y sus consecuencias locales. La afluencia de recursos se explica por la inversión extranjera, el ahorro interno, la sanidad fiscal y los resultados positivos de las grandes empresas.

Esta liquidez en un sector de la economía chilena contrasta con la situación crítica de varios ámbitos de las PYME que no han logrado adaptarse todavía al contexto competitivo internacional. En todo caso, el mercado financiero local se ha ido constituyendo como uno de los más completos de la región.

A continuación se presentan algunas características interesantes del proceso de formación de capital financiero recientemente en Chile.

Aumento relevante de la inversión pública (instrumentos horizontales y verticales)

Desde el punto de vista de la ciencia, la tecnología y la innovación, lo más destacado en el ámbito financiero ha sido la creación de fondos concursables por parte del Estado chileno. Estos han permitido financiar en forma sostenida una cantidad apreciable de proyectos de calidad a impacto, permitiendo apalancar recursos de fuentes privadas y generar confianza para nuevas inversiones privadas

Aumento del capital privado para inversión

El capital privado para inversión en ciencia, tecnología e innovación ha comenzado a desarrollarse. Primero como capital para financiar I+D en algunas de las grandes empresas, pero simultáneamente comenzó a generarse un pequeño espacio para invertir en proyectos «sin historia» a través de entidades precursoras de capital de riesgo o «capital ángel».

No obstante, este incipiente proceso de inversión privada en I+D, está lejos todavía de alcanzar un nivel razonable de acuerdo a las necesidades del país o de los estándares de las economías de los países desarrollados.

Escaso capital de riesgo

Pese a la mayor amplitud y profundización que está logrando el mercado financiero local y a los esfuerzos por ofrecer capital de riesgo para proyectos emergentes, todavía no se ha desarrollado el mercado de capital de riesgo. La restricción parece residir en que los proyectos formulados hasta ahora no tienen la suficiente rentabilidad, ya que los mercados abordados resultan pequeños con relación a aquellos a los que están acostumbrados los fondos internacionales de capital de riesgo.

Aumento del capital institucional, pero de difícil acceso para ciencia, tecnología e innovación

El capital de las instituciones ha aumentado, sobre todo el disponible por las AFP. No obstante, todavía no puede financiar actividades en ciencia, tecnología e innovación, debido a los bajos niveles de riesgo con que son administrados esos fondos y a la percepción de mayor riesgo de estas actividades.

Nueva ley de mercado de capitales

Como consecuencia de la asimetría señalada, en el sentido de que en la economía chilena hay recursos para inversión pero que no fluyen hacia la ac-

tividad de ciencia, tecnología, innovación ni hacia los nuevos emprendimientos tecnológicos, el Gobierno ha formulado un nuevo proyecto de ley para mejorar el mercado de capitales y dinamizar con ello la inversión en proyectos empresariales tecnológicos. Este proyecto de ley está en proceso de aprobación.

Inexistencia de instrumentos de incentivos tributarios para I+D

En Chile no existen instrumentos de crédito tributario para que las empresas puedan recuperar parte de sus gastos de I+D. Aun cuando se ha estudiado esta posibilidad, el Gobierno no ha decidido aún elaborar un proyecto al respecto, principalmente debido a la poca selectividad del instrumento y la posible elusión tributaria por parte de los beneficiarios.

No obstante, existe una ley de crédito tributario para fines educacionales que eventualmente ha sido utilizada con fines de I+D.

Capital social

El capital social, entendido como la institucionalidad y organización de la sociedad chilena para abordar su desarrollo y proveer bienestar a la población, ha aumentado. Chile ha contado desde el origen de la república con un ordenamiento gubernamental orientado al servicio público. En los últimos años esta orientación se ha complementado con el fortalecimiento y autonomía de ciertas instituciones, como el Banco Central. También se ha expresado un fortalecimiento del Poder Judicial.

