

# CIENCIAS, TECNOLOGÍAS E INNOVACIÓN PARA UN NUEVO PACTO DE DESARROLLO SOSTENIBLE E INCLUSIVO

Orientaciones estratégicas de cara a 2030 tras diez años de trayectoria

*“Un llamado a salir de la zona de confort.”*  
**Ma. Eliana Arntz**

*“Sincera intención de acercamiento y mejoramiento de la CTI.”*  
**Olga Barbosa**

*“Un análisis multifacético que invita a trabajar por la calidad de vida de los chilenos.”*  
**Juan Claro**

*“Una invitación a ser grandes, a fortalecer puentes entre desafíos país y capacidades colectivas.”*  
**Andrés Couve**

*“Analiza con precisión nuestras falencias y desafíos.”*  
**Carlos Montes**

*“Una invitación a trabajar juntos por un Chile mejor.”*  
**Alejandra Mustakis**

*“Una buena señal de la urgencia para avanzar.”*  
**Sonia Pérez**

*“Excelente informe con propuestas concretas que pueden suscitar consenso.”*  
**Klaus Schmidt-Hebbel**

**cnid** | Consejo Nacional  
de Innovación  
para el Desarrollo

**CIENCIAS, TECNOLOGÍAS E INNOVACIÓN  
PARA UN NUEVO PACTO DE DESARROLLO  
SOSTENIBLE E INCLUSIVO**

Orientaciones estratégicas de cara a 2030 tras diez años de trayectoria



CONTENIDOS



9	<b>Carta del Presidente del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo</b> Más que nunca, hoy necesitamos las ciencias, las tecnologías y la innovación	26	<b>II. Se mantienen los viejos y surgen nuevos desafíos para el desarrollo</b> La naturaleza y nuestras formas de producción se convierten en límites a nuestro crecimiento	44	El cambio climático es un aspecto crítico en el camino hacia el desarrollo	64	<b>Capítulo 2</b> <b>Las oportunidades que nos abren las ciencias, las tecnologías y la innovación</b>	78	Construcción y salud, dos áreas donde la adaptación tecnológica nos permitiría dar un gran salto	92	<b>VI. Condiciones para el despliegue de la creatividad de las personas</b> El conocimiento generado por la CTI puede ser apropiado y multiplicado por las personas y ciudadanos
13	<b>Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo</b> Consejeros Ministros Invitados permanentes	28	Seguimos exportando más o menos lo mismo	46	El imperativo de la sustentabilidad: un salto cuántico, urgente, impostergable <i>Por Bárbara Saavedra Pérez</i>	65	<b>Presentación</b>	80	<b>IV. Mejora de nuestras capacidades de comprensión para enfrentar los nuevos escenarios</b> Integrar y aprovechar los impactos del avance científico y tecnológico en la sociedad	94	La innovación social ha ganado su espacio
14	<b>La noticia que queremos ver el 2030</b> ¿Cómo lo logró Chile?	30	Nuestras diferencias de productividad entre empresas están en la base de la desigualdad	48	En Chile, el cambio climático tiene manifestaciones particularmente críticas	66	<b>I. Ayuda para el crecimiento económico</b> La innovación favorece el desempeño de los países	82	<b>V. Rutas para aprovechar nuestras singularidades</b> Muchos países han sabido aprovechar sus características distintivas como oportunidad de desarrollo	96	La CTI puede ayudar a emparejar la cancha de manera más rápida, más efectiva y, sobre todo, más digna <i>Por Rodrigo Jordán Fuchs</i>
16	<b>Resumen ejecutivo</b>	32	El gasto social disminuye la desigualdad, pero no puede ser la única respuesta	50	Nuestra actual matriz productiva está particularmente afectada por el calentamiento global	68	<b>II. Facilitador para el abordaje de retos que nadie enfrentará por nosotros</b> Dinamarca se propuso transformar su matriz energética	84	Tenemos una oportunidad en los saberes y experticias que hemos acumulado frente a los desastres de origen natural	98	Se van desarrollando e instalando nuevas dinámicas de emprendimiento científico
19	<b>SECCIÓN I</b> <b>Chile y el mundo cambiaron: el aporte de la CTI es clave para relanzar nuestro desarrollo</b>	34	El envejecimiento de la población agrega una fuente adicional de presión a nuestra economía y a la política social	52	El cambio acelerado e incierto afecta todos los ámbitos de la vida social y nos pone frente a retos inéditos	70	Podemos hacer de la minería una industria virtuosa	101	<b>SECCIÓN II</b> <b>Un camino recorrido</b>		
20	<b>Capítulo 1</b> <b>Viejos y nuevos retos del desarrollo de Chile, en un nuevo contexto</b>	36	Debemos asumir el reto de mejorar la productividad	54	Un cambio que incide en nuestras formas de convivencia	72	Asegurar la disponibilidad de agua es otro desafío que nadie más asumirá por nosotros	102	<b>Capítulo 3</b> <b>Nuestras ciencias, tecnologías e innovación de la última década: con poco hemos hecho mucho y necesitamos mucho más</b>		
21	<b>Presentación</b>	38	Impulsar con fuerza la innovación y la productividad <i>Por Carlos Álvarez Voullième</i>	56	La complejidad se instala como norma	74	Gestión sostenible de los recursos hídricos: una tarea urgente y colectiva <i>Por Margarita D'Etigny Lira</i>	103	<b>Presentación</b>		
24	<b>I. Hemos crecido, pero...</b> El orgullo de un Chile que ha avanzado, la preocupación por un Chile que camina lento y a trastabillones	40	Y hacernos cargo del desafío del empleo	58	El país en el que me gustaría vivir <i>Por Claudia Bobadilla Fener</i>	76	<b>III. Plataforma para aprovechar los avances tecnológicos para mejorar nuestro bienestar</b> Adaptar tecnologías desarrolladas por otros puede generar importantes mejoras	88	Laboratorio Natural Magallánico: participando de las conversaciones del mundo, anclados en el territorio	104	<b>I. Hoy tenemos la oportunidad de dar un impulso mucho más decidido a nuestras ciencias, tecnologías e innovación</b> Nuestro ecosistema de innovación comienza a tomar forma
		42	<b>III. Hoy enfrentamos un contexto cada vez más exigente y apremiante</b> El escenario económico internacional es incierto	60	El nuevo camino al desarrollo nos desafía a movilizar el talento de nuestra gente			90	Laboratorios naturales únicos <i>Por Álvaro Fischer Abeliuk</i>		
				63	<b>Manifiesto de los Agentes Emergentes para la Innovación</b> Una generación comprometida con el desarrollo						

106	Hemos hecho importantes esfuerzos en la formación de las personas	126	Las empresas –en particular las grandes– pueden hacer más
108	Educar para innovar <i>Por Gonzalo Vargas Otte</i>	128	¿Cómo podríamos hacer la innovación empresarial que nos gustaría?
110	Aún tenemos espacios para conectar más investigadores con nuestros desafíos como sociedad	130	Investigación y desarrollo en las empresas productivas <i>Por Patricio Meller Bock</i>
112	La revolución digital ofrece enormes posibilidades que debemos aprovechar	132	Innovar no es lo mismo para todos: el ancho mundo de las empresas de menor tamaño
114	Necesitamos un cambio de paradigma para impulsar el mundo digital	134	Las tecnologías de información y comunicación ofrecen grandes oportunidades para las empresas más pequeñas
116	Un cambio de paradigma en el desarrollo digital <i>Por Juan Rada Mladinich</i>	136	Las empresas de menor tamaño enfrentan múltiples trabas en su desarrollo
118	<b>II. Actores de la CTI: tenemos talento, falta nutrirlo para dar un gran salto</b> La calidad de nuestra ciencia nos alienta: pocos investigadores pero grandes capacidades	138	Innovando desde la región <i>Por Pamela Chávez Crooker</i>
120	Tenemos ciencia y tecnología de primer nivel <i>Por Juan Asenjo De Leuze</i>	140	La irrupción de nuestra cultura del emprendimiento es reconocida en el mundo entero
122	Los actores de la D y de la i: técnicos e ingenieros	142	El desafío de mover la aguja con emprendimiento innovador
124	Hemos desplegado diferentes tipos de investigación: hay que fortalecerla en todo el territorio, las empresas y el Estado	144	La potencialidad disruptiva en I+D+i de la inversión extranjera directa
		146	El Estado puede ser mucho más activo en aprovechar y fomentar I+D+i

148	<b>III. Lo central es generar y cultivar conexiones: esos eslabones de vitalidad en el sistema</b> Emergen instituciones que conectan la investigación científica y tecnológica con temas de interés público
150	Colaboración en ciencia <i>Por Servet Martínez Aguilera</i>
152	El creciente interés por conectarse es terreno fértil para dar el salto que necesitamos
155	<b>Visión a 2030 de los Agentes Emergentes para la Innovación</b>
156	<b>Capítulo 4</b> <b>Nuestra política pública en materia de ciencias, tecnologías e innovación</b>
157	<b>Presentación</b>
158	<b>I. La política de ciencias, tecnologías e innovación en estos años: más discurso que práctica</b> No hemos logrado sostener un esfuerzo público decidido en materia de ciencias, tecnologías e innovación
160	Necesitamos una política que nos dé propósito, facilite la coordinación y sobre todo sume más manos
162	El caso de Corfo: una agencia activa que ha acumulado aprendizaje ¿qué necesita para hacer más?

164	El caso de Conicyt: una institución clave en la historia de la investigación ¿cómo fomentar más la colaboración y conexión con desafíos país?
166	Propósitos ambiciosos que nos reúnan y movilicen más recursos: una historia de futuro que podemos contar
168	El anhelo y la necesidad de conciliar miradas: país y regiones
170	Innovación, universidades y territorios <i>Por Gonzalo Herrera Jiménez</i>
172	<b>II. Tenemos la posibilidad a la mano de ampliar y profundizar la acción pública para impulsar la CTI</b> El Estado dispone de diversas formas de impulsar las ciencias, las tecnologías y la innovación, que aún no hemos aprovechado
174	Nos hemos entrabado en posiciones ideológicas antagónicas, pero ¿son realmente tan grandes las diferencias?
176	Continuidad de las políticas de emprendimiento <i>Por Cristóbal Undurraga Vergara</i>
178	Las discrepancias sobre el rol y la valoración de la ciencia que nos dividieron, empiezan a disolverse
180	Entrampados en mito y retórica ¿Qué hacían otros países de la OCDE cuando tenían nuestro actual ingreso per cápita?

184	<b>SECCIÓN III</b> <b>Abriendo una nueva etapa</b>
185	<b>Capítulo 5</b> <b>Un nuevo impulso transformacional hacia el desarrollo</b>
185	<b>Más personas aprovechando las ciencias, las tecnologías y la innovación</b>
187	<b>Hacerse parte y colaborar: condiciones para las ciencias, las tecnologías y la innovación en un contexto de complejidad</b>
190	<b>Cinco propuestas para un nuevo impulso transformacional</b>
192	Una invitación a ser grandes: Retos Nacionales para el Desarrollo
196	Un camino para actuar colectivamente: Juntas de Inversión Empresariales para I+D+i Sectorial
200	Una capacidad de mirar hacia delante: Un Estado que comprende y se anticipa
204	Una condición para despegar: Banda ancha y Estado digital de Visviri a Cabo de Hornos
208	Una oportunidad de seguir volando alto: CTI en el corazón de las escuelas
211	Una nota sobre las tareas de la nueva institucionalidad para las ciencias, las tecnologías y la innovación

212	<b>Al cierre de un documento. Al inicio de un proceso</b>
215	<b>Anexo n° 1</b> La propuesta de expansión de investigadores de la Comisión Ciencias para el Desarrollo
217	<b>Agradecimientos</b>



CARTA DEL PRESIDENTE DEL CONSEJO NACIONAL DE INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO



Más que nunca, hoy necesitamos las ciencias,  
las tecnologías y la innovación



La creación del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC) buscó responder a la necesidad de disponer de un cuerpo colegiado independiente que ofreciera orientaciones para guiar los esfuerzos del país en materia de ciencias, tecnologías e innovación. Tanto ayer como hoy, lo que se espera del Consejo es que levante la mirada más allá de la coyuntura y ayude a integrar los retos de mediano y largo plazo en las decisiones que tomamos en el presente.

En sus ya algo más de diez años de trayectoria, el Consejo ha sido un espacio de diálogo y de reflexión que con su voz ha procurado influir – a veces con más éxito que otras– en las definiciones y prioridades de acción de los agentes relevantes en el campo de las ciencias, las tecnologías y la innovación (CTI) en el país. Este ha sido también un espacio de encuentro que ha impulsado iniciativas que requieren el acuerdo y la articulación de actores de diversas proveniencias.

Uno de los canales fundamentales a través de los cuales el Consejo busca ejercer su influencia, es el de la elaboración y difusión de lineamientos estratégicos para el fomento de la innovación. En estos años, tales esfuerzos han adoptado distintas perspectivas que aportan riqueza

y complejidad a nuestra mirada sobre los retos que enfrentamos en este campo.

La Nueva Estrategia Nacional de Innovación busca integrar estas miradas y reflejar el aprendizaje de estos diez años.

Partimos reconociendo que, sin perjuicio de algunos avances puntuales, en Chile aún no hemos hecho de las ciencias, las tecnologías o la innovación, un factor sustantivo para el desarrollo de Chile. Asimismo, constatamos que nos encontramos en un contexto muy distinto al de diez años atrás. En este periodo, tanto Chile como el mundo, han experimentado cambios fundamentales que no podemos ignorar y que hacen hoy aún más relevante y necesario el aporte de la CTI. Pero, además, percibimos que existe un mayor empuje colaborativo de distintos actores para hacerse cargo juntos del desarrollo, así como una mayor conciencia de los desafíos globales que compartimos con el resto de la humanidad.

Por una parte, el fenómeno del calentamiento global ya prácticamente no es cuestionado y ha adquirido un sentido de real urgencia. Hoy, la sostenibilidad ambiental es un aspecto principal y no residual para el

En sus ya algo más de diez años de trayectoria, el Consejo ha sido un espacio de diálogo y de reflexión que con su voz ha procurado influir, a veces con más éxito que otras, en las definiciones y prioridades de acción de los agentes relevantes en el campo de las ciencias, las tecnologías y la innovación en el país.

funcionamiento de la sociedad y de la economía. Por otra parte, la globalización y los mayores niveles de transparencia asociados a la expansión de los modernos dispositivos de comunicación han descornado el velo respecto de situaciones de exclusión e injusticia que contradicen las promesas de inclusión y mayor bienestar general para todos. A ojos de muchos, la democracia y el crecimiento económico se encuentran en deuda, y las demandas por mayor participación –tanto en las decisiones, como en los beneficios del avance colectivo– se multiplican.

Ciertamente las aspiraciones asociadas al cuidado y conservación del medio ambiente o de mayor inclusión social, han estado presentes por largo tiempo. La novedad, sin embargo, es que hoy los ciudadanos disponen de muchos más canales desde donde pueden hacer escuchar su voz con más fuerza. Una voz que moviliza, que cuestiona, que exige transparencia, que hace que hoy esos anhelos no sean solo un llamado que apela a la ética, sino que definen un nuevo marco para la acción colectiva.

En definitiva, son evidentes las manifestaciones de que, sin sostenibilidad y sin inclusión social, no tendremos un desarrollo del cual nos sintamos dignos como seres humanos y que se pueda sostener en el tiempo. Pero tampoco habrá crecimiento posible.

El concepto mismo de desarrollo está en un proceso de transformación. Como humanidad –y Chile no es ajeno a ello– vivimos un tránsito desde una equivalencia unívoca entre desarrollo y crecimiento económico, a una concepción donde el primero se ve como un proceso donde sostenibilidad, inclusión y crecimiento avanzan en un equilibrio que –debemos reconocer– siempre es precario y conflictivo.

En este contexto, el conocimiento científico, el desarrollo tecnológico y la innovación, son más necesarios que nunca. Es a través de las posibilidades que ellos nos abren –en un contexto de diálogo y acuerdos– que podemos disminuir algunas de las mayores tensiones que necesariamente se producen entre las distintas dimensiones del desarrollo. Es en virtud de un mayor y más amplio conocimiento que podemos acercarnos a una comprensión que mejore la calidad de nuestro diálogo social y nos permita tomar decisiones más sólidamente fundadas y con mayor perspectiva de futuro. Es al disponer de más espacios y herramientas para el despliegue de la creatividad, que las personas pueden avanzar sus proyectos de realización personal, ya sean individuales o colectivos.

Las ciencias, las tecnologías y la innovación son, sin duda, claves para elevar nuestra productividad e impulsar nuestro crecimiento. Pero son también caminos para la creación de valor en el ámbito social, en la generación de bienes públicos, en la conservación del medio ambiente y ciertamente fundamentales en la comprensión de nuestros mundos y su transformación. De ahí que sostengamos que sus aportes son cruciales para ayudarnos a transitar hacia lo que podemos entender como un nuevo pacto por un desarrollo dinámico, inclusivo y sostenible. Esta búsqueda más comprensiva fue la que alentó el movimiento desde la

competitividad hacia el desarrollo por parte de este Consejo.

Hoy requerimos más ciencias, más tecnologías y más innovación, no menos. Los desafíos para Chile son sin duda mayores, pero lo son también las oportunidades. Para que podamos avanzar, necesitamos algo más que buenas ideas y propuestas. Requerimos ponernos de acuerdo en qué queremos lograr y cómo lo vamos a lograr. Un acuerdo que –para ser efectivo– debe ser capaz de conducir, proyectar y sostener esta tarea en el tiempo. Los frutos de la CTI no se cosechan en pocos años. Necesitamos ser persistentes en nuestros propósitos y esfuerzos y, quienes ocupan puestos de liderazgo en los distintos ámbitos de la sociedad, no pueden soslayar su rol frente a esta responsabilidad.

La propuesta de orientaciones estratégicas que presentamos en este documento se ha nutrido de múltiples estudios y de numerosas consultas con actores de nuestra sociedad. Pero ella es también –y sobre todo– el resultado del diálogo de quienes formamos parte del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID).

Nuestra proveniencia es diversa, así como también nuestros intereses y preocupaciones principales. El progreso de la ciencia y de la academia, la preservación del medio ambiente, el fomento del emprendimiento, la superación de la pobreza, la calidad de las políticas públicas, el avance de la competitividad y de la productividad, el desarrollo equilibrado

de los territorios, se cuentan entre dichos intereses. Pero también es diversa nuestra posición política y, en consecuencia, nuestra manera de valorar y comprender las dinámicas culturales, económicas y sociales. Por ello, ponernos de acuerdo en el seno del CNID no ha sido fácil. No queríamos que el fruto de nuestro diálogo fuera un conjunto de recomendaciones generales o compromisos. Tampoco queríamos, en aras de lograr una más amplia identificación con lo propuesto, concluir en una larga lista de iniciativas. Queremos hacer una diferencia, por lo que nos propusimos tener prioridades.

En este proceso no desconocimos nuestras diferencias, ni las quisimos diluir en un ejercicio intrascendente. Nuestros esfuerzos estuvieron dirigidos a llevar adelante una propuesta guiada por la honestidad intelectual y el amor a nuestro país.

Quienes firmamos este documento, lo hacemos en la convicción de que Chile se encuentra en una encrucijada crítica de su desarrollo y que continuar dándole la espalda a la CTI es un error histórico. Sin un aporte más relevante de las ciencias, las tecnologías y la innovación no solo no lograremos seguir progresando, sino que transitaremos por una

senda de creciente deterioro, con inevitables implicancias para nuestra convivencia y para la calidad de vida de las generaciones futuras.

Tenemos conciencia de que no es posible controlar el futuro y que nuestras posibilidades de acción efectiva son limitadas. Por ello, hemos procurado presentar una ruta de avance que pone el acento en la construcción progresiva de capacidades y en la necesidad de ir generando un aprendizaje sobre cómo llevar adelante acciones de mayor envergadura. Asimismo, hemos concordado en un conjunto acotado –pero potente– de iniciativas que creemos deben ser impulsadas sin demora.

Hoy ponemos a disposición del país el resultado de este esfuerzo colectivo, pues estamos convencidos de que puede hacer una real diferencia entre un Chile que se estanca y otro que progresa en beneficio de las generaciones actuales y futuras.

**Gonzalo Rivas Gómez**  
**Presidente**  
**Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo**

CONSEJO NACIONAL DE INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO (CNID)

**PRESIDENTE**

**Gonzalo Rivas Gómez**

**CONSEJEROS**

**Carlos Álvarez Voullième**  
Director de InvestChile.

**Juan Asenjo De Leuze**  
Premio Nacional de Ciencias Aplicadas y Tecnológicas. Director del Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB).

**Claudia Bobadilla Ferrer**  
Directora de Fundación RAD.

**Pamela Chávez Crooker**  
Socia fundadora de Aguamarina S.A.

**Margarita D’Etigny Lira**  
Directora de IdeaConsultora.

**Juan Carlos de la Llera Martin**  
Decano de la Escuela de Ingeniería de la P. Universidad Católica de Chile.

**Álvaro Fischer Abeliuk**  
Socio fundador de Resiter S.A.

**Gonzalo Herrera Jiménez**  
Vicerrector de Innovación y Transferencia Tecnológica de la Universidad de Talca.

**Rodrigo Jordán Fuchs**  
Presidente de la Fundación Nacional para la Superación de la Pobreza.

**Servet Martínez Aguilera**  
Premio Nacional de Ciencias Exactas. Investigador del Centro de Modelamiento Matemático.

**Patricio Meller Bock**  
Presidente de Fundación Chile.

**Juan Rada Mladinic**  
Consultor.

**Bárbara Saavedra Pérez**  
Directora para Chile de Wildlife Conservation Society.

**Cristóbal Undurraga Vergara**  
Gerente de Desarrollo de Econométrica.

**Gonzalo Vargas Otte**  
Rector de Inacap.

**MINISTROS**

**Luis Felipe Céspedes Cifuentes**  
Ministro de Economía, Fomento y Turismo.

**Adriana Delpiano Puelma**  
Ministra de Educación.

**Carlos Furche Guajardo**  
Ministro de Agricultura.

**Rodrigo Valdés Pulido**  
Ministro de Hacienda.

**INVITADOS PERMANENTES**

**Eduardo Bitrán Colodro**  
Vicepresidente de Corfo.

**Mario Hamuy Wackenhut**  
Presidente de Conicyt.

**Gabriel Rodríguez García-Huidobro**  
Director de Energía, Ciencia y Tecnología e Innovación del Ministerio de Relaciones Exteriores.

**Maximiliano Santa Cruz Scantlebury**  
Director del Instituto Nacional de Propiedad Industrial.

**Paula González Frías**  
Jefa de la División de Innovación del Ministerio de Economía.

**SECRETARIA EJECUTIVA**

**Katherine Villarroel Gatica**

LA NOTICIA QUE QUEREMOS LEER EN 2030

~~~~~  
World Times:

# ¿CÓMO LO LOGRÓ CHILE?

Resulta increíble: Chile es el país mejor preparado del mundo para enfrentar y recuperarse de eventos catastróficos.

Con una extraordinaria capacidad de ponerse de pie en lo material, funcional y anímico, aprendida a lo largo de una historia marcada por los terremotos, Chile ha sido capaz de traspasar y adaptar aprendizajes a otras situaciones de desastres de origen natural -cada día más frecuentes en el mundo- como inundaciones, incendios y tsunamis.

Más aún, no solo los chilenos y chilenas se han hecho más fuertes y resilientes frente a los embates de su entorno biogeográfico. También supieron hacer de eso, un campo de desarrollo de conocimiento amplio y multidisciplinar, así como de tecnologías de todo tipo, que hoy lo tienen como líder indiscutido en la materia.

Este es el ámbito que le ha valido más titulares de medios de comunicación y posteos en redes, pero es un proceso que ha ido permeando diversos ámbitos de la vida de su gente, de sus instituciones y organizaciones. Hace 15 años, un estudio mostraba que las personas estaban muy lejos del mundo de las ciencias y las tecnologías. Hoy, la mayoría no solo la valora, sino declara que estas forman parte de

sus intereses, siendo protagónicas en diferentes ámbitos y preferencias de su vida cotidiana.

Cómo las ciencias, las tecnologías y la innovación empezaron a fijarse en el “ADN cultural” de los habitantes de ese país con singularidades que le merecen los primeros lugares del medallero planetario (ver recuadro), es una historia que entreteje varios hilos.

El más silencioso se ha ido desplegando en el corazón de las escuelas del país, donde desde hace casi quince años un programa oficial ha hecho posible que científicos y docentes trabajen codo a codo, cada uno con su experticia, para que los estudiantes puedan ir desarrollando curiosidad, capacidad de abordar problemas, flexibilidad cognitiva y otras habilidades propias del siglo. No se trata de científicos que hacen presentaciones didácticas para apoyar a los profesores. Se trata de **científicos y tecnólogos que se ponen a disposición de los desafíos educativos de cada escuela y su entorno.**

Las evaluaciones de este programa han sido claras: mucho más relevante que la mejora en desempeños de los escolares

~~~~~  
medidas por pruebas internacionales (que sí las hay), son la calidad, pertinencia y valoración del conocimiento que se genera en las escuelas.