Entre los principales rasgos que configuran la formación en Chile de capital social destacan:

Estabilidad socioeconómica

La búsqueda de la estabilidad socioeconómica se ha convertido en una aspiración ciudadana, además de ser un objetivo político y económico.

En general, todos los actores sociales, incluso los discrepantes con el sistema económico, contemplan el estado de derecho como medio para arbitrar sus diferencias.

Libertad para emprender y asociarse

La libertad para emprender y asociarse esta consagrada en la vida pública del país. Es la base para la renovación socioeconómica y así lo entiende la mayoría de la población.

Burocracia remanente

A pesar de los avances en la modernización del Estado, subsiste una cierta burocracia para dar curso a la constitución de empresas u obtener ciertos permisos para operar (por ejemplo, evaluaciones para cumplir con las normativas ambientales). No obstante, se están haciendo esfuerzos de desburocratización.

Nueva ley de propiedad intelectual

El tema de la propiedad intelectual en Chile ha sido objeto de debate en los últimos años a causa del desajuste entre su importancia en los procesos de inversión e innovación, por una parte, y la poca actividad para patentar tanto en las empresas como en las universidades locales. Hay un consenso creciente en que Chile debe dotarse de una nueva ley (actualmente en el Parlamento), que le permita aumentar su capacidad para patentar en diversas entidades y crear un ambiente más propicio para aumentar la actividad innovadora.

Institucionalidad confiable

La institucionalidad chilena es, en general, confiable para las entidades y los ciudadanos. Tiene un buen nivel de probidad de acuerdo a los estándares internacionales, a pesar de algunos hechos recientes que la han puesto a prueba.



Instrumentos y políticas utilizadas en ciencia, tecnología e innovación

Políticas implícitas

El principal medio para organizar la actividad en ciencia, tecnología e innovación en Chile han sido las políticas implícitas, manifestadas a través de los mecanismos de asignación de recursos por parte del Gobierno (fondos concursables). La preponderancia de las políticas implícitas se debe a la dificultad y falta de motivación para definir políticas explícitas durante los noventa. La dificultad está asociada a la solución del siguiente problema: ¿quién es capaz de elegir los temas o sectores ganadores? Resolver este problema ha dado lugar en muchos países a debates y tensiones entre actores y sectores. Por ello, el tratamiento a través de políticas implícitas permitió iniciar con fuerza la acción de inversión estatal sin gastar excesivo tiempo en debates que pudieron haber sido paralizantes.

A continuación se detallan algunas de las políticas implícitas.

Prioridades determinadas a través del mercado

Las prioridades en ciencia, tecnología e innovación no son establecidas por el Estado, ya que se opta por hacer el sistema activo y que se exprese a partir de sus diversas iniciativas, esto es, del mercado en acción.

A través de los diversos fondos concursables, el Gobierno convoca con bases amplias —promoviendo así la participación— y los postulantes definen los temas. Estos fondos concursables han tenido éxito por la transparencia, la libre concurrencia y la búsqueda de eficiencia.

Naturalmente, este criterio apoya de forma especial a aquellas entidades que ya tienen alguna capacidad en ciencia, tecnología e innovación, y limita la aparición de otros.

Iniciativas privadas (personas, universidades, empresas)

Como consecuencia de la preponderancia del mercado, al menos en la fase inicial, prevalece una prevalencia de la iniciativa privada tanto de personas, como de universidades o de empresas. Estos formulan proyectos, eligiendo los temas y los objetivos y asociándose entre sí, y luego concursan por los recursos que asigna el Gobierno sobre una base competitiva y de libre concurrencia. Por ello, la acción de estas entidades resulta determinante en la selección de los temas, la organización de quienes ejecutan los proyectos y la forma en que se asignan los recursos.

Combinación de calidad, relevancia y pertinencia (impacto)

Las convocatorias de concursos gubernamentales en ciencia, tecnología e innovación buscan impactos, entendiendo por esto a una cierta combinación de factores científico-tecnológicos y económico-sociales.

El impacto es, a su vez, una síntesis de tres factores relevantes en la actividad científico-tecnológica a escala mundial: calidad (contribución al avance de la ciencia y la tecnología), relevancia (contribución a la resolución de un problema importante) y pertinencia (contribución a atender un tema válido en el entorno local).

Pocas y limitadas políticas sectoriales en ciencia, tecnología e innovación

Dado el éxito de los criterios implícitos y transversales en las convocatorias públicas, la mayoría de los esfuerzos han estado concentrados en ellos.

Por lo tanto, pocas han sido hasta ahora las iniciativas sectoriales. Entre ellas, la más relevante es aquella del programa que financia proyectos de innovación agropecuaria (FIA).

Énfasis en el fortalecimiento de las capacidades

Los proyectos que se realizan en ciencia, tecnología e innovación en Chile tienden más a fortalecer las capacidades existentes, que a crear nuevas. Por consiguiente, el sistema de ciencia, tecnología e innovación chileno ha ido profundizando las líneas de I+D en vez de abrir nuevas líneas totalmente diferentes. Esto posibilita avanzar en los campos vigentes a mayor velocidad, pero limita la apertura de otros nuevos.

Políticas explícitas

Chile tiene pocas políticas explícitas en ciencia, tecnología e innovación. No obstante, de forma creciente ha empezado a definir las, principalmente a partir de la experiencia ganada en la gestión de los fondos concursables.

A continuación se describen algunas de ellas.

Inversión pública focalizada en proyectos que realizan los actores (universidades, empresas, institutos tecnológicos)

Los ejecutores de los proyectos científico-tecnológicos y de innovación han de ser las empresas, las universidades, los institutos tecnológicos y las personas. El Gobierno prescinde de ser ejecutor y asigna recursos a las entidades a través de convocatorias informadas y competitivas.

Proyectos autosostenibles

Los proyectos deben intentar autosostenerse en el tiempo, considerando el aporte fiscal como un capital base pero no exclusivo. Por consiguiente, las entidades deben desarrollarse para captar otros recursos o generarlos a través de sus propias actividades.

Formación y fortalecimiento de capacidades

Las inversiones fiscales buscan, ya sea en forma directa o subsidiaria, la formación de capacidades y, sobre todo, el fortalecimiento de los existentes.

Financiamiento directo y de banca internacional

El financiamiento de los proyectos se efectúa a través de los recursos fiscales y de los créditos del Banco Mundial y del Banco Interamericano de Desarrollo. Esta combinación permite disponer de recursos crecientes y orientar ciertos programas a través de contratos con los organismos internacionales.

Instrumentos horizontales

La mayoría de los instrumentos de financiamiento estatales son de carácter horizontal, es decir, los temas los ponen las entidades que participan y las agencias gubernamentales que convocan plantean reglas apropiadas para los propósitos generales, la competencia, la evaluación y los contratos resultantes.

He aquí una relación de los principales instrumentos de carácter horizontal.

Programas de formación e inserción

Existen varios programas de formación, entre los que destacan las becas para estudios de posgrado en Chile y en el extranjero. Así mismo, está en gestación un programa para la inserción laboral de doctorados.

I+D básica: Fondecyt

El Fondecyt (CONICYT) financia proyectos que realizan las investigaciones en cualquier ámbito del conocimiento, basándose sólo en el criterio de calidad medido con patrones internacionales.

Redes de centros de excelencia: Fondap y Milenio

Existen dos instrumentos, Fondap (CONICYT) y Milenio, que promueven la formación y operación de centros de excelencia en un campo determinado del conocimiento (por un período de 5 a 10 años).