Los empresarios también han hecho lo suyo y cada día tienen mayor participación, no solo en el gasto sino en la calidad de la I+D que se hace en el país. Lo que empezó **como juntas de inversión para abordar desafíos sectoriales**, se ha ido instalando como una nueva forma de abordar problemas y convertirlos en oportunidades.

Por su parte, **el Estado ha hecho un esfuerzo serio y sistemático por desarrollar sus capacidades internas** de comprensión y adaptación frente a los fenómenos acelerados y complejos del siglo. Y hoy es conocido como “el Estado más inteligente de la región”. No solo porque cuenta con personas altamente calificadas y acceso a información de primer nivel, gracias a un sistema que obliga a destinar montos fijos de cada servicio a este fin. También porque supo dar el primer paso para generar oportunidades de conocimiento, conexión y colaboración para todos.

Gracias a la profunda modernización y digitalización de los servicios del Estado, hoy en día, todos quienes están en Chile –incluso en esos rincones aislados que lo hicieron famoso en las guías de turismo aventura del siglo pasado- **pueden acceder a una de las mejores infraestructuras digitales del planeta.** Una persona en el extremo sur puede

enviar información a un terminal en el desierto del norte que se conecta a una impresora 3D y genera un repuesto específico para un inversor solar. Para qué hablar de los grandes centros de procesamiento de *big data* que han permitido el desarrollo de regiones y zonas postergadas, así como de digitalización de la micro y pequeña empresa que han elevado la calidad de vida de la mayoría de los habitantes y trabajadores del país.

A lo largo de la última década, el certamen “**Goles para el Desarrollo**” -ya famoso a nivel mundial- les ha permitido abordar los grandes temas país en forma ágil y mancomunada. Energía renovable no convencional de bajo costo, minería no contaminante, disponibilidad de recursos hídricos, son algunos de los grandes desafíos que han abordado con esta modalidad público-privada que aúna voluntades y recursos con un dinámico y transparente sistema de gestión.

Es cierto que las ciencias, las tecnologías y la innovación han ayudado a que Chile se haya convertido en un país cada día más inclusivo y sustentable. ¡Hasta ha mejorado sus indicadores de salud mental! Pero, a fin de cuentas, parece que la lección más importante que nos han dejado los habitantes de ese país es que han sabido mirar más allá de sus intereses personales o corporativos, y ponerse de acuerdo para pedalear juntos con un propósito común.

## Los nuevos top five de Chile

~~~~~

1. Resiliencia frente a desastres de origen natural
2. Energía solar
3. Estudio de la biosfera del hemisferio sur
4. Reducción de la obesidad infantil
5. Tecnologías de relaves verdes

Si quiere saber cómo esto puede ser posible, le invitamos a seguir leyendo...

RESUMEN EJECUTIVO

~~~~~

Hace 10 años este Consejo nació para generar orientaciones respecto de la contribución de las ciencias, las tecnologías y la innovación (CTI) a la competitividad de nuestro país. Esta mirada ya no es suficiente. Hoy estamos viviendo una época global de cambios acelerados, de forma que las ciencias, las tecnologías y la innovación son desafiadas desde el anhelo de un desarrollo que no puede eludir la integración de las dimensiones económica, social y ambiental.

Desde el reconocimiento de esta necesaria transformación y del camino que hemos recorrido hasta ahora, este documento es sobre todo una invitación a un gran pacto que permita que –en diversos espacios y de manera transversal– la CTI contribuya a los desafíos y oportunidades que en este mundo en transición se abren para Chile.

Para ello hemos organizado este texto como un recorrido que parte por establecer la urgente necesidad de transformar nuestra forma de concebir, y abordar, lo que entendemos por desarrollo, y cómo el cultivo de la CTI puede ayudarnos a hacer más fluido y fructífero este tránsito, analizando a continuación las fortalezas y debilidades de nuestro avance en este campo. Concluimos este recorrido, con un conjunto acotado de propuestas que –desde esta renovada perspectiva– buscan dar un nuevo impulso al aporte de la CTI a nuestro desarrollo y convivencia.

Con esta lógica, el documento se organiza en cinco capítulos.

El primero de ellos aborda los desafíos y oportunidades que enfrenta Chile en el actual contexto nacional y global. Partimos constatando que en estas últimas décadas nuestro país tuvo impresionantes logros, entre los que destacan una fuerte disminución de la pobreza y un gran incremento en las condiciones de bienestar material. Al mismo tiempo,

apreciamos que hay otras áreas relevantes en las que no hemos sido igualmente exitosos, y a las cuales no prestamos suficiente atención.

El lento progreso en disminuir las desigualdades y en promover mayor cohesión social, así como la escasa preocupación por la conservación de los ecosistemas y la sustentabilidad ambiental son áreas donde tenemos una gran tarea pendiente y que, cada vez más, tanto a nivel nacional como global, se reconocen como ámbitos fundamentales del desarrollo, y no como aspectos que pueden subordinarse a la búsqueda del crecimiento económico. El acuerdo internacional logrado en torno a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, es sin duda la expresión más clara de esta transformación.

Pero este proceso se da además en el contexto de una acelerada ola de cambio tecnológico de enormes implicancias económicas, sociales, e incluso éticas. Sus repercusiones ya se dejan sentir en ámbitos tan variados como el perfil y contenido de las ocupaciones, las formas en que se despliegan los negocios y las condiciones en que se desarrolla nuestra convivencia social. Mas comienzan también a poner en el tapete cuestiones tan profundas como los propios límites de la vida humana o el posible traspaso de decisiones fundamentales a la inteligencia artificial. Conviven en este proceso oportunidades y amenazas y son nuestras decisiones las que finalmente definirán la ruta que sigamos. Lo que es claro, sin embargo, es que hoy todos los actores, partiendo quizás por el propio Estado, se encuentran desafiados a tomar decisiones en un tiempo en que las viejas certezas se ven sustituidas por una creciente perplejidad.

Es reconociendo este contexto, marcado tanto por la transición en

nuestra concepción del desarrollo como por la envergadura de la oleada de transformaciones tecnológicas, que –en el segundo capítulo– invitamos a mirar el aporte que pueden hacer las ciencias, las tecnologías y la innovación, ilustrándolo con ejemplos de Chile y el mundo. Ellas, en su sentido más amplio, pueden aportar a la comprensión de estos tiempos y los efectos de los cambios en curso, a disminuir la tensión entre crecimiento, inclusión y sostenibilidad, a mejorar nuestro bienestar, a abrir nuevos espacios de oportunidad a nivel individual y colectivo, a enfrentar retos propios y desde allí generar valor para el mundo.

Pero no se trata de magia ni de un camino exento de tensiones. Esta posibilidad virtuosa requiere de la decisión y la voluntad de articular esfuerzos de diversos actores en pos de lo que tenemos en común.

Por ello, en el tercer capítulo, recorreremos lo que hemos hecho hasta ahora con una mirada que –celebrando logros– no duda en admitir que requerimos un salto colectivo de coraje y decisión. Esta mirada a nuestra realidad en la generación y el aprovechamiento del conocimiento reconoce actores, capacidades, usuarios y sobre todo la necesidad de conectores que le den vitalidad al sistema. Esta panorámica se complementa en el cuarto capítulo, con una mirada a las políticas de estos últimos diez años en materia de CTI, sabiendo el rol determinante que han jugado en definir el espacio de los actores del sistema.

Estamos ciertos que hemos hecho esfuerzos y aportado en esta evolución, pero aún más convencidos que necesitamos hacer de la CTI un tema transversal del Estado, donde se desplieguen diversos mecanismos y donde esta muestre su tremendo valor a la ciudadanía. Hoy vemos emerger en este nuevo contexto voluntades y movimientos que nos dan prueba de que estamos listos para hacerlo.

Desde este recorrido es que, en el quinto y último capítulo, invitamos a multiplicar los espacios para que más chilenos y chilenas puedan aprovechar las ciencias, las tecnologías y la innovación. Para ello planteamos cinco propuestas transformadoras que quieren aportar en esta transición.

Elas son:

- 1. **Una invitación a ser grandes: retos nacionales para el desarrollo.** Concordar un procedimiento que –incorporando las preocupaciones de las personas– permita seleccionar grandes desafíos país donde la CTI pueda hacer una contribución relevante con un horizonte de al menos diez años.
- 2. **Un camino para actuar colectivamente: juntas de inversión empresariales para I+D+i sectorial.**<sup>1</sup> Establecer una contribución obligatoria para realizar I+D+i en torno a los desafíos colectivos de un sector económico, bajo la conducción y administración de las empresas del sector organizadas para esto.
- 3. **Una capacidad de mirar hacia delante: CTI para un Estado que comprende y se anticipa.** Destinar un porcentaje del gasto total de cada ministerio para el financiamiento de la I+D+i, que responda a desafíos de largo plazo y temas de relevancia pública, concordados transversalmente.

- 4. **Una condición para despegar: banda ancha y Estado digital desde Visviri a Cabo de Hornos.** Promover una amplia digitalización de los servicios que realiza el Estado, de forma que se generen condiciones de infraestructura digital que permita el intenso despliegue de las redes y su aprovechamiento por parte de las pymes y la ciudadanía.
- 5. **Una oportunidad de seguir volando alto: ciencia, tecnología e innovación en el corazón de las escuelas.** Llevar en 5 años la CTI a todas las escuelas y liceos públicos de Chile, a través de espacios de encuentro y codiseño entre los mundos de las ciencias y la educación.

En estos tiempos de cambio acelerado, complejidad e incertidumbre, este conjunto acotado de iniciativas ambiciosas –pero posibles–, son una invitación a generar una dinámica transformadora que nos permita aprovechar y desarrollar capacidades, romper estancos y reunirnos en torno a un gran pacto nacional por hacer de las ciencias, las tecnologías y la innovación una pieza fundamental en el desarrollo de Chile.

1. Investigación, desarrollo e innovación.

SECCIÓN 1

Chile y el mundo cambiaron: el aporte de la CTI es clave para relanzar nuestro desarrollo



CAPÍTULO 1

Viejos y nuevos retos del desarrollo de Chile en un nuevo contexto

Presentación

Hemos tenido grandes avances, pero llega el momento de aprender a hacer las cosas de otra manera, proceso que no va a ser inmediato ni fácil. Las herramientas que disponemos, así como nuestras formas de pensar y de actuar, deben ser capaces de lidiar con la complejidad creciente. Y los dilemas éticos, sociales y productivos que conlleva esta época de acelerado cambio tecnológico, incrementan la envergadura del desafío.

El Chile actual es muy distinto al que teníamos en 1990. En estos algo más de 25 años, la pobreza ha disminuido sustancialmente, la esperanza de vida se ha elevado hasta sobrepasar el nivel promedio de los países de la OCDE, el acceso a la vivienda, el consumo y a la educación superior se han expandido de manera notable. En fin, los indicadores de progreso material y de bienestar de la población han mostrado avances que parecían imposibles para nuestro país.

El crecimiento económico, tan esquivo en las décadas anteriores, ha sido ciertamente uno de los principales pilares de esa transformación. El aumento de las inversiones –privadas y públicas– así como de las exportaciones llevaron a que, en este periodo, Chile haya sido el único país de América Latina que disminuyó la brecha con los países de mayor ingreso per cápita del mundo.

Sin embargo, cuando la aspiración de ser un país desarrollado ha estado más cerca que nunca de ser alcanzada, pareciera que se nos está yendo de las manos.

Al observar estos años, vemos la dificultad que hemos tenido para hacernos cargo de problemas que nos han acompañado por mucho tiempo. Hoy, además, enfrentamos nuevos retos.

La base de nuestro dinamismo económico han sido las exportaciones, las cuales se han beneficiado de nuestra gran riqueza natural y las bondades de nuestro clima. Ciertamente no hay nada malo en eso. Sin embargo, prácticamente todos los rubros que sustentan nuestras ventas al exterior muestran ritmos decrecientes de expansión. En algunos casos, producto de límites naturales (como la caída en las leyes del cobre), en otros, producto de sobreexplotación de los recursos (como en la pesca), o de intentos de alcanzar volúmenes insostenibles de producción (como en la salmonicultura). Varios están también afectados por mayores limitaciones que establecen las comunidades.

Por otra parte, los efectos del cambio climático ya se hacen sentir en nuestro



territorio, y los pronósticos disponibles indican que seremos una de las naciones más afectadas del mundo en materia de disminución de precipitaciones.

Así, la mantención de nuestra base tradicional de exportaciones se enfrenta a importantes retos tecnológicos y de sustentabilidad que no hemos abordado con suficiente decisión. Pero tampoco hemos sido exitosos en diversificar nuestra canasta exportadora. Por el contrario, la evidencia indica que con los años hemos ido disminuyendo nuestra capacidad de desarrollar o descubrir nuevos productos que podamos vender ventajosamente al exterior.

Sin duda los chilenos hemos abrazado al emprendimiento como una opción atractiva. Pero las cifras indican que la mayor parte de nuestras empresas tienen muy baja productividad. A esto se suma la mantención de una enorme disparidad productiva entre empresas de distinto tamaño en nuestro país. El bajo crecimiento de la productividad general limita las posibilidades de continuar elevando nuestro nivel de vida, mientras que la heterogeneidad productiva contribuye a explicar nuestra persistente desigualdad en la distribución del ingreso. Si no logramos elevar la baja productividad que caracteriza la mayor parte de las ocupaciones, no será posible sostener mayores remuneraciones, y la presión por elevar el gasto social de carácter compensatorio seguirá aumentando. Más aún, el progresivo envejecimiento de la población, así como el incremento en la esperanza de vida, están agregando una fuente adicional de demanda de transferencia desde la población que trabaja a la que ya no está activa. Sin mayor productividad no será posible generar condiciones de vejez digna para la mayor parte de las chilenas y los chilenos.

En el contexto mundial, la forma en que hasta ahora Chile ha progresado se encuentra desafiada tanto por los límites que nos plantea el cambio global y la búsqueda de lograr sustentabilidad ambiental, como por las crecientes

demandas de inclusión y cohesión social. Ciertamente, el llamado ético a equilibrar crecimiento, sustentabilidad ambiental e inclusión no es una novedad en el mundo. Lo que es novedoso es que hoy esa demanda es elevada tanto a nivel de acuerdos internacionales como de grupos humanos a nivel global, nacional, regional y local. No atender estos llamados ya no es posible.

En efecto, el despliegue de las modernas tecnologías de información y comunicación no solo ha conectado el mundo prácticamente en tiempo real, sino que lo ha vuelto transparente. Vivimos en un mundo donde nuestros comportamientos y acciones, tanto en el ámbito público como privado, son constantemente monitoreados y contrastados con nuestras propias declaraciones y con los más altos estándares prevalecientes en el mundo. Y en el que además, estas mismas redes de comunicación permiten que nos organicemos de manera más fluida y que rápidamente se pueda hacer sentir la voz. Prácticas que hasta hace poco podían permanecer ocultas o asumirse como aceptables, hoy simplemente no son toleradas.

De este modo, las señales de que debemos reinventar nuestra forma de abordar el desarrollo son demasiado evidentes para continuar ignorándolas. Persistir por el mismo camino que hemos transitado hasta ahora simplemente no es factible, pues no se hace cargo de los cambios que han ocurrido tanto en nuestro país como en el mundo.

Debemos aprender a hacer las cosas de otra manera y ese proceso no va a ser inmediato ni fácil. Las herramientas que disponemos, así como nuestras formas de pensar y de actuar, no son siempre los adecuados para lidiar con la complejidad creciente de los retos que estos escenarios nos plantean. Y los dilemas éticos, sociales y productivos que conlleva esta época de acelerado cambio tecnológico, no hacen sino incrementar la envergadura del desafío. Es en esta complejidad que debemos someter a consideración el aporte que necesitamos desde las ciencias, las tecnologías y la innovación.



1. HEMOS CRECIDO, PERO...

El orgullo de un Chile que ha avanzado,  
la preocupación por un Chile que camina  
lento y a trastabillones

En el mundo de hoy, la sustentabilidad ambiental y la inclusión social efectiva ya no pueden más ser vistas como logros a alcanzar con el desarrollo, sino condición para llegar a ser una nación auténtica y sosteniblemente desarrollada.

No cabe duda que durante las últimas dos décadas Chile experimentó un progreso sin precedentes. El crecimiento económico, la significativa reducción de la pobreza y la ampliación de oportunidades y de bienestar material, son logros evidentes y que nos han enorgullecido.

La aspiración de ser un país desarrollado nunca ha estado tan cerca de verse lograda para Chile, como en estas últimas décadas. Sin embargo, cuando el objetivo nos parecía más cercano, nos percatamos de que nuestro progreso ha ido haciéndose cada vez más lento y difícil.

En informes previos de este Consejo ya se indicaban como debilidades importantes de nuestro avance, aspectos tales como la baja diversificación de nuestras exportaciones y su alta dependencia de recursos naturales; las elevadas disparidades de productividad y su negativo impacto en la

distribución del ingreso y de la riqueza; y el lastre que las enormes desigualdades imponen a nuestra convivencia y al propio progreso del país.

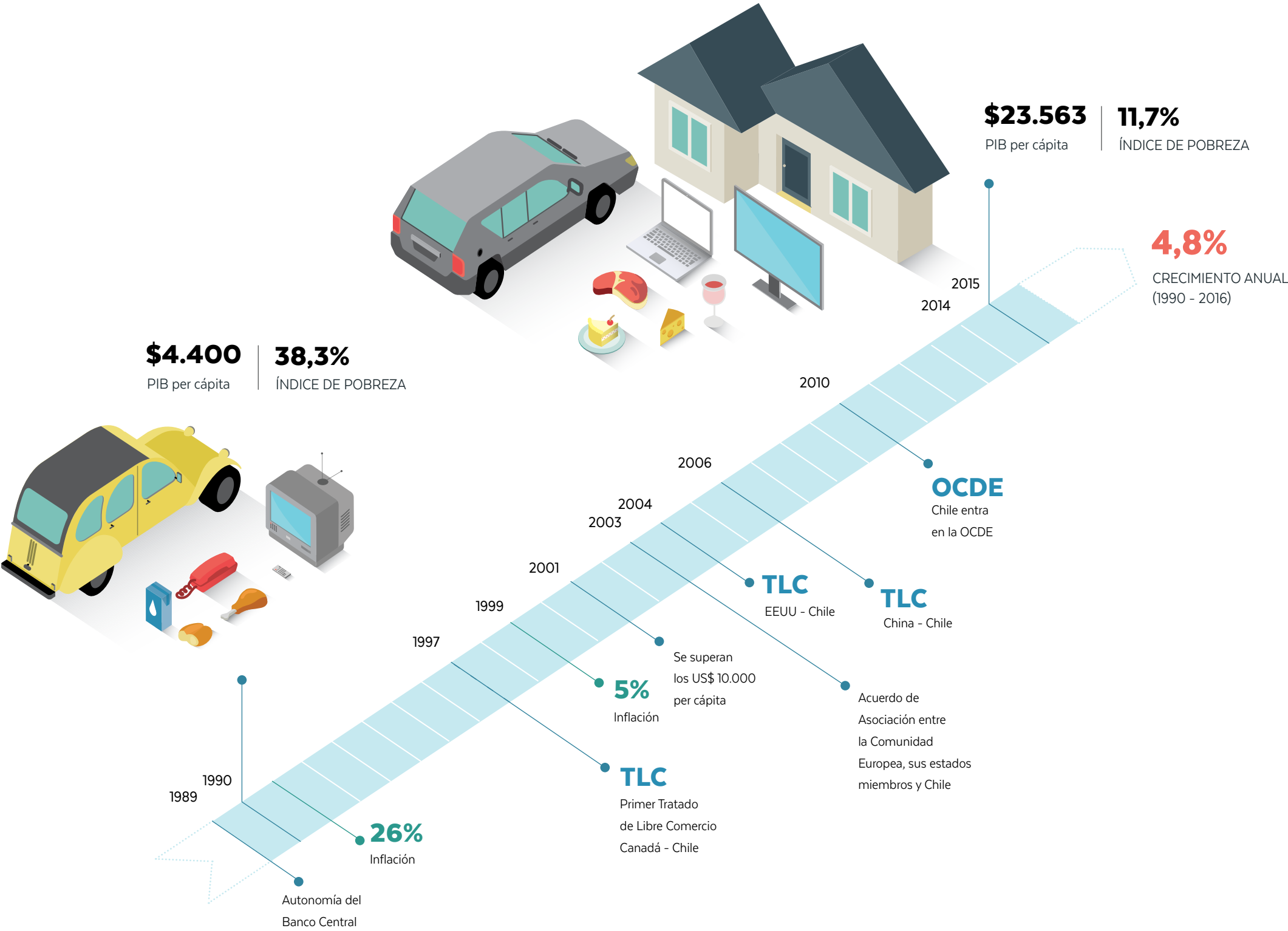
Esas debilidades no solo siguen acompañándonos, sino que progresivamente se han transformado en obstáculos para seguir avanzando. Más aún, los cambios que han ido ocurriendo en el contexto global, a nivel medio ambiental, social y tecnológico se manifiestan con especial fuerza en Chile, configurando un escenario mucho más exigente.

Nuestra visión es que, más allá de factores coyunturales, es claro que nuestro avance perdió fuerza y que también parte de sus fundamentos están cuestionados. Hoy es evidente que en este camino recorrido hubo rezagos y brechas que no abordamos y que nos están pasando la cuenta.

La sustentabilidad ambiental y la inclusión social efectiva son retos que hoy, tanto en Chile como en el mundo, han adquirido una envergadura muy superior a la de solo unos pocos años atrás y respecto de los cuales tenemos importantes déficits. En el mundo actual, estas ya no pueden más ser vistas como logros a alcanzar con el desarrollo, sino más bien una condición para llegar a ser una nación auténtica y sosteniblemente desarrollada.

Por lo tanto, para seguir avanzando, necesitamos buscar en conjunto un modo diferente de hacer las cosas.

Fuente Lámina: Elaboración propia con datos del Banco Mundial, Instituto Nacional de Estadísticas y Ministerio de Desarrollo Social.



II. SE MANTIENEN LOS VIEJOS Y SURGEN NUEVOS DESAFÍOS PARA EL DESARROLLO

La naturaleza y nuestras formas de producción se convierten en límites a nuestro crecimiento

La forma en que hemos estado creciendo no parece ser un camino por el cual podamos continuar transitando. Más aún, tampoco es claro que dicha forma siga siendo viable.

En Chile hemos logrado mantener un crecimiento económico ininterrumpido por ya tres décadas. Sin embargo, hoy enfrentamos claros signos de agotamiento, que van más allá de factores coyunturales.