I+D precompetitiva: Fondef

Fondef financia proyectos de I+D que realizan universidades e institutos tecnológicos asociados con empresas, principalmente en el ámbito de las tecnologías precompetitivas, buscando un alto impacto socioeconómico. Estos proyectos se realizan en diez áreas diferentes: minería, agropecuaria, pesca y acuicultura, forestal, agua y energía, infraestructura, manufactura, infocomunicación (tecnologías de la información y comunicaciones), salud y educación.

I+D competitiva: Fontec

La innovación tecnológica en las empresas, así como el desarrollo de cierto tipo de infraestructura tecnológica en ellas, es fomentado y financiado por Fontec (CORFO). Estas innovaciones pueden ser en productos, procesos o servicios.

I+D interés público, empresarizable y capital semilla: FDI

El FDI (CORFO) financia proyectos asociativos, empresarización de resultados de proyectos de I+D y capital semilla para nuevos emprendimientos y apoyos para la incubación de empresas.

Apoyos a la innovación en la empresa

La CORFO dispone de una batería de instrumentos específicos para apoyar a las empresas en diferentes etapas del proceso innovador (financiamiento para consultorías profesionales, estudios de mercado, planes de negocios, asociatividad entre empresas, exportación y otros).

Atracción de inversión en alta tecnología: PAT CORFO

El PAT (CORFO) financia incentivos para atraer inversión en alta tecnología, principalmente en los campos de las tecnologías de la infocomunicación.

Difusión y valoración de la ciencia y la tecnología: EXPLORA

El programa EXPLORA (CONICYT) financia actividades de divulgación y valoración de la ciencia y la tecnología, principalmente en la comunidad educativa.

Mejoramiento de la calidad de la educación superior: MECESUP

El programa MECESUP (Ministerio de Educación) financia proyectos de las universidades y otras instituciones de educación superior principalmente para mejoramiento de la docencia y desarrollo de infraestructura (laboratorios, bibliotecas, etc.).

Mejoramiento de la educación para el trabajo: Programa Chile Califica

El programa Chile Califica (ministerio de Educación, de Economía y de Trabajo y Previsión) financia proyectos de desarrollo de competencias de diferentes tipos en la población adulta para incrementar su capacidad laboral.

Programa regional del CONICYT

El programa regional del CONICYT financia el desarrollo de centros que den identidad científico-tecnológica a la región respectiva, con la participación de universidades, empresas y otros actores relevantes.

Instrumentos verticales

Los instrumentos verticales que utiliza Chile son aquéllos en los que los objetivos generales de los proyectos son establecidos en las respectivas convocatorias. Naturalmente, estos objetivos son suficientemente amplios como para generar un espacio creativo y competitivo entre los participantes.

A continuación se enumeran los instrumentos principales.

I+D e innovación agropecuaria: FIA

El FIA (Ministerio de Agricultura) financia proyectos de innovación en cualquier ámbito de la actividad agropecuaria.

Investigación en pesca: FIP

El FIP (Ministerio de Economía) financia investigaciones y estudios sobre los recursos pesqueros y acuícolas.

Programa Genoma Chile

El Programa Genoma Chile (CONICYT, CORFO, FIA) financia proyectos de I+D en genómica y sus aplicaciones en el ámbito de los recursos naturales.

Acuerdos con asociaciones de observatorios astronómicos internacionales

Aunque no es un instrumento como los otros, los acuerdos con asociaciones de observatorios internacionales localizados en Chile posibilitan el acceso de la comunidad científica chilena (en particular, la astronómica) a esos recursos.

Programa Acuicultura Mundial

El programa Acuicultura Mundial (CONICYT) financia proyectos de I+D y redes asociativas entre instituciones para acelerar el desarrollo científico-tecnológico y la innovación en el campo de la acuicultura.

Tecnologías de infocomunicación aplicadas a la educación: TIC-EDU (CONICYT y CORFO)

El programa TIC-EDU (CONICYT y CORFO) financia proyectos de I+D y capacidades tecnológicas para acelerar el desarrollo del uso de las tecnologías de infocomunicación en la educación.

Programa Marea Roja

El Programa Marea Roja (CONICYT, CORFO) financia proyectos de I+D y de otro tipo para mitigar los efectos de la marea roja en la producción pesquera y la salud humana.

Ciencia y tecnología en salud: FONIS

Está en formación un nuevo programa denominado FONIS (CONICYT, Ministerio de Salud) destinado a financiar la investigación en el área de la salud.

Mecanismos de gestión

Acompañando a los instrumentos horizontales y verticales hay algunos mecanismos de apoyo a la gestión del sistema científico-tecnológico y de innovación chilena. Entre ellos se destacan los siguientes:

Programa SICTI

El programa SICTI (CONICYT), que está actualmente en desarrollo, proveerá un sistema integrado que contendrá la información de los científicos, tecnólogos, proyectos, instituciones y resultados de los proyectos.

Directorios de fondos y programas

Los directores de los fondos y programas constituyen un activo relevante de coordinación y dirección del sistema científico, tecnológico y de innovación de Chile.

Metodología de evaluación, seguimiento y ejecución

Las metodologías de evaluación, seguimiento y control de proyectos son un conjunto de mecanismos tendentes a apoyar la gestión de los proyectos.



Logros alcanzados

A continuación se presentan los principales logros alcanzados en el desarrollo de las actividades en ciencia, tecnología e innovación.

Buena capacidad de formulación y ejecución de proyectos

En Chile se ha desarrollado una buena capacidad para la gestión de proyectos en un amplio contexto (formulación, evaluación, ejecución). Este avance es consecuencia de un esfuerzo académico de formación de personas y de una práctica diligente en empresas e instituciones que utilizan el concepto de proyecto como un instrumento central de su gestión.

Esta capacidad de gestión de proyectos puede ser utilizada para abordar la mayoría de los tipos de problemas y oportunidades que tiene el país actualmente, aunque no todos.

Capacidades y recursos suficientes para producir casos exitosos de I+D, innovación y desarrollo de negocios tecnológicos en algunos ámbitos

Las capacidades y recursos existentes en Chile son suficientes para producir casos exitosos de I+D e innovación y su impacto en la introducción de nuevos productos en el mercado, pero sólo en algunos ámbitos que alcanzan el umbral de desarrollo. Por supuesto, estos recursos no son suficientes para abordar todos y cada uno de los problemas y oportunidades, pero permiten superar algunas limitaciones típicas del desarrollo de la innovación en una sociedad. Esto produce un efecto demostrativo y posibilita la emulación de otras personas catalizando el «contagio».

Capacidad de ciertas instituciones, empresas y grupos para mantener sus líneas de trabajo en I+D en el tiempo

En el pasado, las instituciones desarrollaban proyectos de I+D, pero sólo esporádicamente podían darle continuidad a sus líneas de trabajo. Hoy es frecuente observar que algunas universidades, empresas e institutos tecnológicos ejecutan y profundizan sus líneas de I+D en el tiempo, aumentan las capacidades y experiencias de sus investigadores y profesionales y, con ello, mejoran y potencian sus resultados. Este proceso está generando más confianza y un efecto demostrativo, lo cual despierta el afán de emulación en otros grupos. Así mismo, posibilita abordar iniciativas de largo plazo.

Vinculación efectiva universidad-empresa en I+D

La vinculación universidad-empresa ha aumentado significativamente en calidad, cantidad y variedad, en los ámbitos en que los grupos de I+D universitarios alcanzan las capacidades críticas y las empresas demandan más tecnologías por efecto de la competencia internacional (esto es particularmente relevante en los diversos campos de los recursos naturales). No obstante, en otros ámbitos la colaboración universidad-empresa es todavía escasa; pero el camino ya está establecido para que esto se resuelva.