El dinamismo de nuestra economía se ha basado en el aumento de nuestras exportaciones. Sin duda hemos sido muy exitosos en aprovechar nuestras ventajas comparativas naturales. No hay nada de malo en eso. Sin embargo, hoy enfrentamos barreras en nuestros sectores intensivos en recursos naturales, tanto de índole natural, de contexto económico, como de carácter social.

Reconozcamos que el periodo de bonanza que experimentamos hace unos pocos años, estuvo más asociado a los elevados precios del cobre que a nuestra capacidad de producir más con menos. Y sin aumentos

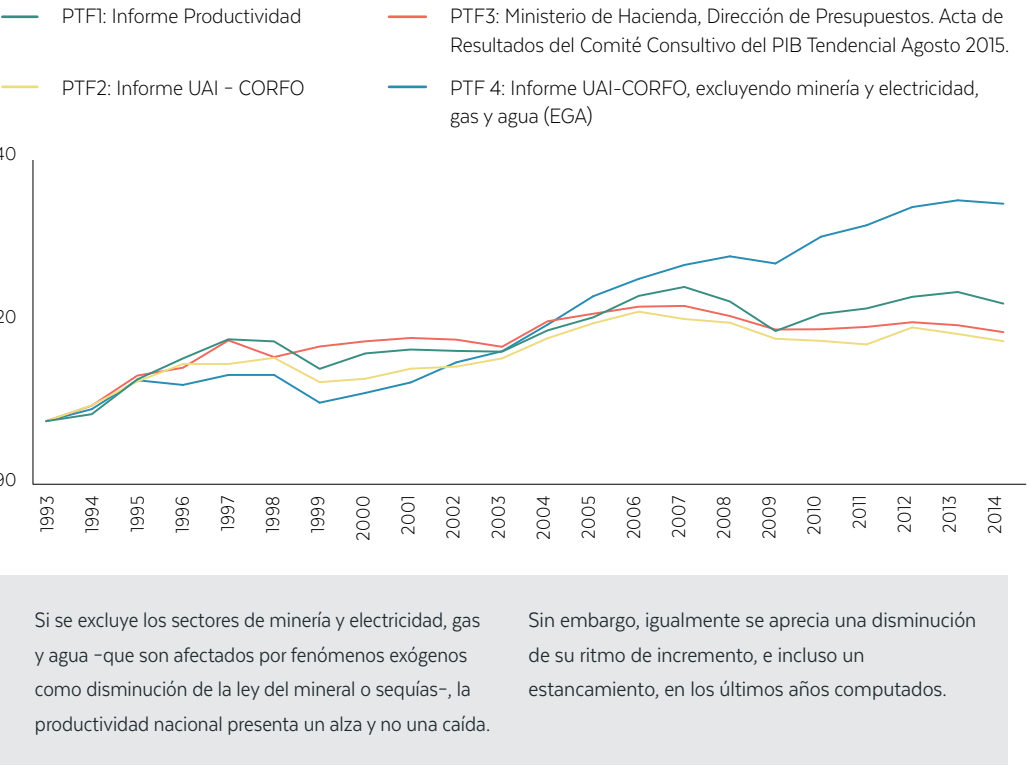
persistentes de la productividad no es posible lograr un crecimiento sostenido.

Sumemos el hecho de que, en varios casos, estamos en la fase de rendimientos decrecientes de nuestros recursos naturales. De hecho, buena parte de la caída de nuestra productividad total es atribuible a la baja experimentada en las leyes del cobre que explotamos y en las mayores dificultades que conlleva extraerlo de las profundidades<sup>4</sup>. Pero también debemos reconocer que, en el caso de varios recursos naturales renovables, hemos adoptado una lógica de producción extractiva que no ha respetado los ciclos de los ecosistemas, generando sobreexplotación o sobrepasando límites de producción que ponen en riesgo las fuentes sobre las que se sostienen dichos recursos<sup>5</sup>. A todo esto, debemos agregar consumidores y comunidades más exigentes y conscientes de sus derechos, y con mayor capacidad de hacer sentir su voz respecto de los estándares medio ambientales, sociales y laborales que deben imperar en las actividades económicas.

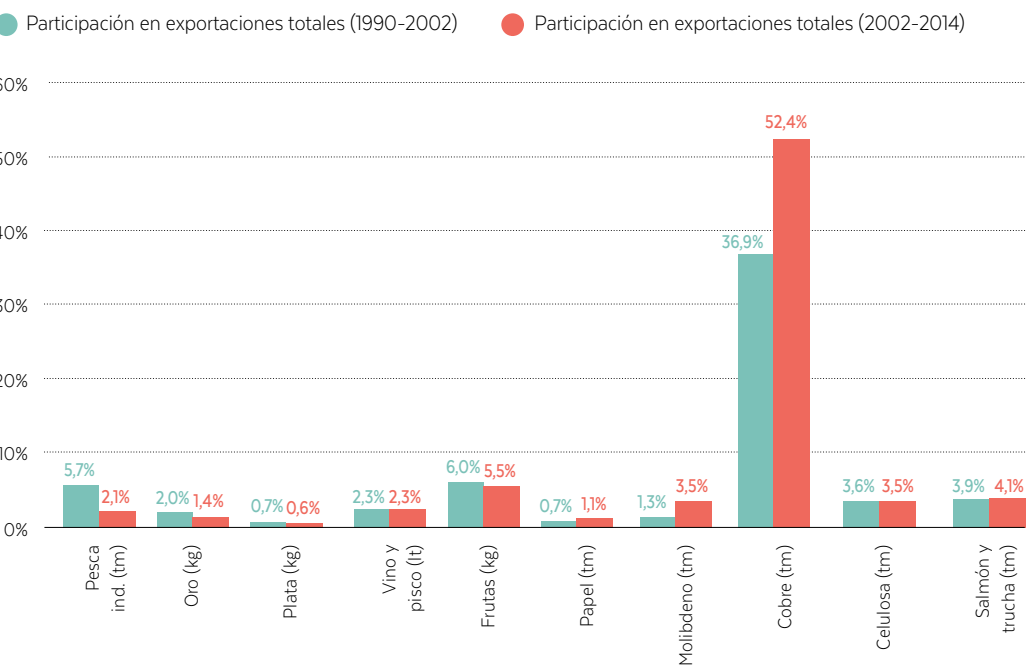
Así, la forma en que hemos estado creciendo no parece ser un camino por el cual podamos continuar transitando. Más aún, tampoco es claro que dicha forma siga siendo viable. Basta con apreciar cómo el escenario de escalamiento de las presiones socioambientales llegó para quedarse.

1. Elaboración propia con datos del Banco Central, Cochilco y Odepa.
2. Elaboración propia con datos del Banco Central, Cochilco y Odepa.
3. AGEA (2016). Evaluación de los conflictos socioambientales de proyectos de gran tamaño con foco en agua y energía (1998 - 2005). CNID, Santiago de Chile.
4. Informe de Productividad de CORFO UAI, 2016.
5. La sobreexplotación se refiere a la extracción del recurso de su hábitat sin respetar los ciclos que permitirían su renovación, como en el caso de la pesca. La sobreproducción, por su parte, es el traspasar ciertos volúmenes o estándares de producción que la hacen sostenible, como en el caso de la salmónicultura que superó el número de peces por jaula y esto generó la propagación del virus ISA.

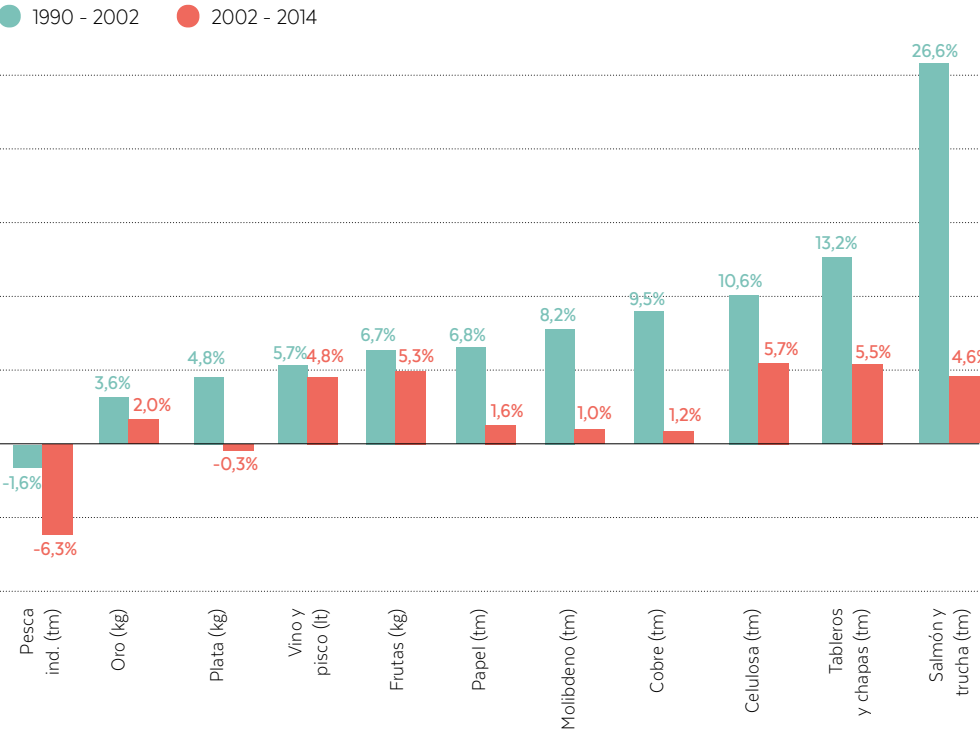
PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES (1993-100)



PARTICIPACIÓN MEDIA EN EXPORTACIONES TOTALES (US\$ CORRIENTES)<sup>2</sup>



REDUCCIÓN DEL CRECIMIENTO DEL VOLUMEN FÍSICO DE EXPORTACIONES BASADAS EN RECURSOS NATURALES<sup>1</sup>



CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES EN INVERSIONES DE GRAN TAMAÑO (1998-2015)<sup>3</sup>





### Seguimos exportando más o menos lo mismo



Tenemos posibilidades de ser competitivos en rubros intensivos en conocimiento. Hay que persistir en ese camino, teniendo claro que toma tiempo y que hay que revisar periódicamente si usamos las herramientas adecuadas o suficientes.

En los últimos veinticinco años, Chile ha agregado pocos nuevos productos a la canasta exportadora. Más aún, nuestra capacidad para generar nuevos productos exportables mostró una clara disminución. Y los bienes que vendemos al exterior siguen vinculados a recursos naturales.

Entre 2003 y 2013, Chile agregó solo ocho nuevos productos a los que vende al exterior con ventaja respecto del promedio del resto de los países, con un monto total exportado el 2013 de US\$ 687 millones. En contraste, Argentina agregó 27, con un monto exportado de US\$ 19,9 billones. Mientras en nuestro país todos fueron bienes derivados de recursos naturales, en el caso argentino, ocho fueron manufacturas<sup>2</sup>.

Hemos intentado desarrollar empresas proveedoras de bienes, equipamiento y servicios para sectores de recursos naturales, como vía

para aumentar la variedad y la complejidad de nuestras exportaciones, pero hasta ahora con poco éxito. Así, por ejemplo, entre 2010 y 2014, las ventas externas de empresas proveedoras de la minería solo crecieron marginalmente: de US\$ 503 millones a US\$ 537 millones<sup>3</sup>. En salmonicultura, salvo algunas excepciones marginales, tampoco se han desarrollado proveedores con capacidad de exportar<sup>4</sup>.

No estamos negando las posibilidades de desarrollar proveedores sofisticados de bienes y servicios para sectores productores de recursos naturales. Hay que persistir en ese camino, pero teniendo claro que toma tiempo y que hay que revisar periódicamente si usamos las herramientas adecuadas o suficientes.

El ámbito de los servicios ofrece oportunidades interesantes, aunque con una envergadura aún pequeña y un ritmo de incremento exportador inferior al de los bienes. Sin embargo, cabe destacar el aumento de las ventas de servicios informáticos y otros servicios empresariales, las cuales prácticamente se triplicaron entre 2003 y 2015, y convirtiéndose en uno de los rubros más dinámicos de nuestras exportaciones.

Todo esto nos muestra que tenemos posibilidades de ser competitivos en rubros intensivos en conocimiento.

1.

Lauterbach, R. (2016) Chile y la Complejidad de sus exportaciones. CNID, Colección Documentos de Trabajo. Santiago, Chile.

2.

Lauterbach, R. (2016) Chile y la Complejidad de sus exportaciones. CNID, Colección Documentos de Trabajo. Santiago, Chile.  
Lauterbach, R. (2016). Chile y la Complejidad de sus exportaciones. CNID, Colección Documentos de Trabajo. Santiago, Chile.

3.

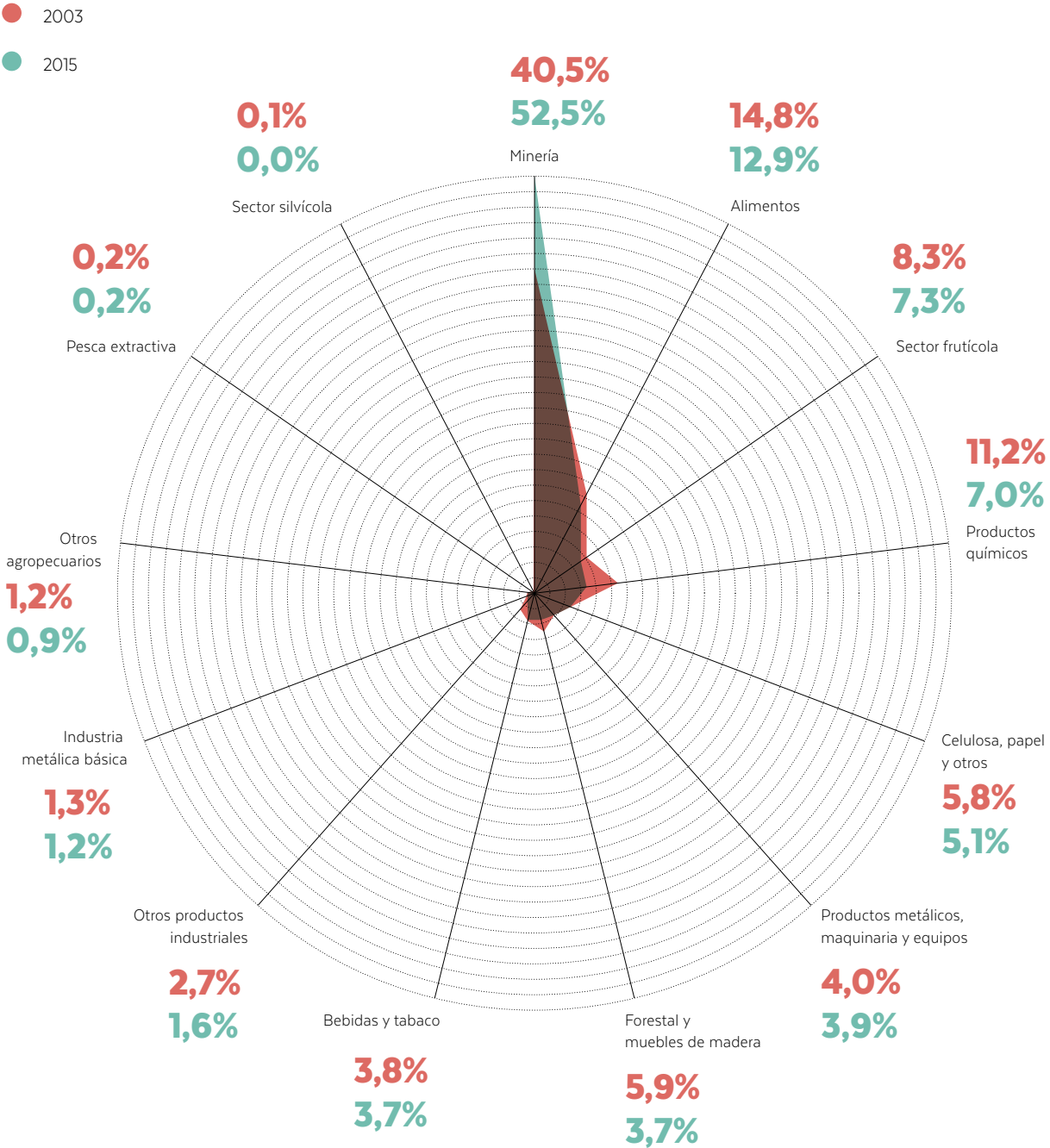
Programa Nacional de Minería Alta Ley (2015), Reporte de Exportaciones de Proveedores de la Minería Chilena, Santiago de Chile.

4.

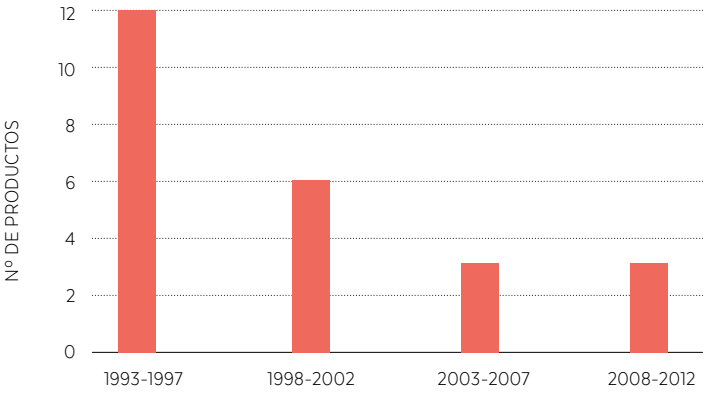
Katz J. y Araya C., (2015), Reflexiones en torno al largo plazo de la salmonicultura chilena. CNID, Colección Estudios. Santiago, Chile. En edición.

Gerens S.A., (2016), Análisis de proveedores especializados para la industria salmonera. Santiago, Chile. En edición.

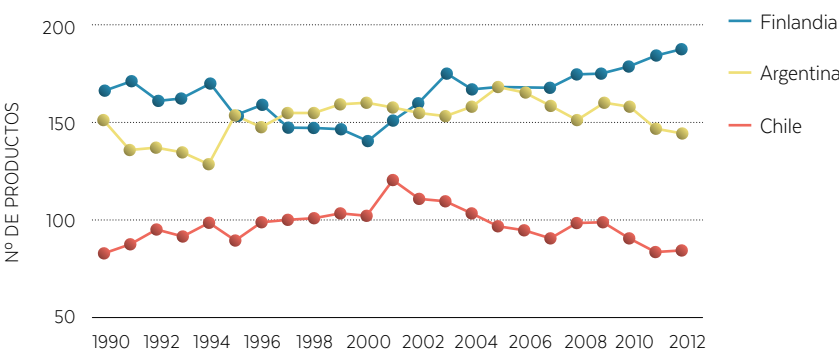
EXPORTACIONES DE BIENES  
(EN % DEL TOTAL, 2003 Y 2015)



CANTIDAD DE PRODUCTOS EXPORTADOS CON VENTAJA COMPARATIVA REVELADA, EN UN MONTO MAYOR A US\$1 MILLÓN



CANTIDAD DE PRODUCTOS NUEVOS DE LOS QUE SE EXPORTÓ AL MENOS US\$1 MILLÓN<sup>1</sup>



PRODUCTOS EXPORTADOS CON VENTAJA COMPARATIVA EN 2012, PERO NO EN 2013 (MM US\$)	
Despojos comestibles de animales en las diferentes partidas	(83,16)
Semillas y frutos oleaginosas	(12,35)
Residuos de ovejas, corderos, lanas	(1,09)
Material vegetal especies utilizadas principalmente en cestería o espartería	(1,82)
Aceites animales y grasas	(49,22)
Aceite de oliva	(63,64)
Abonos minerales o químicos nitrogenados	(286,80)
Fungicidas empaquetados para la venta	(98,25)
Almidones, inulina y gluten trigo	(92,10)

Nota: Cálculos propios en base a datos de UN Comtrade. El universo de productos según la categorización utilizada es 772.



## Nuestras diferencias de productividad entre empresas están en la base de la desigualdad



Más allá de otros factores, como el nivel educacional y la capacidad de negociación, hay una relación directa entre las diferencias de productividad por sector y tamaño de empresa, y las diferencias que refleja la distribución del ingreso.

La baja productividad general nos hace menos prósperos. Mientras menos productivas son las empresas, los salarios que pueden pagar son menores. La mayoría de nuestras empresas son mucho menos productivas que las de Estados Unidos, con excepción del sector de la minería<sup>4</sup>. Esta situación es particularmente evidente en los sectores de comercio y de servicios, que son los rubros que concentran la mayor cantidad de empresas y de empleo en Chile. Pero las diferencias de productividad entre las empresas de distinto tamaño son también muy superiores: en Chile una pequeña empresa es mucho menos productiva respecto de una grande comparada con el resto de los países de la OCDE. En estos, trabajar en una empresa grande o en una pequeña no representa una diferencia tan grande en términos de productividad. Como resultado, sus condiciones salariales y laborales son relativamente similares. En Chile, en cambio, son diferencias

siderales. Trabajar en la gran minería del cobre es muy distinto a trabajar en una pequeña mina. Tenemos muchas micro y pequeñas empresas con muy baja productividad, lo que incide en que los ocupados tengan sueldos muy bajos. Pero además, al existir grandes diferencias de productividad respecto de las grandes, se afecta directamente la forma cómo se distribuyen los ingresos obtenidos por la actividad laboral. Dado que las empresas de menor tamaño tienen una alta relevancia en regiones, se refuerzan también diferencias de oportunidades laborales a nivel territorial. Los aumentos de productividad no se reflejan de manera inmediata ni lineal en aumentos salariales, pero en la medida que la productividad general aumenta y las brechas disminuyen, hay mayores condiciones para que se eleven los ingresos de los asalariados. Más allá de otros factores, como el nivel educacional y la capacidad de negociación, hay una relación directa entre las diferencias de productividad por sectores y tamaño de empresas, y la mala distribución del ingreso. Por ello, el esfuerzo por elevar la productividad debe extenderse a todos los sectores y segmentos de empresas, y al mismo tiempo evitar generar condiciones que favorezcan la permanencia artificial de actividades poco productivas. A través de su efecto directo en la distribución de los ingresos, en el actual contexto de amplia mercantilización de la vida en sociedad, la heterogeneidad productiva se hace también fuente de mayor desintegración social.

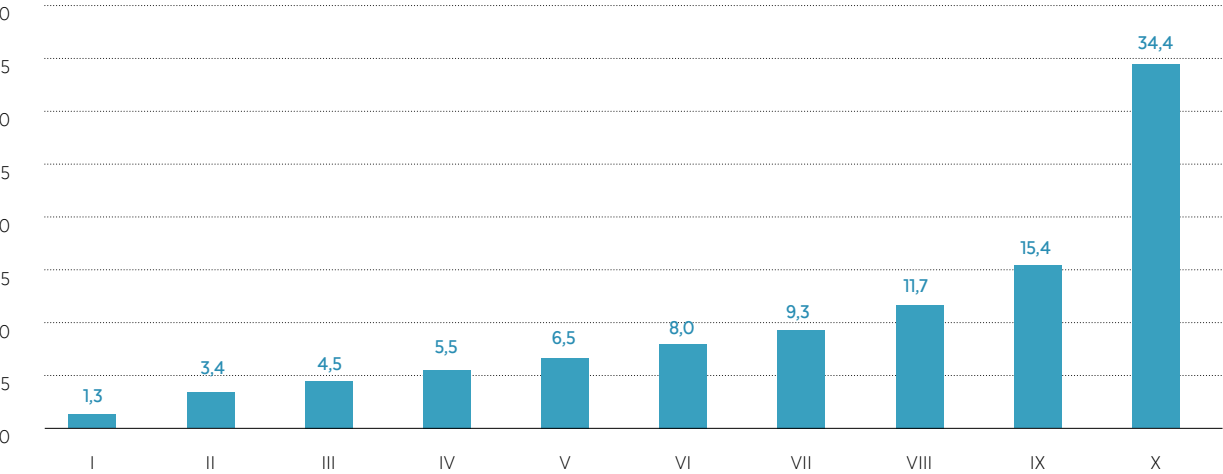
1. BID 2010.  
2. Casen 2015.  
3. Latin American Economic Outlook 2013 - © OECD 2012.  
4. Pages, Carmen (2010) “La era de la productividad. Cómo transformar las economías desde sus cimientos.” Banco Interamericano del Desarrollo. Washington, D.C.