La actividad en I+D colaborativa está permitiendo abordar oportunidades y problemas de una forma más creativa y anticipada, con la adecuada concurrencia de la transferencia tecnológica internacional.

Maduración del modelo de la Fundación Chile

La Fundación Chile desarrolló un modelo que combina la transferencia tecnológica internacional con I+D local, y que está orientado a introducir innovación tecnológica en el mercado. Con ello ha tenido varios éxitos, entre los cuales destaca el de la cría del salmón. Este modelo se ha ido elaborando y refinando tanto para ser aplicado a varios ámbitos como para aumentar su retorno económico-social. De esta manera constituye una herramienta importante para abordar nuevos desafíos en el desarrollo de Chile.

Creciente cooperación internacional

Chile ha tenido durante muchas décadas instancias de cooperación en ámbitos científicos y tecnológicos, aunque han estado confinados a pocas personas y entidades. Durante la década de los noventa, esta cooperación aumentó de forma relevante, como consecuencia de la progresiva inserción internacional de la economía chilena (principalmente en la forma de intercambio de profesionales y transferencia tecnológica), lo cual ha posibilitado la suscripción de acuerdos de libre comercio con la Unión Europea, Estados Unidos y otros países.

Nuevos emprendimientos

De forma natural y espontánea se han empezado a observar nuevos tipos de emprendimientos que tratan de superar la actividad concentrada en la obtención de renta de los recursos naturales. Los servicios ya son muy importantes y representan aproximadamente el 50% del producto del país. Este se refleja en la aparición de nuevas unidades de negocios altamente profesionalizados en las grandes empresas y en las PYME. Este tipo de nuevos emprendimientos son precursores de nuevos avances empresariales en algunos campos tecnológicos.

Inversión extranjera en tecnología

Como consecuencia del creciente grado de madurez de la economía chilena y de la mayor capacidad de gestión y profesionalización de las empresas locales, así como de las condiciones favorables del país, se ha estado desarrollando de forma incipiente un proceso de atracción de inversión extranjera en tecnología. En la medida que este proceso se consolide y profundice, se podrá desarrollar en el país uno o más polos tecnológicos.

Incorporación de tecnología de clase mundial en procesos productivos en recursos naturales

Las empresas chilenas han incorporado exitosamente en sus procesos productivos tecnología de clase mundial, lo cual ha ayudado a alcanzar altos grados de madurez en el sector de recursos naturales. Esta transferencia y adopción tecnológica ha posibilitado la modernización de empresas y su competitividad internacional.

Programas tecnológicos de punta

El avance en I+D científico-tecnológico en diversos campos ha permitido que en alguno de ellos Chile pueda realizar proyectos y programas de punta. Entre ellos destacan los de biotecnología (por ejemplo, en recursos naturales renovables y biominería).

Aprendizaje en la combinación de tecnología, gestión y negocios

Muchos profesionales, tanto en empresas como en otras instituciones, han aprendido a combinar tecnología, gestión y negocios. De esta manera, están en posición de crear valor relevante. Esto posibilita el aumento progresivo de la innovación y el desarrollo de nuevos mercados.

Buenos indicadores internacionales en competitividad

Diferentes organizaciones internacionales han calificado a Chile con una alta posición en los *rankings* de competitividad (por ejemplo, la Universidad de Harvard, IMD). Destacan los factores de gobierno y apertura de la economía, pero la calificación en tecnología es baja (debido principalmente a insuficiencias en la actividad tecnológica en las empresas). Esta alta valoración en competitividad (puesto 27 a nivel mundial y 1 en América Latina) ratifica las iniciativas emprendidas y constituye una base para promover la asunción de nuevas iniciativas más audaces.

Buenos indicadores internacionales en atracción de inversiones, capacidades y talentos

Chile ha alcanzado buenos niveles en la atracción de inversiones, lo cual queda demostrado en la minería, la energía, las telecomunicaciones, la infraestructura y otros campos. Esto queda reflejado en ciertos *rankings* internacionales.