	Chile	OCDE	Alemania
--	-------	------	----------

Horas anuales trabajadas <sup>1</sup>	1.987	1.766	1.371
---------------------------------------	-------	-------	-------

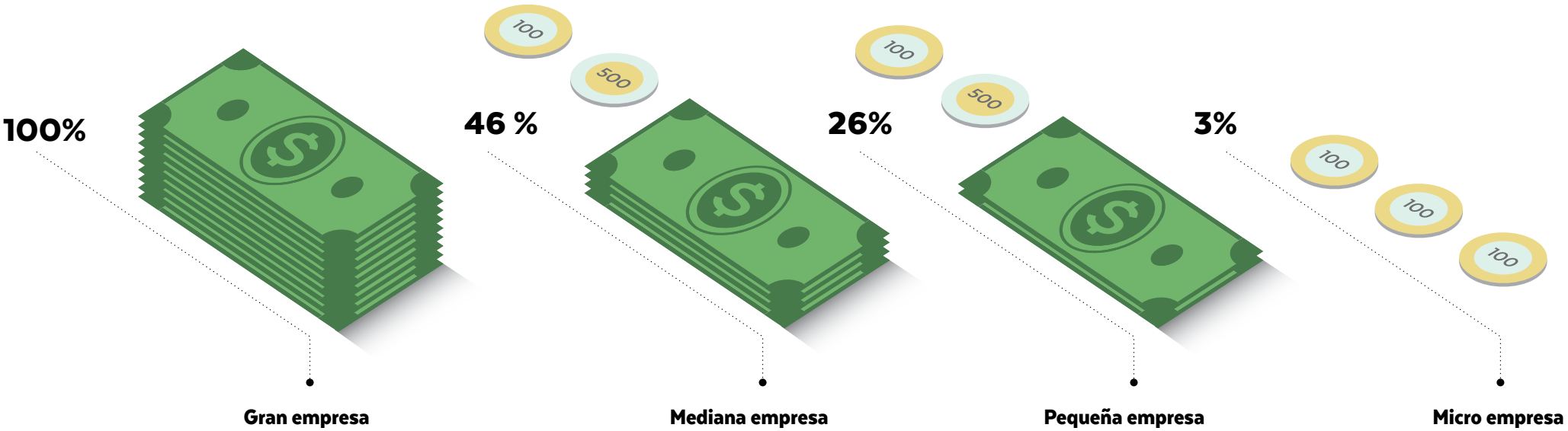
US\$ producidos en una hora de trabajo <sup>1</sup>	US \$23,54	US \$46,20	US \$58,97
---	------------	------------	------------

DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO AUTÓNOMO POR DECIL DE INGRESO AUTÓNOMO PER CÁPITA DEL HOGAR (2015)<sup>2</sup>



BAJA PRODUCTIVIDAD DE LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA<sup>3</sup>

En el lapso de tiempo en que un trabajador de una gran empresa produce \$10.000, quienes se desempeñan en las de menor tamaño producen \$300.







### El gasto social disminuye la desigualdad, pero no puede ser la única respuesta



El aporte del gasto social a la disminución de la desigualdad en el acceso a bienes y servicios, debe complementarse con una mejora en la distribución primaria de los ingresos autónomos, lo cual requiere disminuir brechas de productividad.

Las manifestaciones de la desigualdad que se derivan, entre otras múltiples causas, de las diferencias de ingreso, se amplían en la medida que la lógica del mercado se ha ido expandiendo a cada vez más esferas de la sociedad, como ha ocurrido en las últimas décadas en muchos países y, en particular, en Chile.

Sin perjuicio de las diferentes apreciaciones que pueda haber sobre el tema, lo cierto es que esto incide en que las distancias de los ingresos se reflejen en experiencias de vida con diferencias muy acentuadas entre los distintos segmentos de la población

Es aquí donde el Estado juega un rol muy importante en la disminución de la desigualdad en el acceso a bienes y servicios, que emerge de la distribución del ingreso y de la riqueza en la sociedad.

El gasto social efectivamente compensa parte de esa desigualdad que se genera en la distribución de los ingresos autónomos de las personas, es decir de aquellos obtenidos de sus rentas y ocupaciones. En efecto, si miramos el impacto del gasto social para acortar la brecha entre el

diez por ciento más rico y el diez por ciento más pobre, se aprecia que la situación experimenta una importante mejoría: antes del gasto social, los más ricos tienen 27,2 veces más ingresos que los más pobres; después, bajamos a 16 veces. Lo mismo ocurre, aunque de manera menos dramática, con la distribución general de ingresos medida por el coeficiente de Gini, que desciende de 0,495 a 0,482. Sin embargo, aún así se trata de diferencias muy elevadas y estamos todavía muy lejos de los estándares de la OCDE.

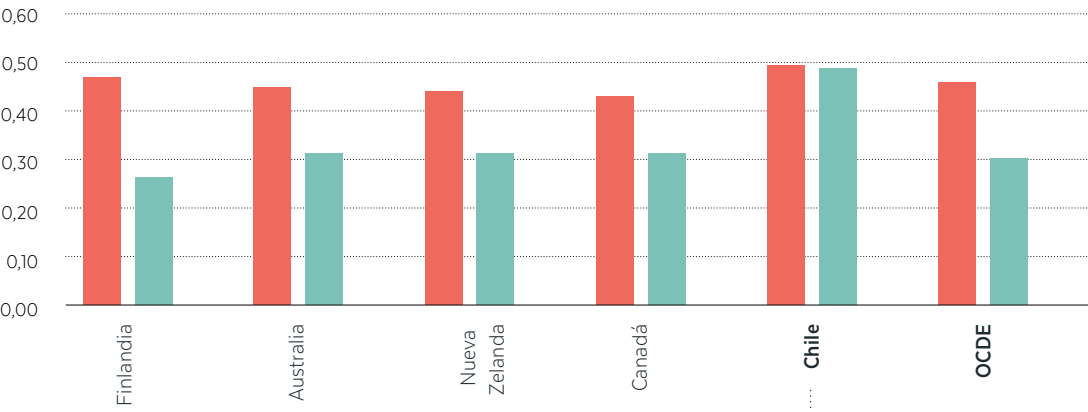
Es innegable que la demanda por mayor igualdad tiene fundamentos reales en Chile. El problema es que si avanzar en este sentido depende fundamentalmente del esfuerzo que se realiza a través de la política social compensatoria, la presión sobre el gasto público no solo se verá incrementada, sino que se hará difícil invertir en otros ámbitos necesarios para continuar desarrollándonos. Es el caso de algunos de enorme impacto en nuestra convivencia como, por ejemplo, los bienes públicos de disfrute general, tales como cultura, protección ante inclemencias de la naturaleza, conservación y promoción del medio ambiente, entre otros.

El aporte del gasto social a la disminución de la desigualdad en acceso a bienes y servicios debe ser complementado con una mejora en la distribución primaria del ingreso, la que solo puede producirse si es que se elevan sustancialmente las remuneraciones e ingresos en aquellos ámbitos en que hoy labora la mayor parte de la población.

- 1. Government at a Glance, 2015, OECD.
- 2. Ministerio de Desarrollo Social, 2016.
- 3. Ministerio de Desarrollo Social, 2015.

### GINI AUTÓNOMO Y MONETARIO EN EL MUNDO, 2015<sup>1</sup>

● **Autónomo:** Gini de Ingreso antes de impuestos y transferencias ● **Monetario:** Gini de ingreso después de impuestos y transferencias



El coeficiente de Gini es una medida utilizada para medir la desigualdad de los ingresos. Corresponde a un número entre 0 y 1, donde 0 equivale a la perfecta igualdad de ingresos de todas las personas y donde 1 corresponde con la total desigualdad.

GINI AUTÓNOMO<sup>2</sup>

0,495

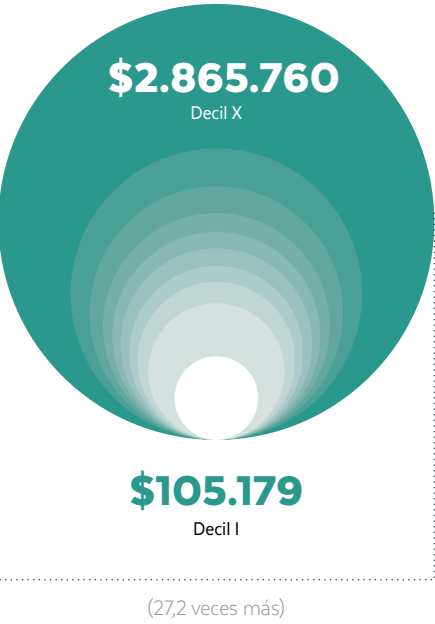
vs

GINI MONETARIO<sup>2</sup>

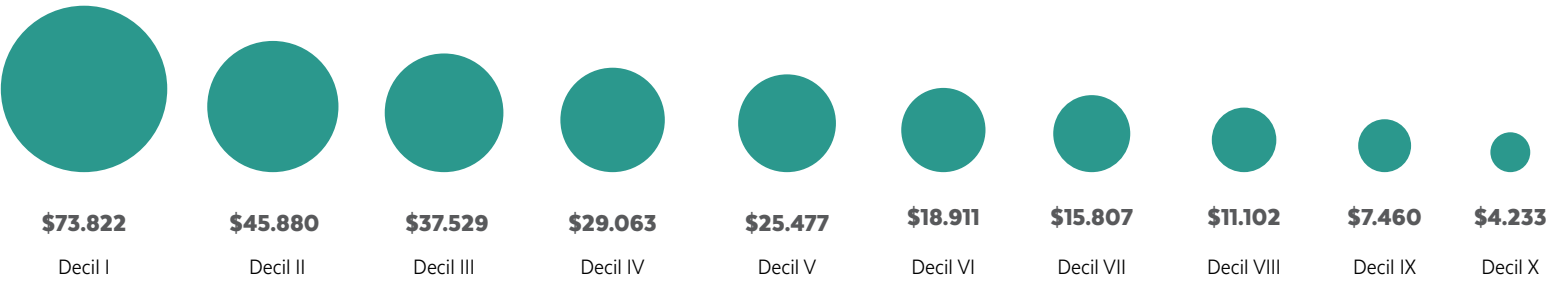
0,482

### INGRESO AUTÓNOMO DEL HOGAR POR DECIL<sup>3</sup>

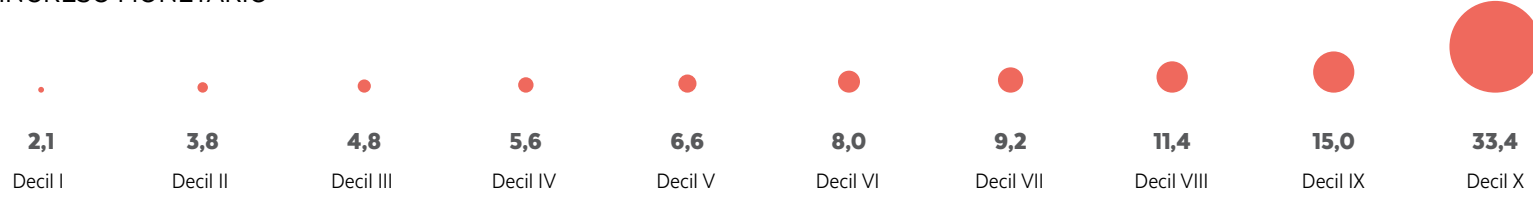
**Decil I:** 10% más pobre de la población.  
**Decil X:** 10% más rico de la población



### SUBSIDIO MONETARIO DEL HOGAR POR DECIL<sup>3</sup>



### DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO MONETARIO<sup>3</sup>





# El envejecimiento de la población agrega una fuente adicional de presión a nuestra economía y a la política social



Pensando en nuevas posibilidades de ocupación para quienes alcanzan la tercera edad, las nuevas tecnologías ofrecen cada vez más alternativas a las personas para acceder a trabajos más productivos y mantenerse activos en el tiempo.

Hasta hace unos años nos beneficiamos de lo que se conoce como “bono demográfico”. Esto alude a una situación en la cual una baja proporción de población que no trabaja, es sostenida por una proporción relativamente alta de personas en edad de trabajar.

Esa condición está cambiando rápidamente, y las proyecciones demográficas indican que Chile está moviéndose a una situación en la que cada vez tendrá una menor proporción de población trabajadora en relación a una creciente población que ya no está en edad de trabajar (y que cada vez vive más años). Hay que tener presente que, más allá de que el sistema actual de pensiones se basa en cuentas de capitalización individual, el Estado asume buena parte del gasto previsional a través de su aporte al pilar solidario y a las pensiones asistenciales,

sin mencionar los impactos al nivel del gasto público en salud y otros.

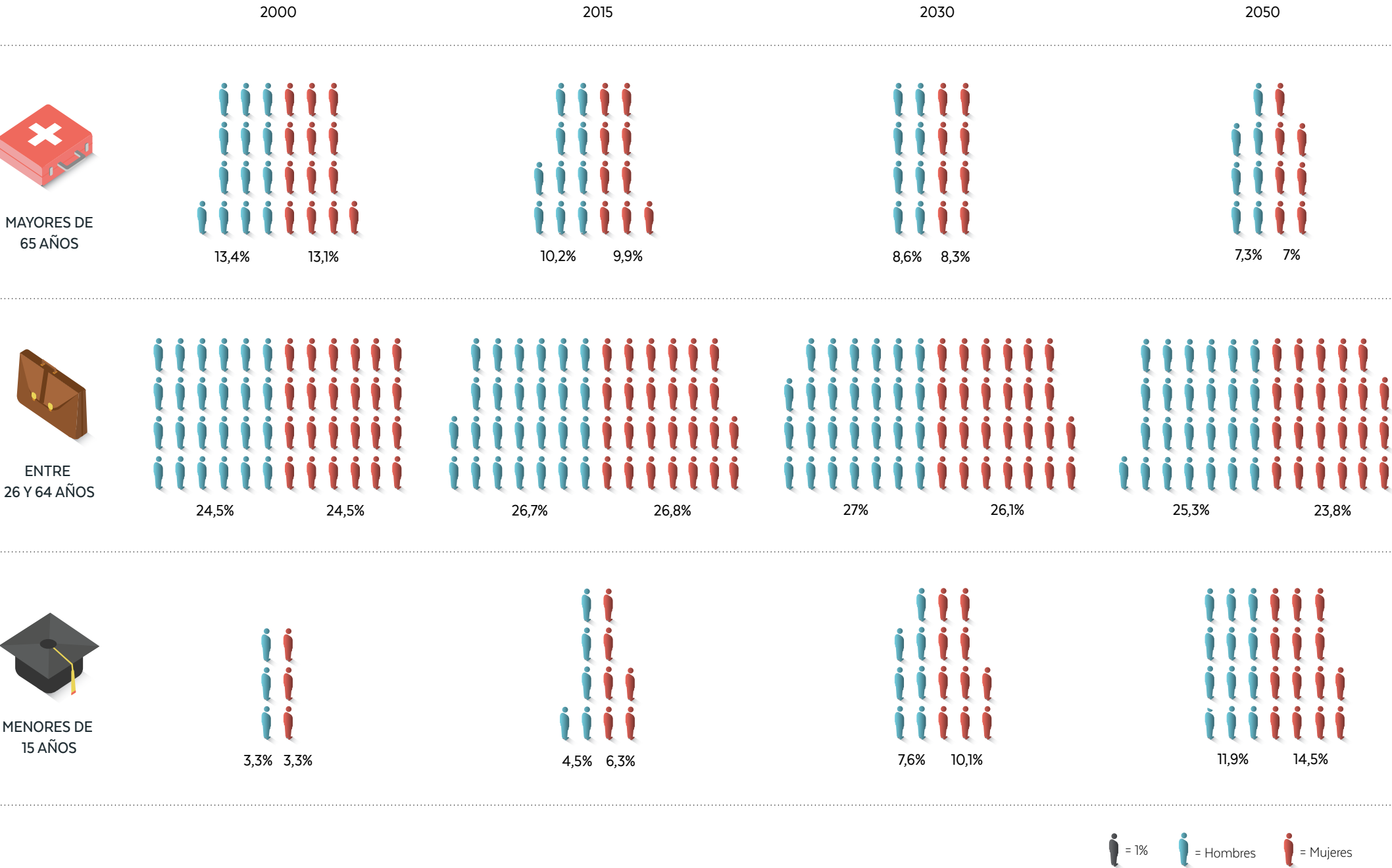
La discusión que se ha instalado en el país por el bajo nivel de las pensiones, muestra la importancia de este tema para la población, y en el futuro irá siendo cada vez más relevante. Sin perjuicio de las mejoras institucionales o regulatorias que se diseñen e implementen, no podemos dar la espalda al hecho de que elevar la productividad de nuestras actividades económicas es una condición que contribuye a generar mejores ingresos para quienes jubilan. Puestos de trabajo más productivos tienden a ir asociados a remuneraciones más elevadas, y una economía que crece puede sostener mejor a su población pasiva.

Pero, también hay que tomarse en serio las nuevas posibilidades de ocupación (remuneradas o no remuneradas) para quienes alcanzan la tercera edad. Hoy, a los 65 años, muchas personas aún tienen la necesidad, y a veces también las ganas, energía, y desde luego la experiencia, para seguir aportando a la sociedad. Sin entrar al debate sobre la edad de jubilación, es un hecho relevante a considerar que son cada vez más las personas jubiladas que se mantienen activas de manera voluntaria. Y las nuevas tecnologías de información y comunicación ofrecen cada vez más posibilidades para aportar a la sociedad de forma remota, si nos hacemos cargo de la alfabetización digital.

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: The 2015 Revision.

<https://populationpyramid.net/es/chile/2050>

## LA PRESIÓN DEMOGRÁFICA SOBRE EL GASTO SOCIAL<sup>1</sup>





### Debemos asumir el reto de mejorar la productividad



El desafío es doble: aumentar la productividad de manera sostenida en el tiempo, pero también lograr que esos aumentos se distribuyan a lo largo y ancho de empresas de todos los tamaños y sus trabajadores.

Chile es uno de los pocos países de América Latina que logró elevar su productividad en las últimas décadas. Sin embargo, nuestro avance se ha hecho más lento y, de hecho, nuestra productividad ha estado cayendo en el último decenio.

La elevación sostenida de nuestro desempeño productivo es clave para el crecimiento económico, ya que permite generar mejores remuneraciones aún sin el efecto de compensación de la política social, pero -a la vez- con mejores ingresos se genera una mayor recaudación

tributaria que le permite al Estado una mayor inversión social.

Así, el desafío es doble: aumentar la productividad de manera sostenida en el tiempo, pero también lograr que esos aumentos se distribuyan a lo largo y ancho de las actividades económicas, materializándose en las empresas de todos los tamaños y sus trabajadores.

Ciertamente, esta mejora no genera de inmediato ni automáticamente mayores niveles de remuneración, pero sin duda son una condición para que ello ocurra y se mantenga.

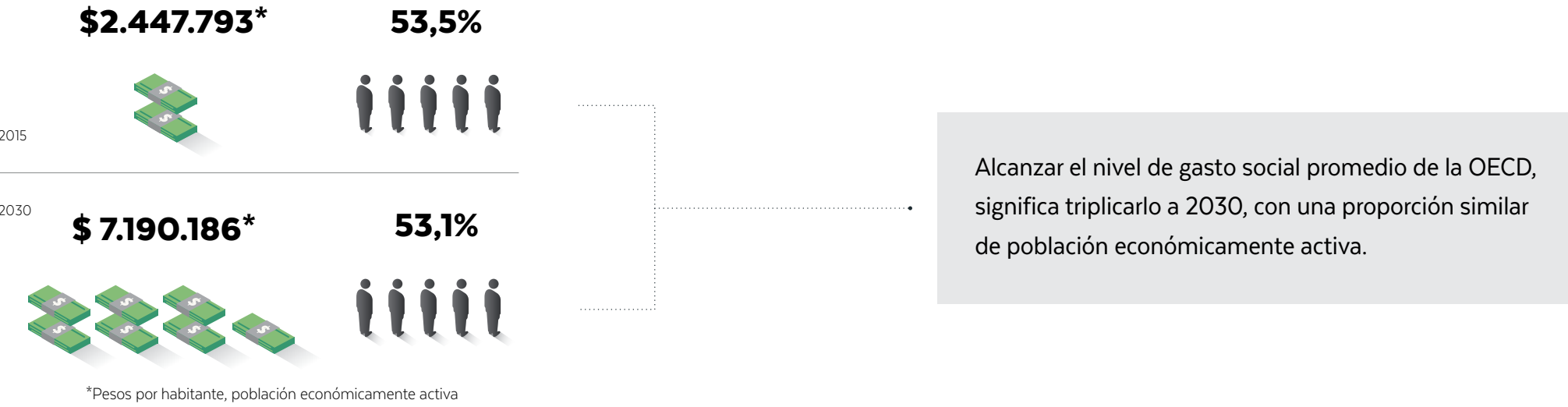
Una mejor distribución de los ingresos autónomos, también supone una menor presión sobre el gasto social como mecanismo de corrección de las desigualdades, permitiendo generar espacio para abordar otros retos. Y el contexto en que actualmente nos desenvolvemos, nos está planteando nuevas exigencias que se unen a los retos que nos han acompañado en nuestro difícil camino al desarrollo.

1. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Population Prospects: The 2015 Revision.

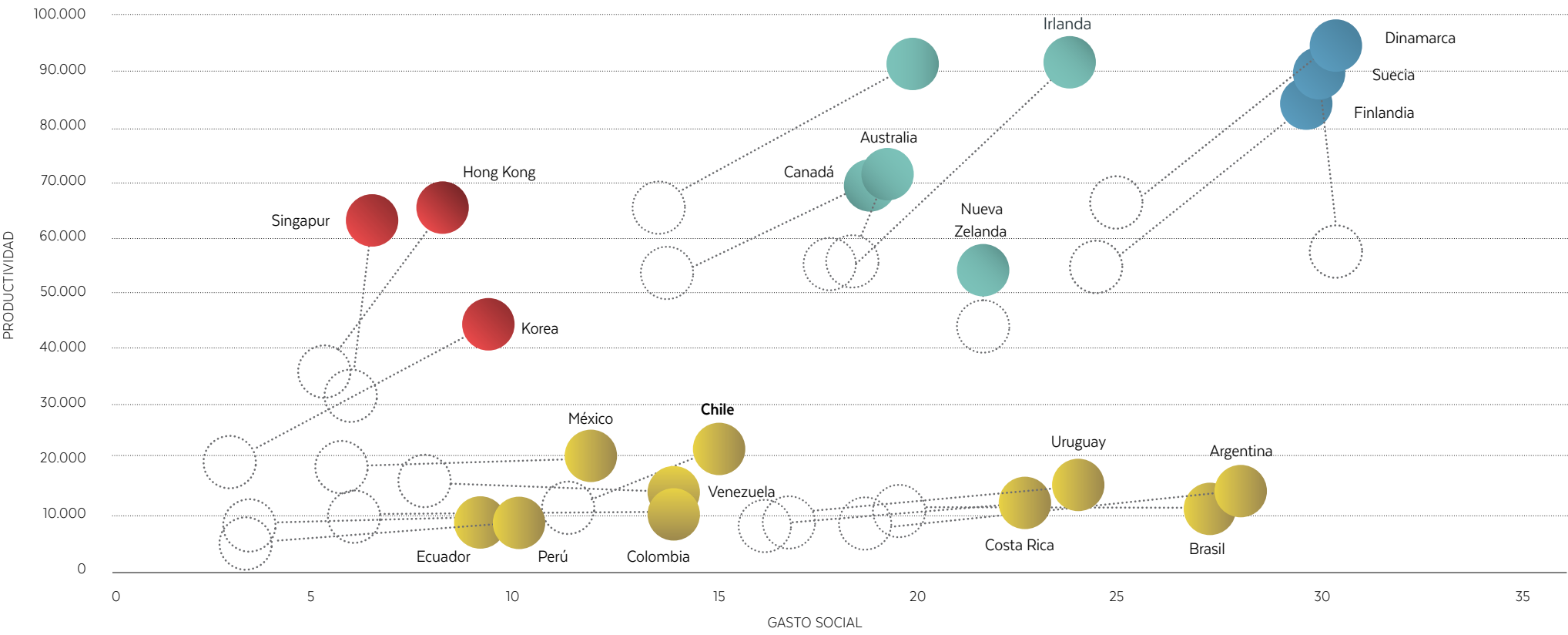
<https://populationpyramid.net/es/chile/2050>

2. OECD Compendium of Productivity Indicators 2016 - © OECD 2016.

### PROYECCIÓN DEL GASTO SOCIAL PARA ALCANZAR EL NIVEL DE OECD Y PROPORCIÓN DE POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA<sup>1</sup>



### GASTO SOCIAL Y PRODUCTIVIDAD LABORAL<sup>2</sup>





**Carlos Álvarez Voullième, consejero CNID**

Es Ingeniero Civil Industrial de la Universidad de Chile, Master en Economía y Master en Administración Pública de la Universidad de Harvard. Fue Subsecretario de Economía, Vicepresidente Ejecutivo de la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo) y Presidente del Sistema de Empresas Públicas. Entre 2010 y 2013 fue Subdirector del Centro de Desarrollo de la OCDE en París. Actualmente es Director de InvestChile.



## Impulsar con fuerza la innovación y la productividad

Por Carlos Álvarez Voullième



Chile ha evidenciado en los últimos años una importante caída en su potencial de crecimiento. Las estimaciones de tendencia elaboradas por el Banco Central y el Comité de Expertos de la Dirección de Presupuesto están en torno al 3% anual, muy por debajo de las cifras en torno al 5% de las décadas del 1990 y 2000.

Esta desaceleración se puede explicar de manera importante por la sustancial caída en la contribución de los sectores exportadores intensivos en recursos naturales al crecimiento del país, a partir de mediados de la década pasada, cuando dejan de crecer a tasas superiores al PIB promedio de la economía, por haber arribado a escalas de producción sujetas a rendimientos decrecientes.

Un ejemplo elocuente de este fenómeno lo presenta la actividad de la minería del cobre, la que siendo el principal motor del crecimiento de los años 90 pasa a una fase de permanente caída en su productividad en los años 2000, la que se explicaría en una porción importante por deterioro en la calidad del recurso explotado (ley del mineral, razón estéril-mineral, etc.). El resultado, como se desprende del Informe de la Comisión de Productividad 2016, es que a causa de la caída en la PTF del sector minero, la PTF del país creció a la magra tasa de 0,1% y no al 1,4%

que evidenció el resto de la economía, en gran medida como producto de la declinación de la calidad y disponibilidad del recurso mineral.

En el futuro próximo, Chile ya no contará con el dividendo de los recursos naturales para impulsar su crecimiento y deberá promover nuevas actividades de alta productividad para volver a crecer a tasas del 4% o más, ya sea modernizando sectores existentes o impulsando nuevos sectores exportadores. Para ello, deberá innovar en su mix de políticas de apoyo al crecimiento, desarrollando nuevas capacidades y aprovechando las oportunidades que emergen del cambio tecnológico global. Ya no bastará con garantizar un escenario macroeconómico estable ni un ambiente de negocios amistoso. Será necesario impulsar con fuerza la innovación y el incremento de productividad de los sectores existentes, ponerse al día en materias de infraestructura tecnológica, y otorgar un decidido apoyo a la emergencia de nuevas actividades productivas, combinando programas de desarrollo de capacidades en rubros de alto potencial de crecimiento, la promoción del emprendimiento innovador y la atracción de empresas globales que transfieran tecnología y buenas prácticas de innovación y gestión.





## Y hacernos cargo del desafío del empleo



Abordar de manera integral la CTI es una oportunidad de enfrentar y transformar el avance de las nuevas tecnologías en una posibilidad de más y mejores empleos para Chile.

Mejorar la equidad de nuestra distribución de ingreso requiere entre otras cosas, elevar la productividad de los empleos, pero también involucra crear nuevos y abrir posibilidades ocupacionales ante el cambio tecnológico.

Nuestra economía no ha creado empleos a un ritmo suficiente y buena parte de las ocupaciones nuevas son trabajo por cuenta propia, incluyendo el comercio ambulante. Al borde o al margen del mercado laboral, se concentran jóvenes, mujeres y adultos mayores. Asimismo, la alta participación laboral en el sector servicios, no lo es en aquellos intensivos en conocimiento.

El impacto de la CTI en el empleo es un tema de debate. Algunos afirman que en ciertas ocupaciones, el cambio en los procesos hará inevitable el reemplazo de las personas por la tecnología<sup>5</sup>. Por otra parte,

una serie de estudios<sup>6</sup> muestra que el efecto neto de las innovaciones empresariales genera nuevas fuentes laborales, básicamente por el impacto de las innovaciones de producto, que compensa la reducción de las de procesos.

Innovar resulta clave y también lo es adecuar las capacidades de los trabajadores al cambio tecnológico acelerado. Por eso, preocupante que, en Chile, las actividades de capacitación se concentren principalmente en las empresas grandes (63,9% del total), en ciertos sectores y regiones.

Las nuevas tecnologías pueden ofrecer nuevas formas de participación e inserción laboral, así como facilitar la inclusión laboral de jóvenes, mujeres y población adulta, en servicios con base tecnológica. Sin embargo, para que ello sea efectivo, es necesario mejorar el enfoque y alcance de las iniciativas de adquisición y fortalecimiento de las competencias en los trabajadores adecuados a su educación base, edad, alfabetización digital, costos de oportunidad, entre otras variables.

Una estrategia que aborde de manera integral estas dimensiones es una oportunidad de enfrentar y transformar el avance de las nuevas tecnologías en una posibilidad de más y mejores empleos para Chile.

- <https://data.oecd.org/emp/self-employment-rate.htm>

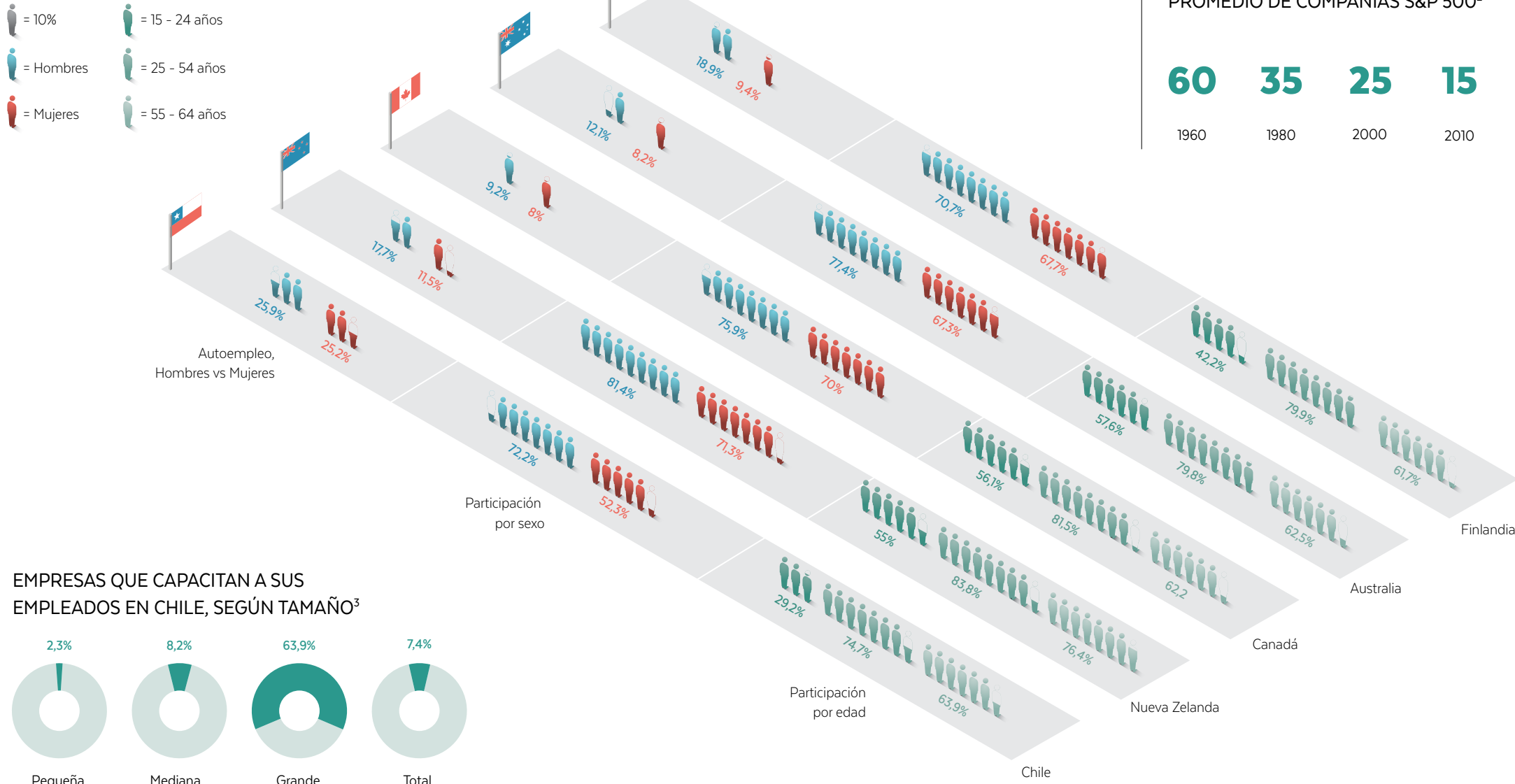
<https://data.oecd.org/emp/employment-rate.htm>

<https://data.oecd.org/emp/self-employment-rate-by-age-group.htm>
- Incrementa Venture Builder con datos de Innosight.

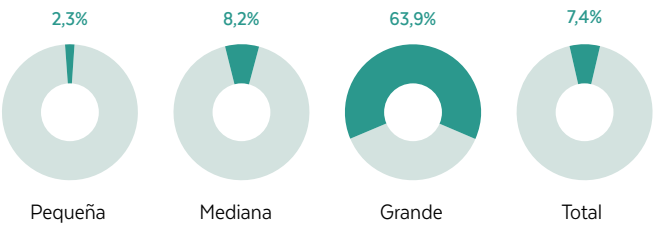
S&P 500 ó Standard & Poor's 500 = índice bursátil a partir de 500 grandes empresas que cotizan en las bolsas NYSE o NASDAQ.
- Encuesta Longitudinal de Empleo, ELE, 2015.
- Employment Projections Program, U.S. Bureau of Labor Statistics. 2014.
- Ver planteamientos de IEEE (<http://theinstitute.ieee.org/ieee-roundup/blogs/blog/will-automation-kill-or-create-jobs>). Más referencias en páginas siguientes.
- Pereira, M., Tacsir, E. (2016). Generación de empleo e innovación en Argentina. Un abordaje microeconómico para el período 2010-2012. BID, Documento de Trabajo IDB-WP-755.

Crespi, G., Tacsir, E. (2012). Effects of innovation on employment in Latin America. BID. Nota técnica IDB-TN-496.

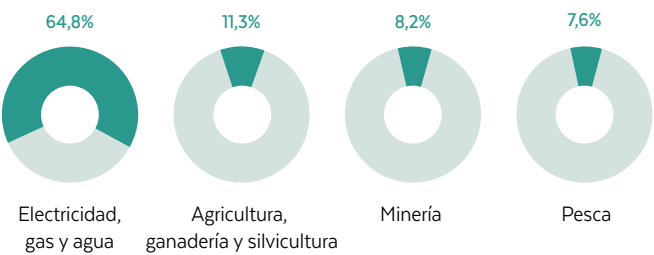
### COMPOSICIÓN DEL EMPLEO. PAÍSES COMPARADOS, 2015<sup>1</sup>



### EMPRESAS QUE CAPACITAN A SUS EMPLEADOS EN CHILE, SEGÚN TAMAÑO<sup>3</sup>



### TRABAJADORES CAPACITADOS POR SECTOR<sup>3</sup>



### PORCENTAJE DE EMPLEABILIDAD DISMINUIRÁ EN PRÓXIMOS AÑOS<sup>4</sup>

- 69,9** Cargadores de combustible de locomotoras.
- 50,0** Instaladores de equipos electrónicos y reparadores de vehículos de motor.
- 42,4** Operadores de telefonía.
- 30,5** Operadores de máquina de zapatos.

**2016**

El Grupo Adidas anuncia que inaugurará fábricas completamente robotizadas en Alemania y en Atlanta, Estados Unidos. En Alemania iniciará producción a fines de 2016, pero el 2017 estará 100% robotizada. Hace 20 años la compañía había trasladado la producción a Asia, donde ha aumentado el costo de producción, razón por la cual han decidido retornar a su país de origen con procesos enteramente robotizados.

III. HOY ENFRENTAMOS UN CONTEXTO CADA VEZ MÁS EXIGENTE Y APREMIANTE

El escenario económico internacional es incierto

Enfrentamos una economía internacional con rumbos menos claros que hace una década, exigiéndonos ampliar nuestras capacidades para que sigamos tomando del mundo grandes oportunidades para Chile.

Siendo la chilena una economía pequeña, no tiene mejor opción que estar integrada al comercio internacional. Este ha sido un camino que le ha rendido frutos al país. Pero, la economía, en todos los países del mundo, presenta ciclos de expansión y contracción. En consecuencia, es inevitable que nuestra actividad económica se vea sometida a vaivenes. Nuestro ritmo de crecimiento está muy influido por lo que ocurre en los mercados internacionales. A estas variaciones propias de la economía global, se suman también los ciclos de los precios de las materias primas o *commodities*, lo que nos afecta particularmente<sup>3</sup>.

Por eso, las tendencias que se observan en la economía global deben ser objeto de nuestra permanente atención. Una apreciación serena de la arena internacional nos muestra un contexto de mayor incertidumbres que hace una década, donde coexisten señales contradictorias para nuestros ámbitos de interés.

En efecto, un llamado de alerta, es que en los últimos años se ha podido apreciar que las oscilaciones de la actividad económica internacional

se han vuelto cada vez más frecuentes. Esta mayor turbulencia afecta la planificación de los negocios y, en consecuencia, las inversiones y el empleo.

Junto a lo anterior, es también importante notar que el comercio internacional se ha estancado en los últimos años, disminuyendo su participación en la actividad mundial. Desde luego se trata de una torta significativamente mayor que la que existía en años anteriores, por lo que, para un país pequeño como Chile, sigue tratándose de un enorme espacio para prosperar. Aunque el avance de los discursos proteccionistas, particularmente en Estados Unidos, puede afectarnos.

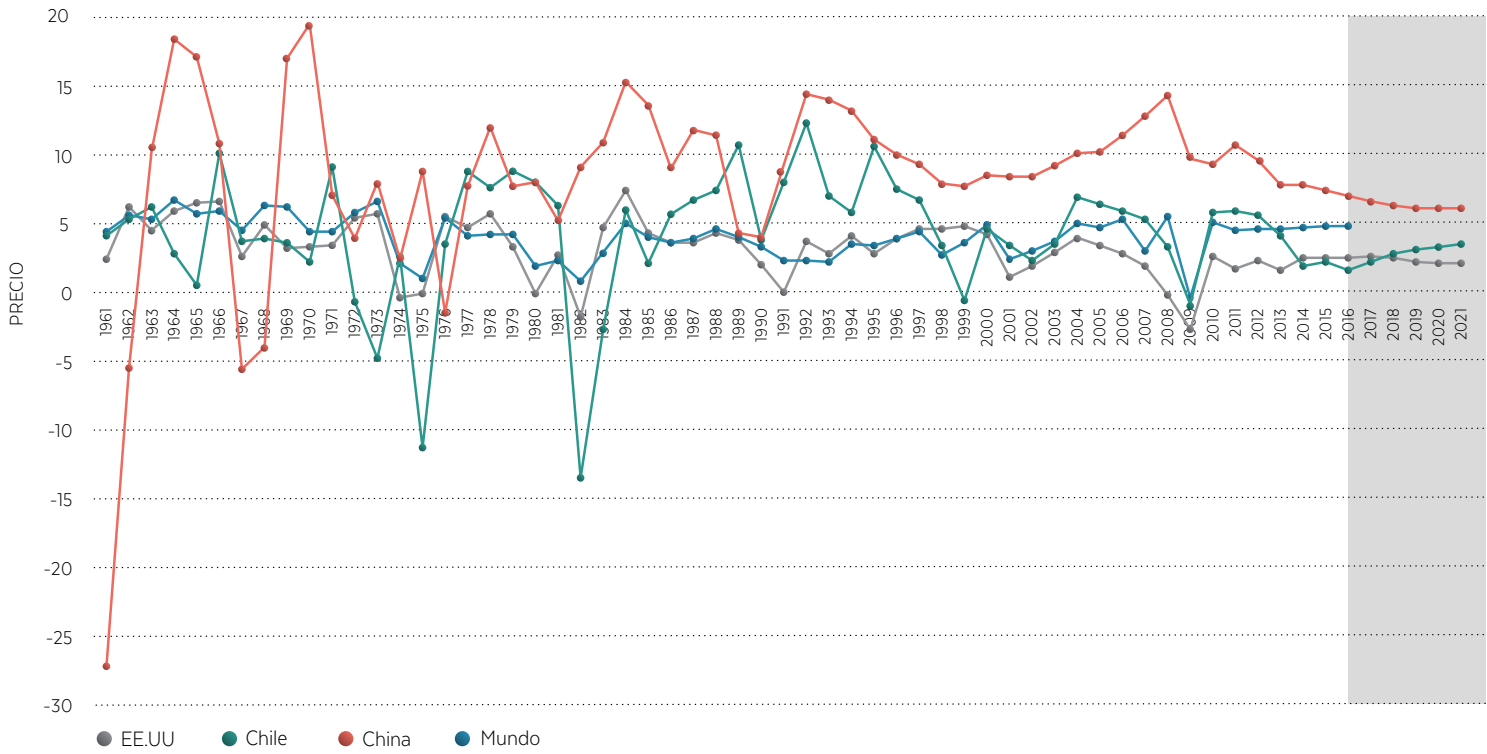
China –nuestro principal mercado de destino- ha ido disminuyendo su tasa de expansión y se proyecta que su crecimiento se estabilice en torno al 6% anual, prácticamente un cuarto menos de las cifras de años pasados. Pero, dado el volumen de su economía, el avance de sus clases medias y la expansión de su nivel de urbanización, China continuará siendo un gran demandante para nuestros productos, aunque no solo de alimentos.

En definitiva, enfrentamos una economía internacional con rumbos menos claros que hace una década, exigiéndonos ampliar nuestras capacidades para que sigamos tomando del mundo grandes oportunidades para Chile.

- 1. Elaboración propia sobre la base de World Economic Outlook Database, abril 2016 para datos desde 1980, World Bank para datos desde 1961 a 1979.
- 2. Elaboración propia, con datos del Banco Mundial y OMC.
- 3. Este fenómeno se hace patente en el precio del cobre, donde pareciera que se está cerrando el segundo de los “superciclos” de los últimos cincuenta años.

PRODUCTO GEOGRÁFICO BRUTO A PRECIOS CONSTANTES<sup>1</sup>

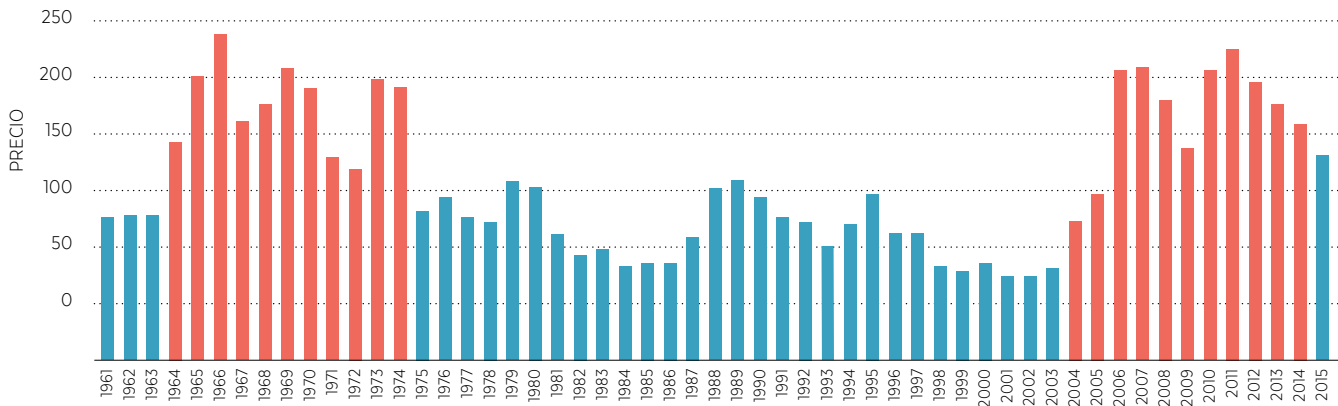
Variación porcentual 1991-2021



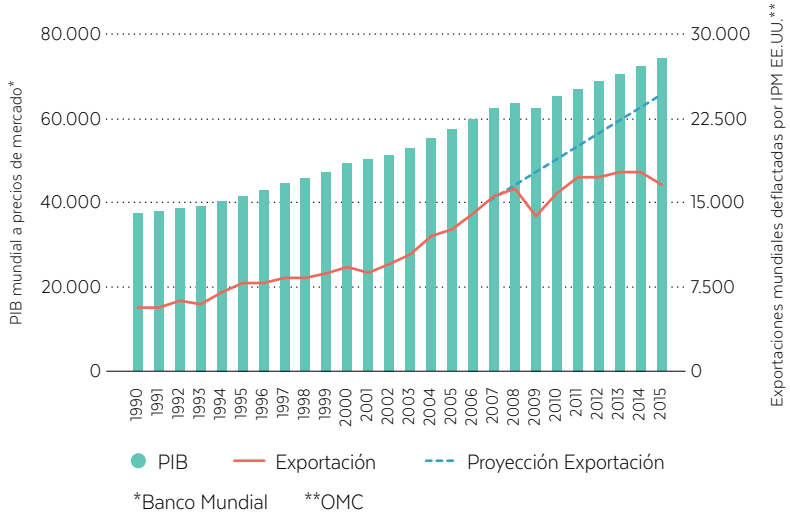
“Cuanto más sabemos, menos podemos predecir. Imaginemos, por ejemplo, que un día los expertos descifran las leyes básicas de la economía. Cuando esto ocurra, bancos, gobiernos, inversores y clientes empezarán a utilizar este conocimiento para actuar de formas novedosas y para conseguir ventaja sobre sus competidores. Podemos saber cómo funcionó la economía en el pasado, pero ya no sabemos cómo funciona en el presente, por no hablar del futuro.”

Harari Y., (2015). Homo Deus. Editorial Debate, p. 70.

EVOLUCIÓN DEL PRECIO DEL COBRE DEFLACTADO POR IPM, EEUU (2003)<sup>2</sup>



EXPORTACIONES Y PIB MUNDIAL A PRECIOS 2008: 1990-2015 (US\$ MM)





## El cambio climático es un aspecto crítico en el camino hacia el desarrollo



Una explotación sustentable de nuestras riquezas es un enorme desafío. Producir alimentos sanos para una población que no cesa de crecer, es una gran oportunidad.