Efectividad de instrumentos financieros para orientar a los actores

Los instrumentos financieros que utiliza el Gobierno permiten orientar las actuaciones de las diferentes entidades. Esto se debe tanto a la credibilidad de quienes convocan como a la adaptabilidad de las entidades.

Por consiguiente, estamos en presencia de un activo: la capacidad social de instalar reglas de organización de los actores a través de los mecanismos financieros.

Responsabilidad gubernamental y de los actores para cumplir los compromisos financieros

El Gobierno chileno ha logrado realizar un riguroso cumplimiento de sus compromisos financieros con las instituciones y empresas con las cuales ha suscrito contratos para efectos de I+D y desarrollo de capacidades científico-tecnológicas. Algo similar ocurre con el cumplimiento por parte de universidades y empresas. Todo esto configura un ambiente de credibilidad financiera, que resulta clave para asumir desafíos mayores.



Desafíos

Chile ha avanzado en la construcción de su sistema de ciencia, tecnología e innovación y en la obtención de sus frutos para el beneficio del pueblo. No obstante, los desafíos para enfrentar la tarea de la construcción de un país desarrollado son muchos y variados.

A continuación se detallan los principales desafíos que Chile debe asumir para profundizar su sistema de ciencia, tecnología e innovación.

Aumentar la cantidad de científicos y tecnólogos activos

Si se mide respecto de sus necesidades de progreso o se compara con los indicadores de los países desarrollados (por ejemplo, medido per cápita es

aproximadamente un quinto de los de Japón) se concluye que Chile posee pocos científicos y tecnólogos activos. Por consiguiente, es fundamental aumentar la población de estos especialistas tanto a través de la formación como de atracción de personal ya formado.

Aumentar la innovación tecnológica

Aunque las personas en Chile son, en general, emprendedoras y asumen iniciativas para enfrentar los desafíos, la actitud es más bien conservadora. Esto parece una contradicción, pero no lo es. Las empresas, por ejemplo, tienden más a participar en mercados maduros que en mercados nuevos. Por lo tanto, hay creación de valor pero es de alcance limitado. De ahí la importancia de aumentar la innovación tecnológica como mecanismo para crear mayor valor, principalmente en mercados de alto potencial de crecimiento.

Aumentar la inversión privada (empresarial) en I+D

La inversión privada en I+D es determinante en los países desarrollados, pero en Chile es todavía escasa. Es necesario aumentarla en forma significativa tanto para producir mayor volumen de actividad, como de creación de valor y pertinencia. No es una tarea fácil, ya que las principales estructuras productivas del país están concentradas en el procesamiento de recursos naturales, ámbitos de baja demanda de I+D también a nivel internacional.

Incrementar la actividad empresarial en negocios tecnológicos y de valor agregado

Los negocios tecnológicos son una pieza clave en el tejido empresarial, ya que articulan las cadenas de valor entre diferentes sectores de la economía produciendo bienes y servicios de mayor calidad y menor costo relativo. Así mismo, es una de las bases para la internacionalización de la economía.

Este tipo de emprendimiento es todavía escaso e insuficiente en Chile, pero ya ha comenzado a desarrollarse, principalmente como proveedor de grandes empresas.

Acelerar la modernización estatal

Un estado moderno, organizado de acuerdo a las mejores prácticas de gestión y organización, permite dinamizar la economía, renovar las instituciones y crear un ambiente más propicio para el avance del conocimiento y la creación de valor a partir de ello.

Chile ha avanzado en algunos ámbitos de la modernización estatal, pero quedan todavía muchos otros (por ejemplo, en gestión de la salud y de la educación) en los cuales la renovación producirá importantes beneficios.

Internacionalizar la actividad de I+D e innovación

La internacionalización de los procesos de I+D y de innovación permite acceder a nuevos mercados y disminuir los costos de productos y procesos. Por consiguiente, aumentan los impactos y la competitividad.

Chile se ha empezado a exponer estos procesos, pero todavía está prácticamente todo por hacer en lo que se refiere a internacionalización de la propia actividad en ciencia, tecnología e innovación.

Asegurar la inserción en el programa de Ciencia y Tecnología de la UE

Chile ha suscrito acuerdos de libre comercio y de integración económica con Estados Unidos, la Unión Europea y otros países. En ese contexto, cobra particular importancia la participación de universidades y empresas chilenas en el VI Programa Marco de la Unión Europea en Ciencia y Tecnología, el cual está orientado principalmente a aumentar la competitividad de esa alianza.

Esta participación constituye un desafío notable para Chile, pues lo lleva a competir y cooperar con instituciones de nivel mundial.

Contribuir efectivamente a la transformación económica y el desarrollo de suficiente riqueza y bienestar

Aun cuando hay una actividad razonable y progresiva de I+D e innovación orientada a crear riqueza y bienestar, ésta resulta todavía insuficiente para cubrir las necesidades de la población, ya que ámbitos a los que todavía no llega con suficiente fuerza (por ejemplo, en la lucha contra la pobreza).

Este es un desafío central para las personas, empresas y universidades y para toda la sociedad en su conjunto.

Desarrollar mecanismos de financiamiento de consorcios

Es conveniente promover la formación de consorcios de diversa naturaleza (universidades-empresas, público-privadas, etc.) para apalancar capacidades y recursos, y lograr así mayores impactos. Desde esta perspectiva, es importante encontrar mecanismos para financiarlos efectivamente.

Consolidar los instrumentos financieros existentes

Existen en Chile varios instrumentos estatales de financiamiento de la actividad científico-tecnológica y de innovación. La cantidad y variedad de instrumentos es consecuencia del empuje y dinamismo del Gobierno en invertir a través de sus diversas agencias. Pero ello también produce fragmentación en el sistema. Por consiguiente, es conveniente articular e integrar estos instrumentos para generar mayor coherencia e impacto.

Desarrollar el mercado de capitales, en particular el capital de riesgo y los valores

Existe en Chile una brecha de capital en el financiamiento científico-tecnológico y de innovación, en particular en lo que se refiere a capital de riesgo, el cual resulta hoy insuficiente en cantidad y calidad. Así mismo, hay un cierto problema estructural, ya que debido a lo pequeño de los mercados locales no es posible alcanzar tasas altas de crecimiento como las que demandan las agencias internacionales de capital de riesgo.

Para asumir este desafío es necesario producir incentivos apropiados para los capitales de riesgo y mejorar también la capacidad para formular proyectos en mercados con mayor potencial, particularmente en los mercados globales.

Desarrollar incentivos de crédito tributario

El crédito tributario para financiar I+D debe tener un espacio en Chile, principalmente para asegurar masividad y permanencia de los procesos de I+D en las empresas.

Reasignar recursos fiscales hacia ámbitos de alto impacto desde ámbitos de baja eficiencia

El Gobierno asigna recursos en muchos ámbitos de fomento, asistencia e incentivos. Algunos son de baja eficiencia y otros de alta eficiencia e impacto. Esto es común en todos los gobiernos del mundo y es poco frecuente que un gobierno desasigne algunos y aumente la innovación en otros (debido a dificultades y limitaciones políticas y de gestión).

Acelerar el desarrollo de la propiedad intelectual

La propiedad intelectual tiene un insuficiente desarrollo en Chile, lo cual limita e inhibe la creación de valor en diferentes contextos y cuestiona la progresiva inserción internacional de la producción tecnológica chilena.

Por ello, es fundamental avanzar tanto en los aspectos legislativos como en los operacionales en universidades y empresas. Así mismo, es necesario asumir un cambio cultural a través de la educación en este tema.

Sala de Lectura CTS+I de la OEI