Los habitantes del mundo y sus gobiernos están cada vez más preocupados del cambio global y sus efectos, siendo el más conocido el cambio climático. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, no solo expresan esa inquietud, sino que definen una ruta para los países, con la gran novedad de ser un acuerdo ratificado por Estados Unidos y China. Tal como indicó el entonces canciller de Francia, Laurent Fabius: “es en efecto el primer pacto diplomático en el mundo y para el mundo.”<sup>1</sup>

Cuánta agua se utiliza para la producción de un determinado bien, cuánto carbono se emite en el proceso, cómo se dispone de los desechos, qué efectos tiene la producción sobre los ecosistemas, son todas preguntas que nos hacemos al comienzo de este camino, y que hoy se hacen de manera voluntaria países e industrias.

Más importante aún es entender cómo integrar variables asociadas

al capital natural en la ecuación del desarrollo, tanto a escala nacional, como de negocio e incluso de comunidades. Para un país donde el grueso de las exportaciones se basa en los recursos naturales, esto representa un desafío crítico, donde también hay oportunidades insospechadas. Lograr un uso ambientalmente sustentable de las riquezas de nuestro territorio es sin duda un enorme reto pendiente para Chile.

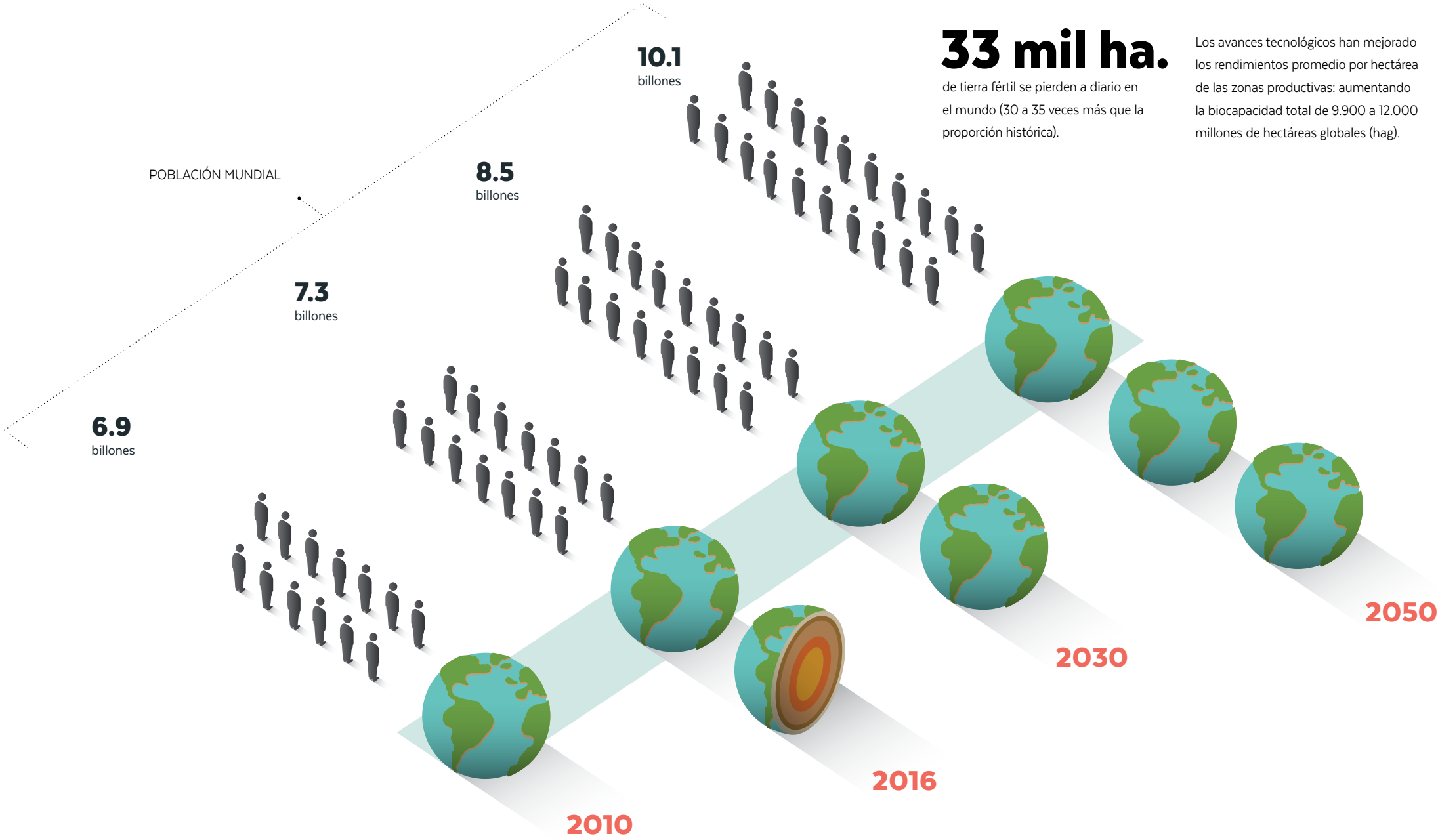
Algunos países han tomado el liderazgo en esta materia. Por ejemplo, el Consejo Federal de Alemania (Bunderast) dio a conocer su propuesta de prohibir la fabricación de vehículos de combustión interna a partir de 2030 y su circulación en 2050. China también ha comenzado a moverse hacia un crecimiento más “verde”.

Nos enfrentamos a un imperativo ético de primer orden. Algunos no están convencidos de que debemos sumarnos con rapidez a esta acción. Aquí solo anotamos que, cuando las naciones más grandes comienzan a moverse, los países como el nuestro, o se preparan o simplemente terminan siendo arrastrados por la ola del cambio.

En suma, los desafíos son enormes, al igual que las oportunidades. Una explotación ambientalmente sustentable de nuestras riquezas es sin duda un enorme reto pendiente. Producir alimentos sanos para una población que no cesa de crecer, es una gran oportunidad.

Fuente Lámina: Global Footprint Network, 2014.

1. Entrevista a Laurent Fabius en Revista Diplomacia, N° 131, Abril 2016, Santiago.



# 33 mil ha.

de tierra fértil se pierden a diario en el mundo (30 a 35 veces más que la proporción histórica).

Los avances tecnológicos han mejorado los rendimientos promedio por hectárea de las zonas productivas: aumentando la biocapacidad total de 9.900 a 12.000 millones de hectáreas globales (hag).

Actualmente, para alimentar a la población mundial requerimos 1,6 planetas, esto es superficies cultivables de tierra fértil. Si seguimos a este ritmo, en 2030 necesitaremos dos planetas y en 2050, necesitaremos tres.



**Bárbara Saavedra Pérez, consejera CNID**

Es Licenciada en Biología y Doctora en Ecología y Biología Evolutiva de la Universidad de Chile. Es directora para Chile de Wildlife Conservation Society, siendo responsable de todas las actividades del organismo en el país, incluyendo el proyecto Karukinka en Tierra del Fuego. También es directora de la Sociedad de Ecología de Chile.



## El imperativo de la sustentabilidad: un salto cuántico, urgente, impostergable

Por Bárbara Saavedra Pérez



Hemos avanzado en reconocer que el crecimiento, el PIB y los indicadores económicos clásicos no dan cuenta del esqueleto mínimo necesario para conformar y sostener el desarrollo que depende de sustentabilidad, inclusión y -por sobre todo- de mirada de largo plazo. Esta es una transición profunda que recién estamos empezando, pero donde no podemos sino avanzar a grandes pasos.

Los ecosistemas naturales están en la base del bienestar humano, seamos individuos, comunidades, países o empresas. Su degradación nos impacta y degrada a todos, provocando cambios globales que incluyen además del cambio climático, acidificación de los océanos, aumento de invasiones y pestes, alteración en patrones biogeoquímicos, disposición y calidad de agua dulce, entre otros.

Hoy necesitamos aceptar que el orden natural de la naturaleza define una jerarquía asociada al tema de sustentabilidad (y más aún del desarrollo), el que requiere fortalecer, recuperar y promover la base de los sistemas fundamentales que han permitido la existencia de la vida en la Tierra. Y esta jerarquía necesita aprender a mirar y a actuar de una forma integrada, reconociendo la naturaleza multidimensional de nuestros sistemas socio-ecológicos.

En esta transición la mayor necesidad que enfrentamos hoy es la de generar vínculos -no transacciones- con nuestro entorno, sea este social, cultural, territorial, ecológico, y más. Vínculos que reconozcan nuestra identidad (a nivel individual, comunidad, país, empresa, centro de investigación, entre otros), y los contextos en donde ella se inserta. Es desde esta doble mirada donde está el germen del pensamiento integrado y sistémico que nos toca desarrollar. La confluencia de las ciencias en todas sus dimensiones es clave en este proceso, pero también lo es la colaboración que permite su integración con otros saberes, pues solo así se acceden y promueven miradas y acciones integradas.

Con la visión adecuada, el camino se torna en pieza clave, ampliando oportunidades de transformación, toda vez que el proceso en sí mismo se reconoce como plataforma de aprendizaje compartido. Solo recorriéndolo de manera diseñada y atenta, es que iremos desarrollando capacidades, vinculaciones, construyendo confianzas, aprendiendo a trabajar en conjunto, incluyendo a las élites y a los desdentados, abrazando la incertidumbre con el mejor conocimiento disponible, reconociendo y captando el talento (no solo científico, sino de todo tipo y en todo espacio) y poniéndolo a disposición de una construcción común de futuro.





## En Chile, el cambio climático tiene manifestaciones particularmente críticas



Este fenómeno se deja sentir, asimismo, en la degradación de ecosistemas naturales y servicios asociados; en las condiciones que ellos generan para la producción agrícola; en la aparición y amenaza de nuevas plagas y enfermedades; e incluso en la mayor ocurrencia de catástrofes naturales.

Chile es uno de los países más vulnerables a los efectos del cambio climático<sup>3</sup>, la manifestación más conocida del cambio global. Y las personas así lo perciben: un 77 por ciento de la población se declara preocupado por el calentamiento global<sup>4</sup>, cifra muy por encima de la de Estados Unidos, donde solo llega al 57 por ciento.

El impacto de este fenómeno ya se está haciendo sentir en la disminución tendencial que han experimentado las precipitaciones, siendo en parte responsable de una situación que ya se define como megasequía entre las regiones de Coquimbo y la Araucanía.

Pero también impacta territorios del sur del país, a través del agotamiento de innumerables fuentes de agua potable rural. Una cifra

decidora de lo que esto implica a nivel nacional: en 2016, el Estado ha pagado cerca de 80 millones de dólares en camiones aljibe para abastecer de agua a las zonas afectadas.

Este fenómeno se deja sentir, asimismo, en la degradación de ecosistemas naturales y sus servicios asociados; en las condiciones que ellos generan para la producción agrícola; en la aparición y amenaza de nuevas plagas, pestes, especies invasoras y enfermedades; e incluso en la mayor ocurrencia de catástrofes naturales como aluviones, incendios o grandes inundaciones.

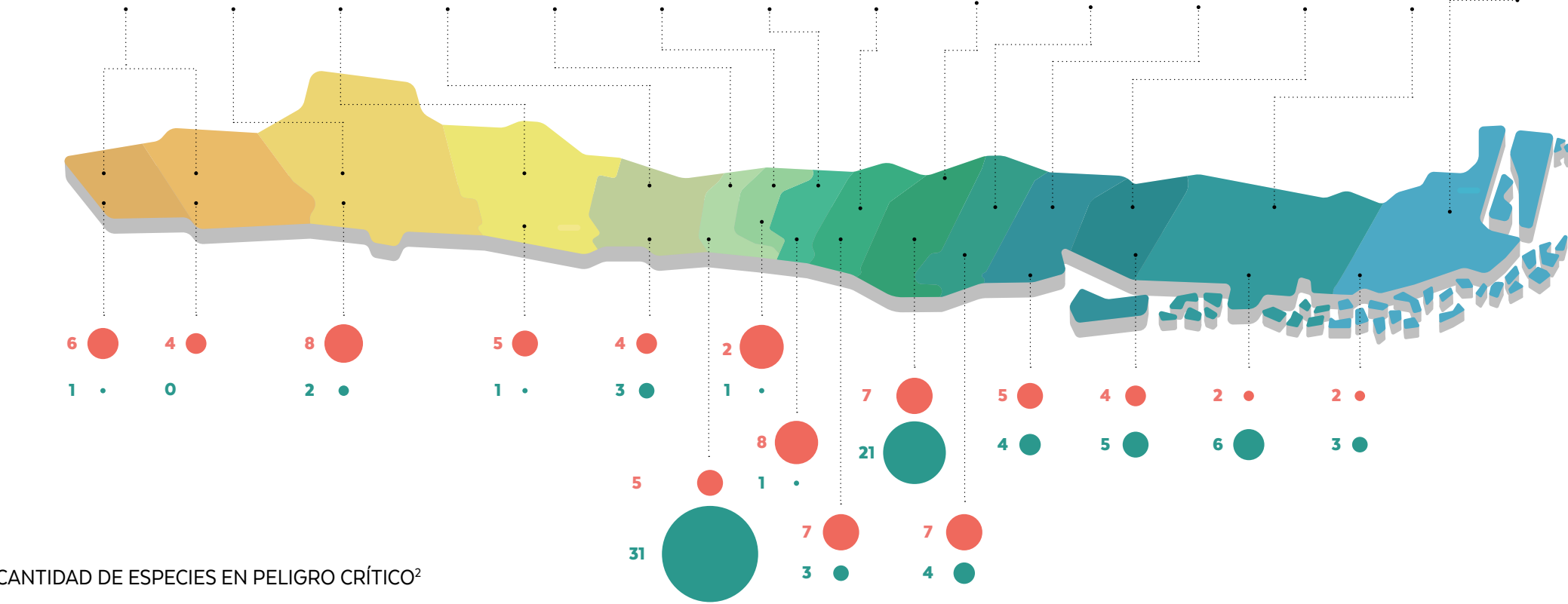
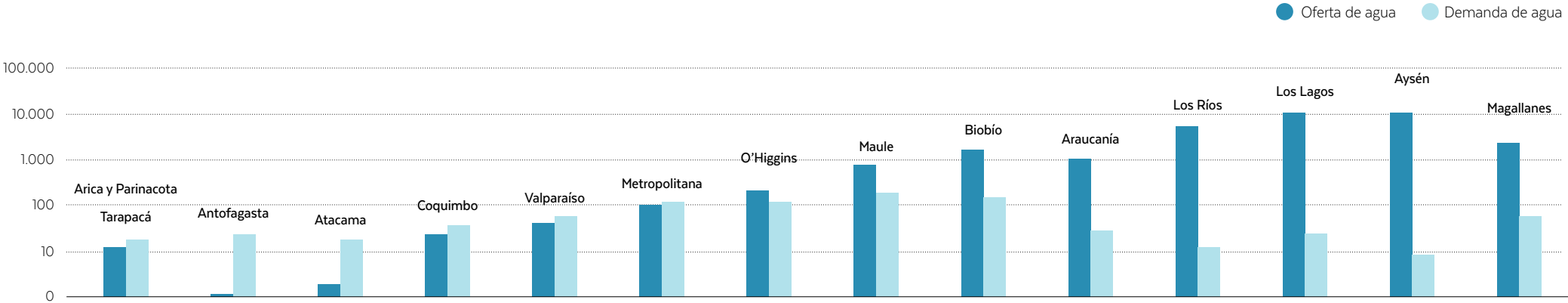
### El cambio climático y los desastres naturales en Chile

A comienzos de este año 2017 el país fue golpeado primero por incendios forestales de una magnitud nunca antes vista en el país, y en menos de un mes, por un aluvión que afectó a la Región Metropolitana. En ambos casos, el incremento de la temperatura fue una de las causas fundamentales, lo cual se potencia con intervenciones humanas mal diseñadas que redundan en pérdida de cubierta vegetal nativa. Considerando el período que va entre 1980 y 2011, Chile fue el país más afectado por desastres naturales del mundo, pero con fuerte incidencia de terremotos y tsunamis. Ahora que el calentamiento global y el cambio climático son mucho más evidentes en sus efectos, a los movimientos telúricos habrá que añadir el riesgo cada vez más elevado de aluviones, inundaciones e incendios. Chile ha logrado ser una de las naciones más resilientes frente a los terremotos. Tenemos que invertir para lograr serlo en nuevas áreas<sup>5</sup>.

1. Ministerio del Medio Ambiente, 2011. Informe del estado del medioambiente.
2. Ministerio del Medio Ambiente. Inventario nacional de especies.
3. Criterios de vulnerabilidad al Cambio Climático de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Los estudios disponibles (2ª Comunicación Nacional de Cambio Climático, 2011).
4. Encuesta Nacional de Cambio Climático 2016, Ministerio de Medio Ambiente.
5. Comisión de I+D+i frente a Desastres de Origen Natural, 2016. "Hacia un Chile resiliente frente a desastres: una oportunidad", CNID.

Pasaremos de un estrés hídrico medio en 2010 a un nivel de muy alta tensión en 2040, siendo uno de los países más propensos a una disminución del suministro de agua<sup>1</sup>.

ESTRÉS HÍDRICO, CHILE (2011)<sup>1</sup>



CANTIDAD DE ESPECIES EN PELIGRO CRÍTICO<sup>2</sup>

● Animales ● Plantas

## Nuestra actual matriz productiva está particularmente afectada por el calentamiento global

Aunque somos poco relevantes en las emisiones a nivel global, tenemos una matriz productiva muy contaminante en términos relativos. Aún hay mucho por avanzar incorporando energías renovables no convencionales.

Con una matriz productiva intensiva en energía y recursos hídricos, no podemos eludir los desafíos que nos trae el cambio climático para nuestros procesos productivos. Nuestras exportaciones son grandes insumidoras de agua. Es el caso de la agricultura y la fruticultura (que explican el 73 % de su consumo en el país), de la actividad forestal y también de la minería. A modo de contexto, el uso del agua a nivel global se distribuye en un 69% para la agricultura, 21% para la industria y el resto para consumo humano.

Por otra parte, nuestro crecimiento se acompaña casi en paralelo de un mayor uso de energía. Sin perjuicio del aumento de la participación de las energías renovables no convencionales (particularmente eólica) en la generación eléctrica, nuestra matriz energética sigue siendo muy contaminante. Chile es el país con mayor cantidad de toneladas de emisión de CO<sub>2</sub> per cápita en América Latina y el Caribe<sup>2</sup>, descontando a las potencias petroleras de Venezuela y Trinidad y Tobago.

Aunque somos poco relevantes en las emisiones a nivel global, hemos avanzado hacia una matriz más contaminante en términos relativos. Para 2030, Chile se ha comprometido a reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB en un 30% con respecto al nivel alcanzado en 2007. Es una meta ambiciosa, pero también una enorme oportunidad para poner en valor el enorme potencial de nuestra radiación solar en el norte, aprovechar los vientos hacia el sur, así como la potencia del mar en toda la costa.

Hay aún mucho que avanzar, sabiendo que con energía renovable barata, también es alcanzable una mayor disponibilidad de agua. Chile realmente tiene mucho que ganar invirtiendo en resolver los problemas, tecnológicos y no tecnológicos, que traban el despegue de la energía solar.

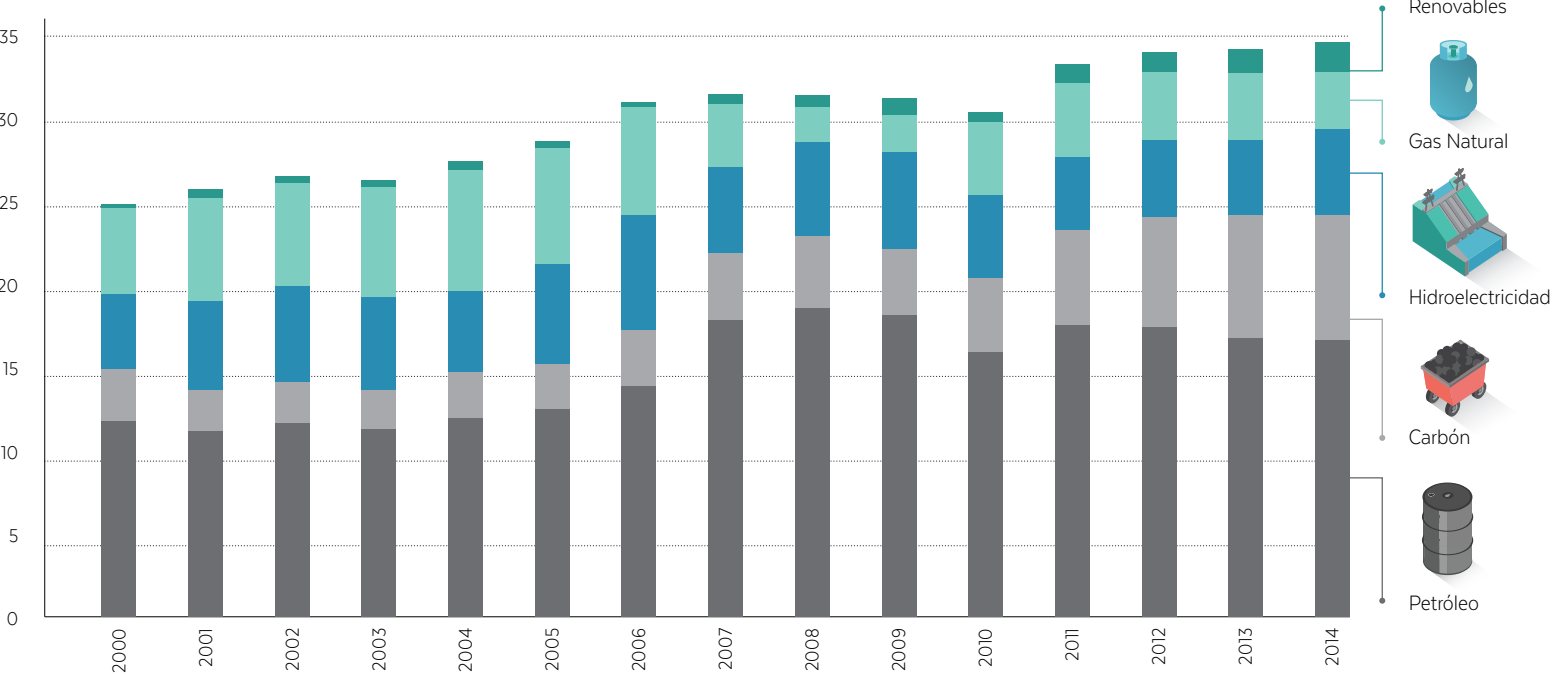
### Los compromisos de Chile en la COP 21 a 2030

- Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB en un 30% con respecto de 2007. Adicionalmente, y condicionado al apoyo internacional, reducir emisiones de CO<sub>2</sub> por unidad de PIB hasta alcanzar una baja entre 35% a 45%.
- Manejo sustentable y recuperación de cien mil hectáreas de bosque, principalmente nativo, representando capturas y reducción de gases de efecto invernadero en alrededor de 600 mil toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente anuales, a partir de 2030.
- Forestar cien mil hectáreas, mayormente con especies nativas, que representen capturas entre 900.000 y 1.200.000 de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente anuales, a partir de 2030<sup>3</sup>.

1. Agencia Internacional de Energía (AIE), 2015. "IEA World Energy Statistics and Balances".
2. <http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC> Accedido el 05-09-2016.
3. Comisión de Medio Ambiente del Senado aprobó en forma unánime el Acuerdo de París para enfrentar el cambio climático. MMA 4 de enero de 2017.  
  
<http://portal.mma.gob.cl/comision-de-medio-ambiente-del-senado-aprobo-en-forma-unanime-el-acuerdo-de-paris-para-enfrentar-el-cambio-climatico/>

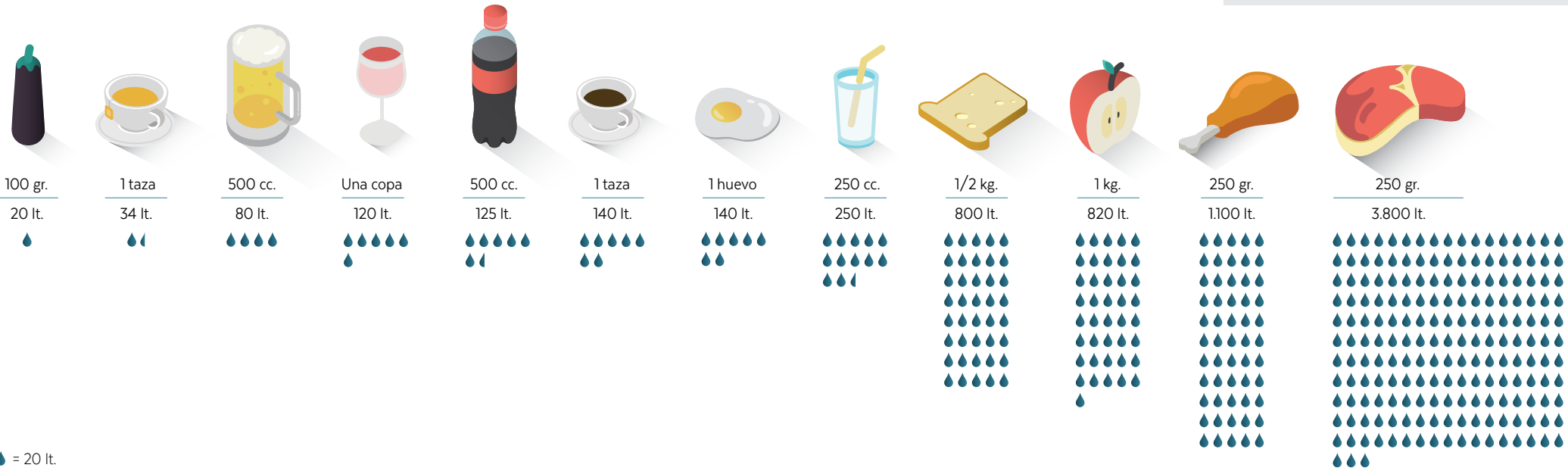
## OFERTA DE ENERGIA POR FUENTE (2000 - 2014)\* 1

Millones de toneladas equivalentes de petróleo.



\*Oferta total de energía primaria. Desglose excluye comercio de electricidad.

## HUELLA HÍDRICA DE PRODUCTOS DE CONSUMO HABITUAL 2



● = 20 lt.

## HUELLA HÍDRICA PRODUCTOS DE EXPORTACIÓN<sup>3</sup>



\*El 2015, Chile produjo 5,76 millones de toneladas de cobre.

\*\*72,5% son aguas recicladas, el 23,5 % son continentales y el 4,0 % es de mar. (Fuente: Cochilco)

# El cambio acelerado e incierto afecta todos los ámbitos de la vida y nos pone frente a retos inéditos

El conocimiento y el desarrollo de nuevas tecnologías abren posibilidades antes inimaginadas y alteran de manera radical las prácticas sociales y culturales.

La generación de conocimiento científico y el desarrollo de nuevas tecnologías son dos procesos de acumulación de capacidades que se potencian mutuamente de manera recursiva. Así, ambos han experimentado un avance impresionante y todo apunta a que ese ritmo seguirá incrementándose, desafiando los esquemas que damos por sentados hoy en día: marcos legales, sistemas educacionales, organización productiva, gobierno, entre otros.

Los impactos de estos cambios son múltiples, poderosos, y a menudo imprevisibles. Transforman nuestro mundo y desafían la cómoda ilusión de “control y certidumbre”. Estamos en lo que Robert Lucky llama “la segunda parte del tablero”.<sup>4</sup>

El dominio sobre la vida y la muerte y las preguntas éticas que eso supone, la posibilidad de descansar los trabajos más duros en robots, pero también la amenaza que trae la inteligencia artificial para ocupaciones que nos han dado sustento, son algunos de los ejemplos del sabor de perplejidad que traen estos tiempos.

El crecimiento exponencial que está detrás del cambio acelerado, que ha alimentado el despegue de las TICs<sup>5</sup> está desafiando nuestra aproximación lineal en la comprensión de diversos fenómenos. Y empezamos a reconocer que es una propiedad inherente a una serie de procesos sociales, culturales y tecnológicos, además de la infinidad de procesos físicos, químicos y biológicos que la ciencia y la ingeniería ya habían identificado. Entre estos “nuevos” procesos están el aumento de la densidad de transistores por circuito integrado, el crecimiento explosivo de la telefonía celular, la utilización de redes sociales y la disponibilidad de ancho de banda, entre otros.

La incertidumbre convive con el anhelo por reacciones rápidas, generando muchas veces ansiedad e insatisfacción entre los ciudadanos y perplejidad entre quienes tienen a su cargo la conducción de los asuntos públicos.

Lo propio de estos tiempos no es la dimensión sociotecnológica del cambio, solo nos es más evidente ahora. Algo similar a los ejemplos mencionados sucedió hace quinientos años con la invención de la imprenta y la publicación de libros<sup>6</sup>. La sorpresa es que las tecnologías abren posibilidades antes inimaginadas y alteran de manera radical las prácticas en múltiples ámbitos, incluyendo las sociales y culturales.

Fuente línea de tiempo: Elaboración propia.

1. <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/shareable-infographics/>
2. [https://www.nytimes.com/2016/12/14/magazine/the-great-ai-awakening.html?\\_r=0](https://www.nytimes.com/2016/12/14/magazine/the-great-ai-awakening.html?_r=0)
3. Class Central ([www.class-central.com/report/mooc-stats-2016/amp/](http://www.class-central.com/report/mooc-stats-2016/amp/)) y Coursera (<https://www.coursera.org>)
4. R. W. Lucky, “Moores’s law redux,” IEEE Spectrum, vol. 35, no. 9, pp. 17–17, 1998.
5. Y que se popularizó en la Ley de Moore.
6. Silver, N. (2012). *The signal and the noise: Why so many predictions fail--but some don't*. New York: Penguin Press.

## HABILIDADES TOP 10 DE NIÑOS QUE ENTRAN AL SISTEMA ESCOLAR<sup>1</sup>

### En 2015

1. Solución de problemas complejos
2. Coordinación con otros
3. Gestión de personas
4. Pensamiento crítico
5. Negociación
6. Control de calidad
7. Orientación al servicio
8. Análisis (juicio) y toma de decisiones
9. Escucha activa
10. Creatividad

### En 2020

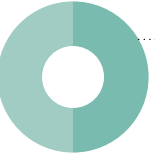
1. Solución de problemas complejos
2. Pensamiento crítico
3. Creatividad
4. Gestión de personas
5. Coordinación con otros
6. Inteligencia emocional
7. Análisis (juicio) y toma de decisiones
8. Orientación del servicio
9. Negociación
10. Flexibilidad cognitiva

2016



Dos tercios de los niños y niñas que entran a educación primaria, probablemente se encontrarán trabajando en trabajos que aún no existen.<sup>1</sup>

2050

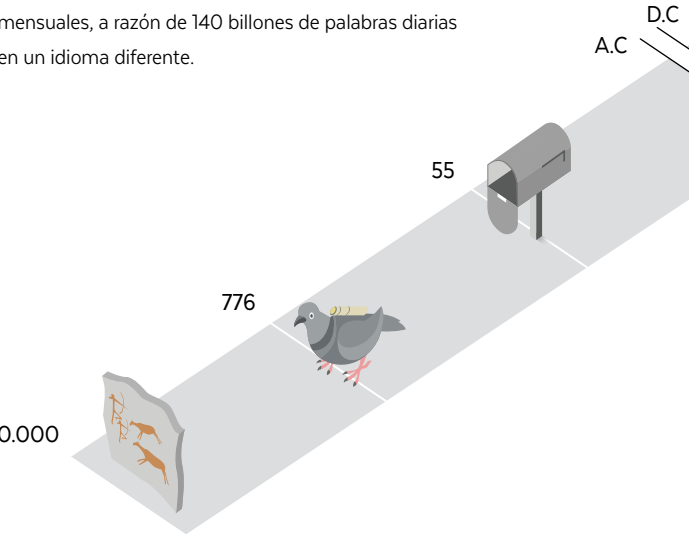


La mitad de las ocupaciones actuales será remplazada por máquinas o algoritmos.<sup>1</sup>

Requerimos de nuevas habilidades para hacer frente a la incertidumbre y al cambio acelerado.

## EL GRAN DESPERTAR DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL<sup>2</sup>

En 2006 debutan los traductores y desde entonces se han convertido en uno de los activos más fiables y populares de Google. Tiene más de 500 millones de usuarios mensuales, a razón de 140 billones de palabras diarias en un idioma diferente.



Hoy nos enfrentamos a la ampliación de la lógica de la transmisión “de bits” hacia la transmisión “bit a átomo”, gracias al desarrollo de la tecnología de impresión 3D conectada por Internet.

## MOOCS<sup>3</sup>

Los MOOC (del inglés *Massive Open Online Course*) son cursos en línea que a través de Internet alcanzan un gran número de participantes, siguiendo el principio de educación abierta y masiva. En 2016, registraron 58 millones de alumnos en el mundo.

### Cursos MOOC en 2011

3

### Cursos MOOC en 2016

6.850

### MOOCs Top 5 por cantidad de usuarios

1. Coursera (23 millones)
2. edX (10 millones)
3. XuetangX (6 millones)
4. FutureLearn (5,3 millones)
5. Udacity (4 millones)

## Un cambio que incide en nuestras formas de convivencia

Las ciencias, artes, filosofía y humanidades aportan comprensión del nuevo contexto y escenario de la acción colectiva, y enriquecen el diálogo social y político, abatiendo el imperio de la “opinología”.

Sin que alcancemos a darnos cuenta desaparecen objetos, prácticas, roles y se instalan otros que constituyen nuevos espacios de identidad y relacionamiento. Pero en muchos dominios nos vemos arrasados y no alcanzamos a tomar conciencia o bien nos “entregamos” a esta deriva.

Así se configura un nuevo escenario para la acción colectiva. Las formas tradicionales de ordenamiento político pierden representatividad. Con espacios de rápida coordinación y tránsito de ideas, las redes sociales promueven causas ligadas a demandas específicas, movilizan personas, reconfiguran colectivos, en busca de nuevas formas de incidencia. El poder ya no es lo que era. “Tal como lo conocíamos, llegó a su fin”.<sup>5</sup>

Las nuevas voces demandan –al mismo tiempo– mayor participación, mayor rapidez de reacción y una visión estratégica, procesos de

ritmos diferentes y muchas veces contrapuestos. No es casualidad que en todo el mundo las élites se encuentren desorientadas y en muchos casos cuestionadas.

Es así como la contribución de las ciencias, las artes, la filosofía y las humanidades es clave para aportar comprensión y enriquecer el diálogo social y político, abatir el imperio de la “opinología” y ayudar a reconfigurarnos en este nuevo contexto.

### ¿Se puede reemplazar la inteligencia humana?<sup>6</sup>

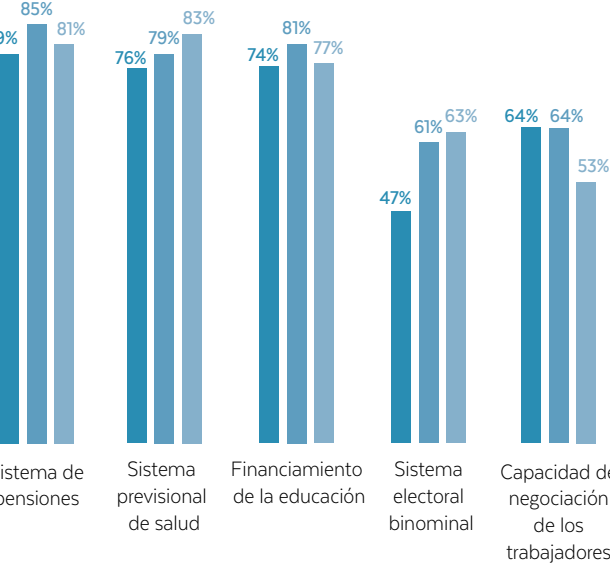
Mientras la capacidad de analizar grandes cantidades de datos para generar “patrones” perfecciona un camino de décadas, la capacidad de aprendizaje de las máquinas genera hitos que cambian el rumbo. Google liberó en 2016 una versión de su traductor que permite leer y comprender un texto complejo traducido automáticamente, cosa casi imposible un año antes. Microsoft, Baidu y otros han hecho avances similares abriendo una nueva era de intercambio y relaciones culturales entre países y regiones<sup>7</sup>.

Son posibilidades que traen amenazas. Según la consultora McKinsey<sup>8</sup>, en 2050 será reemplazado el 50% de las ocupaciones que conocemos por máquinas o algoritmos. Bill Gates plantea ponerle impuestos a los robots para retrasar este fenómeno y financiar cambios que permitan a la sociedad reconvertirse a otras formas de empleo<sup>9</sup>.

1. Estudio Nacional de Opinión Pública, Julio-Agosto 2016, CEP.
2. Encuesta Nacional Bicentenario, 2015. Pontificia Universidad Católica GfK Adimark.
3. Encuestas de Desarrollo Humano 2004 y 2013.
4. Excelacom.
5. Naim, M. (2013). El fin del poder. Ed. Debate, 2013.
6. Aquí se entiende tanto como la capacidad de extraer insights desde una gran cantidad de información, así como la capacidad de aprendizaje a través del entrenamiento de sistemas modelados en base al funcionamiento del sistema nervioso.
7. <https://www.technologyreview.com/s/600991/skypes-gone-multilingual/>
8. Reporte de enero de 2017.
9. <https://qz.com/911968/bill-gates-the-robot-that-takes-your-job-should-pay-taxes/>

### ¿SÍ, SE NECESITAN CAMBIOS PROFUNDOS?<sup>1</sup>

● No tienen posición política ● Tienen posición política ● Total

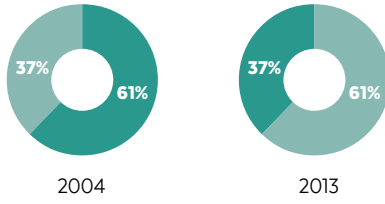


*“El poder, como la energía, no se crea ni se destruye... pero irremediablemente se disemina entre una multitud de agentes, de micropoderes en cuyas manos acaba degradado.”*

El País, 13 de noviembre 2013, a propósito del libro El Fin del Poder de Moisés Naim.

### CAMBIA NATURALEZA DE LA DEMANDA<sup>3</sup>

● Soluciones necesitan tiempo ● Las soluciones deben ser rápidas



*“Yo me informo mucho pero no voto. Tengo la posición de que voy a votar cuando..., es medio egoísta mi posición, porque quizás mi voto pueda ayudar a mucha gente o quizás no. Pero quiero hacerlo cuando realmente sienta que va a cambiar algo en mí.”*

Grupo de discusión, Nivel Socioeconómico medio, Informe de Desarrollo Humano, 2015

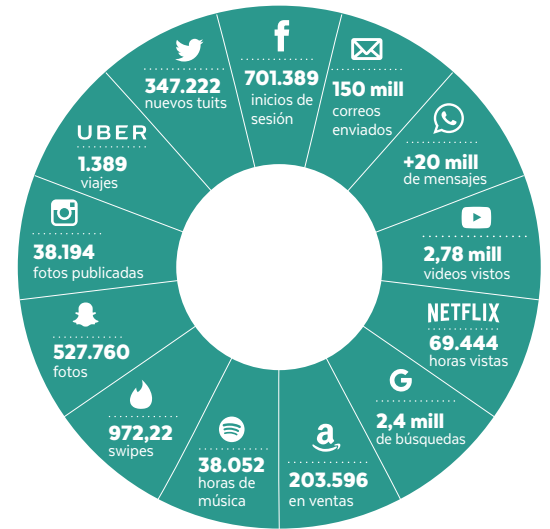
### NUEVA ORGANIZACIÓN SOCIAL



### DESCONFIANZA

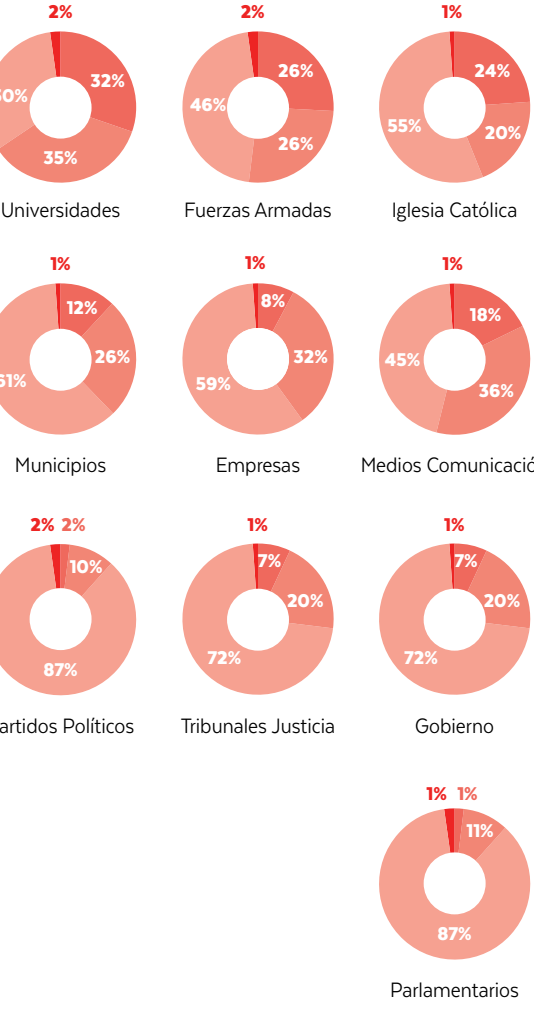
### NUEVAS FORMAS DE DEMANDA

### QUÉ PASA EN UN MINUTO EN INTERNET (2016)<sup>4</sup>



### ¿CUÁNTO CONFÍA EN INSTITUCIONES?<sup>2</sup>

● Mucho - Bastante ● Algo ● Nada - Poco ● NS - NR



### SE PUEDE CONFIAR EN LA MAYORÍA DE LAS PERSONAS

● Muy de acuerdo ● Ni acuerdo ni en desacuerdo ● Muy en desacuerdo







## La complejidad se instala como norma



Contar con información y conocimiento, desarrollar habilidades para enfrentar el cambio, captar en profundidad lo que emerge, generar nuevas lógicas de relación, son todas capacidades que el Estado debe incorporar.

Las tensiones propias del desarrollo para lograr crecimiento, inclusión, cohesión y sustentabilidad en un contexto cambiante, incierto y acelerado, hacen que los desafíos de “lo público” se vuelvan cada vez más complejos.

La complejidad nos supera por definición, como una tautología. Hay autores que distinguen dos dimensiones<sup>2</sup>: la de detalle, dados los grandes números que multiplican la cantidad de interacciones posibles; y la dinámica, donde la relación causa-efecto es sutil y los efectos de las intervenciones no son obvios en el tiempo. Muchas veces, nuestros sistemas de gestión y planificación se quedan en el campo de los datos y del detalle, sin hacerse cargo de los procesos donde se manifiesta este otro tipo de complejidad.

Los problemas tienen aristas diversas, los actores son múltiples y cada vez más activos tornando fútil cualquier intento de simplificación. Solo en el sector público hay más de 40 instituciones relacionadas con el manejo del agua. Cualquier política pública debe considerar la gran

cantidad de actores y componentes, pero especialmente los fenómenos de los que se hacen cargo y los procesos que se desencadenan.

El Estado necesita ser cada vez más abierto a escuchar, lo que no significa claudicar ante intereses particulares o dejarse llevar por el clamor popular. El reto consiste en estructurar entre Estado, organizaciones y ciudadanía una relación que, a través del diálogo informado y decisiones transparentes, permita elaborar una comprensión común y aunar voluntades para actuar en el marco de la complejidad. El impacto de un incentivo tributario, de un sistema de transporte público, de nuevas tecnologías para la atención de salud, no es evidente.

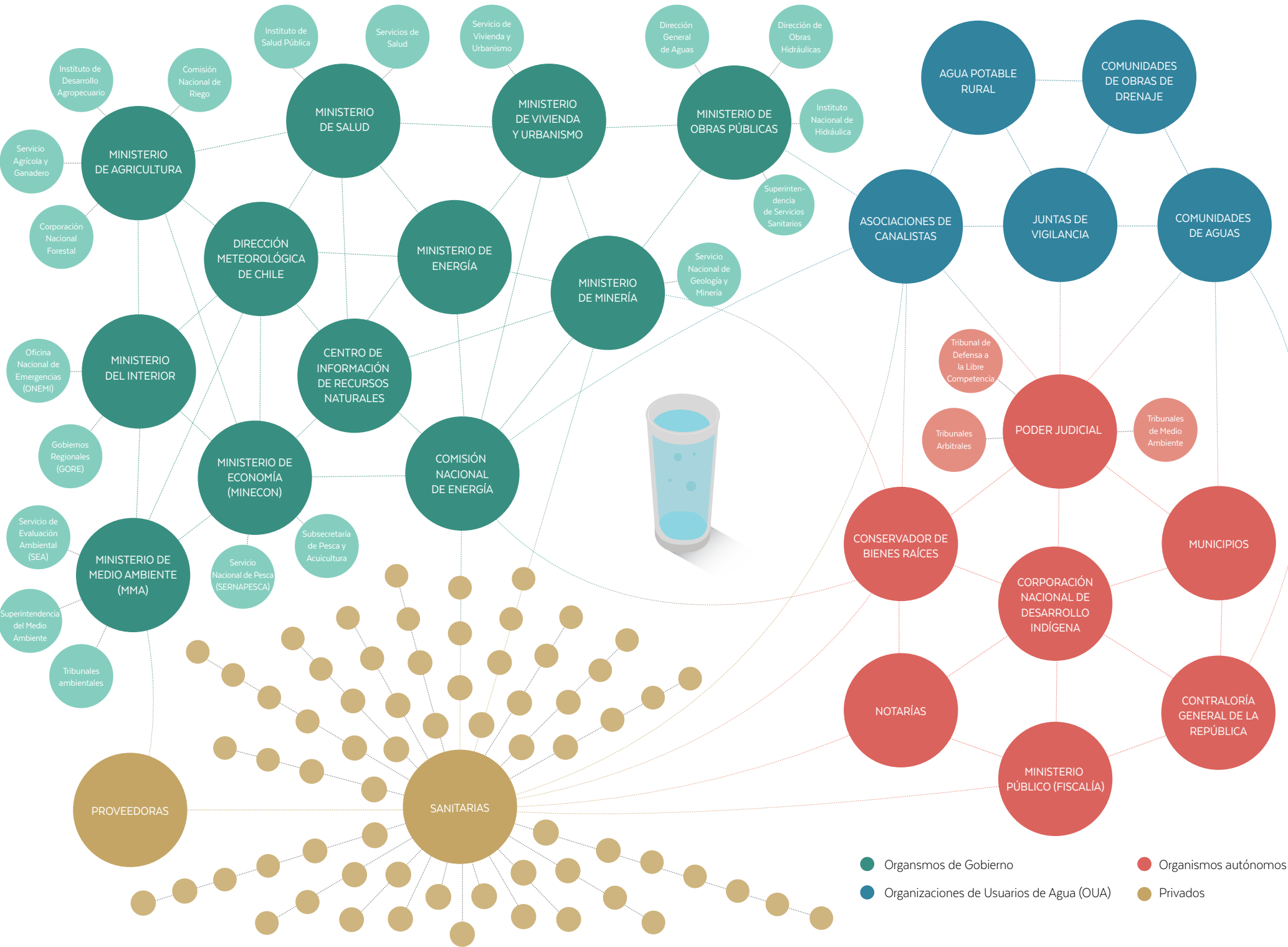
Contar con información y conocimiento en un sentido amplio, desarrollar habilidades para enfrentar las olas de cambio, captar en profundidad las inquietudes que emergen, generar nuevos enfoques y lógicas de relación, son capacidades que el Estado debe incorporar para responder a los retos de la política pública en estos tiempos.

En 2016, DARPA<sup>3</sup> abrió un llamado para avanzar el estado del arte respecto de la comprensión de los fenómenos sociales<sup>4</sup>. En este, solicita pistas más que soluciones, pidiendo desde principios básicos y enfoques conceptuales, hasta métricas que permitan evaluar la confiabilidad de los métodos de investigación en ciencias sociales, pasando por herramientas de simulación para contrastar las predicciones teóricas con la observación. Esto da cuenta del reconocimiento de la necesidad de encontrar nuevas maneras de comprender la complejidad que enfrentamos.

1. Fuente Lámina: Elaboración propia.
2. Senge, P. M. (1990). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. New York: Doubleday/Currency.
3. Defense Advanced Research Projects Agency, cuya precursora desarrolló Internet
4. <https://www.fbo.gov/spg/ODA/DARPA/CMO/DARPA-SN-16-70/listing.html>

MAPA DE LAS PRINCIPALES INSTITUCIONES RELACIONADAS CON EL MANEJO DEL AGUA EN CHILE<sup>1</sup>

Nota: Las líneas de vínculos son ilustrativas, no responden a relaciones institucionales formales





**Claudia Bobadilla Ferrer, consejera CNID**

Es Abogada, fundadora y directora de la Red de Alta Dirección (RAD).

Es consejera de Associated Universities Inc. Proyecto de Radioastronomía ALMA

y directora de empresas y organizaciones sin fines de lucro.



## El país en que me gustaría vivir

Claudia Bobadilla Ferrer



Los últimos incendios en Chile afectaron un total de 604.473 hectáreas, quemando seis mil kilómetros cuadrados de bosques, esto es seis veces la superficie de la ciudad de Nueva York. Uno de esos focos fue la comuna de Pirque.

Desde allí, la invitación de Maryanne Muller “Las críticas no apagan el fuego” se viralizó en cuestión de horas y movilizó a cientos de voluntarios, a los medios, a las autoridades, y a la comunidad completa del lugar. Por siete días estuvimos trabajando en el cerro en lo que fuera necesario y en distintos campamentos, dándonos ánimo y uniéndonos para defender los bosques de todos y de nadie.

El pequeño campamento improvisado se transformó en un pequeño país, el país donde me gustaría vivir. Un país generoso, amable, lleno de épica, de buenos relatos, de confianza en el otro. Una comunidad “obsesionada por el bien común”, con conversaciones honestas y constructivas, con sentido del humor, también con problemas y con sustos, pero con liderazgos sabios e inspiradores, y la capacidad de conversar, y de no perder de vista lo esencial, el sentido de comunidad.

Esta experiencia intensa y concreta me enseñó y nos enseña lecciones que vamos a necesitar aprender en estos tiempos de cambio.

**Reconocer nuestra permanente y creciente fragilidad y prepararnos.** Los desastres naturales no van a cesar, son parte de nuestra vida por los efectos de cambio climático y le cuestan al Estado 2,5 billones de dólares anuales. Dotarnos de las tecnologías, gestión de *data* y de una

red de voluntarios especializados en catástrofes, aprovechando a los jóvenes valientes y jugados por Chile, y dotándolos de todo lo que necesiten sería una inversión valiosísima.

**La urgencia de desarrollar filantropía local.** Chile es nuestro país. Movilicemos una cruzada por la filantropía, para celebrar y contagiar de la alegría profunda de dar. Necesitamos con urgencia filántropos. Hay aquí un espacio grande para innovar.

**La importancia de estar atentos, atentos a escuchar empáticamente.** De estar disponibles para servir en lo que se necesite y no en lo que yo quiero o creo puedo aportar.

**La responsabilidad de todos de conectarnos, de conocernos y de conversar.** Qué linda motivación que todos salgamos a conectarnos y conversar desde las diversidades que somos para descubrir tanto desde dónde podemos aportar emprendiendo, innovando para así darle sentido, dignificar y hacer de nuestro país, no solo uno desarrollado, sino también integrado y feliz.

Esos días recordé a otro héroe chileno, el Piloto Pardo, quien hace 101 años aceptó la misión de ir al rescate de la expedición antártica que lideraba el explorador inglés Ernest Shackleton, quien había encallado en la Isla Elefante donde la muerte los esperaba. Antes de emprender el rescate, escribió una carta a su padre, en la que en sus primeras líneas decía:

**“La tarea es grande, pero nada me da miedo, soy chileno...”**



## El nuevo camino al desarrollo nos desafía a movilizar los talentos de las personas



Apostando a la fuerza de las personas se gesta esta propuesta de ciencias, tecnologías e innovación para un nuevo pacto de desarrollo sostenible e inclusivo para Chile.

Las habilidades de comprensión, adaptación y anticipación son particularmente gravitantes, cuando nos hacemos cargo de que ya no podemos seguir la ruta de desarrollo que hasta ahora hemos seguido.

De acuerdo al PNUD, hasta hace algún tiempo, los países crecían y mejoraban sus indicadores de desarrollo humano, quedando en segundo plano el cuidado del medio ambiente. Así, hoy, quienes han alcanzado mejores niveles de bienestar tienen como principal reto hacerse cargo de los rezagos ambientales. En cambio, quienes tienen aún grandes desafíos de bienestar, hoy no pueden crecer y luego intentar disminuir la huella ecológica, sino deben crecer en forma inclusiva y sustentable.

Ese es el reto que tiene nuestro desarrollo, y cuando planteamos un esfuerzo mayor en materia de ciencias, tecnologías e innovación, es porque frente a este tiempo desafiante creemos que la clave es dotar de capacidades expandidas a las personas, en todos los espacios de su quehacer.

Son finalmente ellas, en sus distintos roles y posiciones, quienes hacen la diferencia.

Hoy, con un alto porcentaje de nuestra población accediendo a la educación terciaria y a la de posgrado, con cada vez más personas buscando emprender, con el ejemplo que nos ofrecen avances como el logrado en el uso de energías renovables no convencionales, con una creciente manifestación de ganar espacios de participación en nuestra población, pero también con la valoración y la esperanza que aún se deposita en las ciencias y las tecnologías, podemos aspirar a que más personas participen de este mundo. Y a que este mundo sea parte de la conversación y preocupación de todos.

Aspiramos que ese “cierto orgullo” de ser chileno que nos toma con el fútbol o con las grandes campañas solidarias, con los miles de voluntarios que trabajan constante y silenciosamente, y con los rostros de chilenos y chilenas que se ponen de pie tras cada embate de la naturaleza, nos una también alrededor de las conquistas que podemos hacer a partir de aprovechar las ciencias, las tecnologías y la innovación. Estas nos ayudan a abrir espacios de realización y conexión, así como oportunidades para todos.

Es apostando a la fuerza y a los talentos de las personas que se gesta esta propuesta de CTI para un nuevo pacto de desarrollo sostenible e inclusivo para Chile.

1. <http://www.conicyt.cl/explora/2016/06/16/jorge-zuniga-dr-en-fisiologia-mecanica-el-cientifico-inventor-chileno-que-decidió-donar-su-creacion-al-mundo/>  
Consultado en marzo de 2017.

¿Será posible hacer cambios?

Es difícil pensar que es posible, pero tiene sentido discutir del tema.

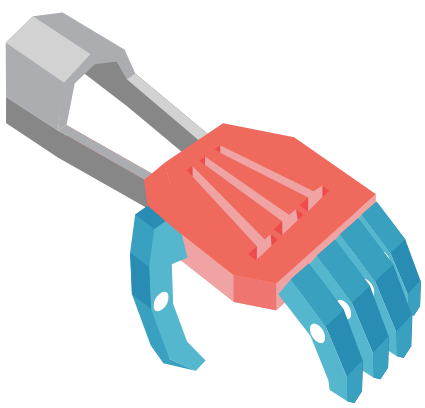


### INFORME DE DESARROLLO HUMANO

*“(...) el cambio es posible, pero además es deseable, y a pesar de las dificultades tiene sentido seguir buscándolo.”*

PNUD (2014). Informe de Desarrollo Humano. Los tiempos de la politización.

Santiago de Chile, página 24.



*“La mejor forma para que la ciencia se acerque a las personas y sus carencias es que la comunidad científica tenga compasión y vocación social.”*

Jorge Zúñiga

### CYBORG BEAST, PRÓTESIS OPEN SOURCE<sup>1</sup>

Mano biomecánica para niños elaborada por el científico chileno Jorge Zúñiga. Sus planos para impresoras 3D están disponibles a bajo costo (50 dólares), permitiendo a más de 2 mil familias del mundo acceder a esta prótesis para sus hijos en menos de tres horas.

**32.277**

Descargas de sus diseños

**15**

Instituciones médicas y educativas han utilizado y modificado sus diseños

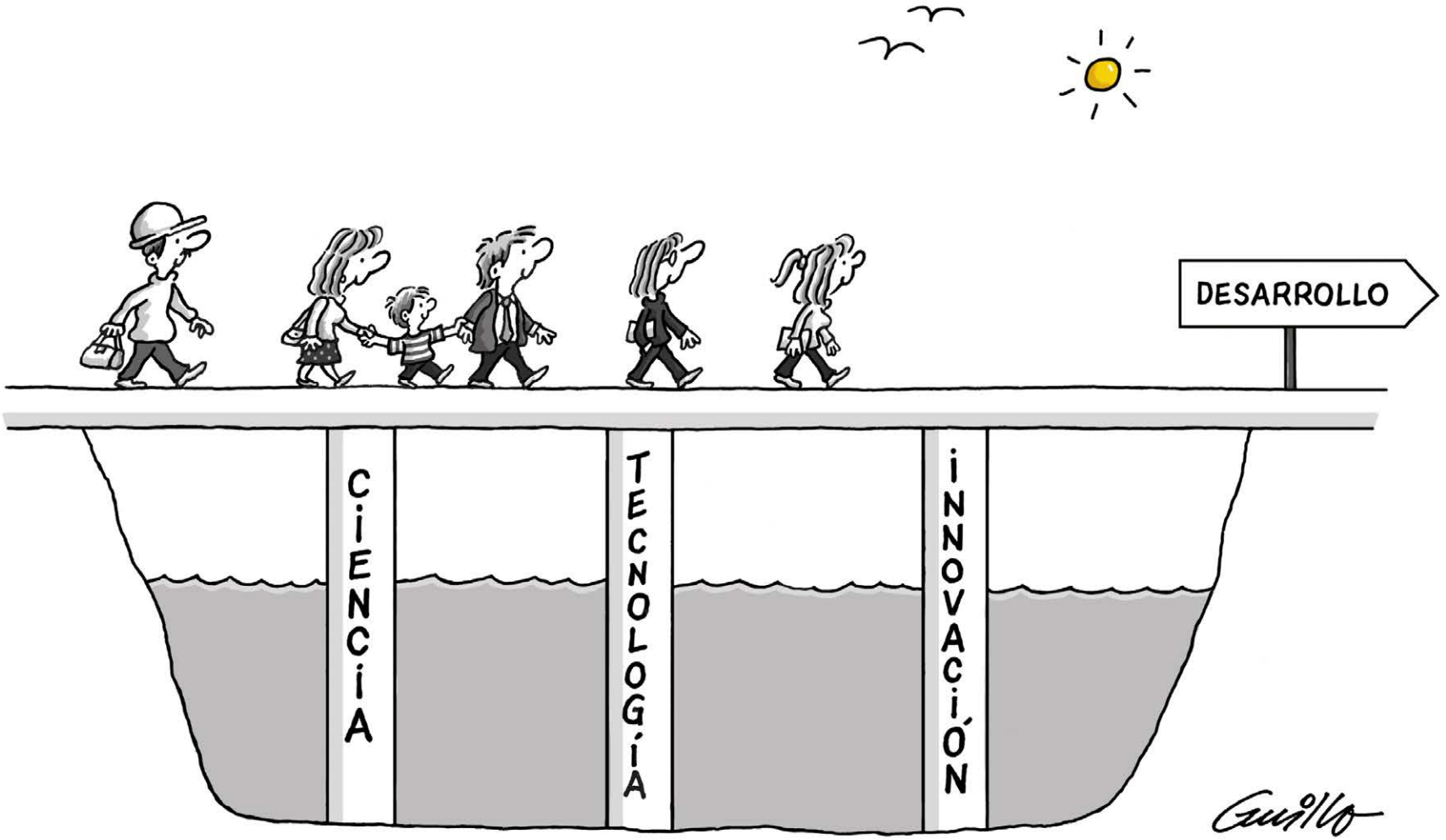
**+2.000**

Familias alrededor del mundo, han imprimido una mano para sus hijos

### UNA GENERACIÓN COMPROMETIDA CON EL DESARROLLO

*“En este grupo quisimos representar parte de ese rostro joven de Chile, que opera con lógicas diferentes, que está lleno de energía y que quiere aportar. Este grupo ha conquistado importantes logros a pesar de su juventud, sobrellevando las trabas y aprovechando las oportunidades que hoy existen para hacer ciencias, tecnología e innovación en nuestro país. Se ha arremangado la camisa para ir a disputar esa cancha, liderando iniciativas disruptivas, y, en muchos casos, siendo ejemplo que nos llena de orgullo y nos prueba de que si nos creemos el cuento, podemos jugar en las grandes ligas.”*

Comisión Agentes Emergentes para la Innovación (2016). “Soñando futuro. Una generación comprometida con el desarrollo”. CNID, Santiago, 2016, página 3.



1. Comisión Agentes Emergentes para la Innovación (2016). “Soñando futuro. Una generación comprometida con el desarrollo”. CNID, Santiago, 2016.

## Manifiesto de los Agentes Emergentes para la Innovación. Una generación comprometida con el desarrollo

Como protagonista del mundo de la CTI de 2030, hoy me comprometo con los siguientes principios y valores para aportar al desarrollo de Chile:

### Estar conectado con las preocupaciones y dolores de la sociedad

El Chile actual necesita una generación comprometida con sus dolores y carencias, con sus necesidades y sueños. Estamos dispuestos a ser una generación comprometida con ello.

### Reconocer y valorar la diversidad cultural, ecosistémica, territorial y social

Chile es un país único en su diversidad. Es esta la que nos hace más fuertes, la que nos regala una belleza territorial sin igual y en la que radica la creatividad de nuestra gente, nuestra mejor herramienta para el futuro.

### Promover y trabajar por el desarrollo sustentable

Nuestros esfuerzos tienen que pensarse para que la generación venidera pueda disfrutar de este mundo. Necesitamos estar conscientes de nuestro planeta y cuidarlo.

### Creer en las personas

Las personas son el pilar fundamental. Creemos en la dignidad y respeto de todas las personas, así como su capacidad ilimitada de crear, soñar y pensar.

### Abrir el conocimiento

Solo cuando el conocimiento se abre para todos, podemos soñar con un futuro mejor, en el que todos podamos participar. El conocimiento abierto, en manos de la ciudadanía, nos regala un enorme potencial.

### Empoderar a la ciudadanía y a los territorios

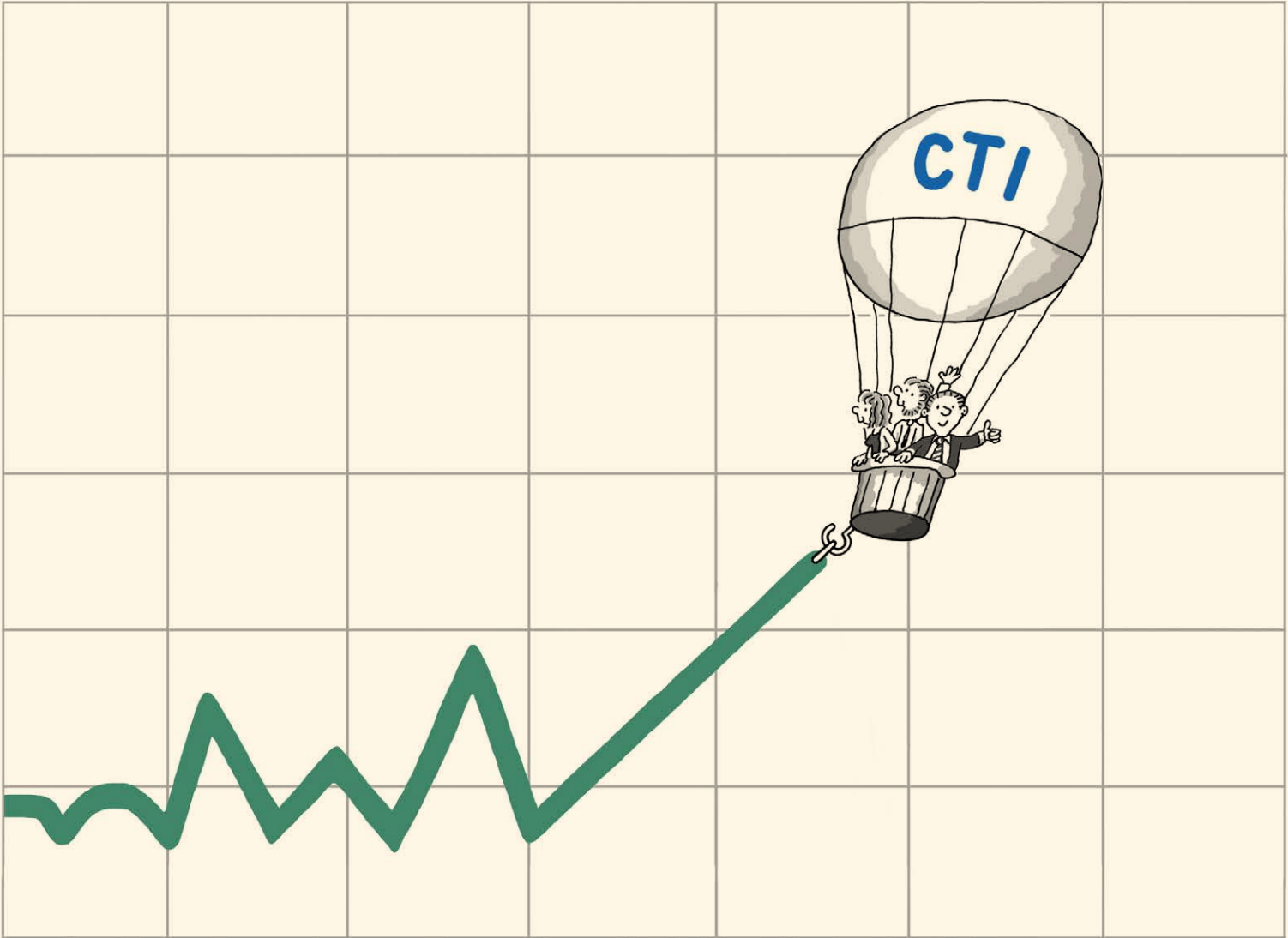
Añoramos ser parte activa de la construcción del país, definir su futuro con sus propias manos. Empoderar a la ciudadanía e incorporar nuestros territorios es un pilar fundamental de toda estrategia de desarrollo para el futuro.

### Colaborar, colaborar, colaborar

Creemos que en un futuro compartido, donde la colaboración es la pieza clave que nos permite avanzar. Esta es la forma que valoramos, la competencia o las lógicas transaccionales no nos representan.

*Este manifiesto se elaboró a partir de una consulta a más de cien jóvenes vinculados a las ciencias, tecnologías e innovación conectados a través de los participantes de la Comisión de Agentes Emergentes para la Innovación, durante el mes de octubre de 2016.<sup>1</sup>*





Guillermo

CAPÍTULO 2

Las oportunidades que nos abren las ciencias, las tecnologías y la innovación

Presentación

La CTI nos ofrece múltiples posibilidades, pero no se despliega en el vacío ni constituye una vía milagrosa. Requiere de acuerdos amplios y propósitos comunes que permitan el desarrollo de las capacidades de las personas y de las instituciones para enfrentar los desafíos de estos tiempos.

Así como el desarrollo es un proceso complejo, que no puede reducirse a una dimensión, el aporte que nos ofrece las ciencias, las tecnologías y la innovación en este tránsito es también multivariado. Es indiscutible que la CTI ha transformado e influye en todas las dimensiones de la vida humana y del planeta en general. Es claro también que, dependiendo de la época o del lugar desde el que se observa, se valora más alguna parte de sus contribuciones.

Sin negar o menoscabar el hecho de que el cultivo de las ciencias y de las humanidades tiene un valor en sí mismo, de manera coherente con la mirada amplia que requerimos adoptar para avanzar en una senda de desarrollo sostenible, proponemos mirar y valorar las diversas formas a través de las cuales la CTI contribuye a conciliar los objetivos de mayor prosperidad material, sustentabilidad ambiental e inclusión y cohesión social. En esta mirada, nos parece importante relevar también, que el camino del desarrollo tecnológico y de la innovación se ha vuelto cada vez más ancho, poniéndose hoy al servicio de preocupaciones humanas que antes no se asumían desde esa perspectiva. Es ahí donde crecientemente encuentran lugar la innovación en diseño, la innovación social y la innovación pública.

Como Consejo estamos convencidos de que el avance de la CTI, en sus diversas expresiones, es una condición imprescindible para abordar los retos y aprovechar las oportunidades que se presentan en el actual contexto. Aquí destacamos varias formas a través de las cuales esta es una aliada indispensable para avanzar hacia un desarrollo sustentable: i) contribuyendo al crecimiento económico; ii) permitiéndonos abordar

retos nacionales que nadie enfrentará por nosotros; iii) aportando a mejorar el bienestar y la inclusión mediante la adaptación de tecnologías; iv) generando conocimiento que permita comprender los distintos fenómenos y anticipar sus implicancias, de manera de orientar y apoyar la toma de decisiones; v) ayudándonos a aprovechar nuestras características distintivas como país; y vi) favoreciendo el despliegue de las capacidades creativas de las personas y las comunidades.

Ejemplos nacionales e internacionales dan prueba de cada una de estas contribuciones. Ellos muestran un escenario donde se están abriendo posibilidades inéditas, pero que también pone en jaque varios de los roles y ocupaciones habituales hasta ahora. Esta condición ambivalente del avance científico y tecnológico no puede quedar sumergida por la fascinación o por el temor ante los cambios. Es sobre todo un llamado de atención a no “naturalizar” procesos que en definitiva son guiados y definidos por decisiones humanas. Esto opera también cuando buscamos aprovechar el avance de la CTI en una senda de desarrollo sostenible. En efecto, en muchos casos el conocimiento o las soluciones tecnológicas están disponibles, pero no se aplican por problemas de descoordinación, intereses creados o incluso simple desidia.

La CTI nos ofrece múltiples posibilidades, pero no se despliega en el vacío ni constituye una vía milagrosa que permita eludir las barreras que nosotros mismos, desde otras esferas, le ponemos a nuestro avance. Requiere de acuerdos amplios y propósitos comunes que permitan el desarrollo de las capacidades de las personas y de las instituciones para enfrentar los desafíos de estos tiempos.

I. AYUDA PARA EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

La innovación favorece el desempeño de los países

La inversión en I+D de los países ha mostrado que contribuye a explicar mayores niveles de innovación y productividad.

Una de las predicciones clásicas entre los economistas fue que –naturalmente– los países tenderían a converger en su ingreso per cápita. Los países más pobres crecerían más rápido que los de mejores ingresos, de forma que a la larga lograrían equiparar sus niveles de vida. Salvo contadas excepciones, esto no ha sido así.

En la búsqueda de explicaciones, a fines de los ’80, algunos economistas apuntaron al rol de la innovación. La hipótesis fue clara: ella permite obtener más rendimiento de las inversiones en infraestructura y equipamiento (capital) y del talento humano ocupado (trabajo). Es decir, podían elevar de manera continua la productividad con que usan sus factores. Por otra parte se constató que los países más rezagados no absorbían fácilmente la tecnología desarrollada por países de frontera a menos que aplicaran políticas destinadas a la formación, transferencia e inversión en tecnología, y contaran con instituciones de soporte adecuadas.

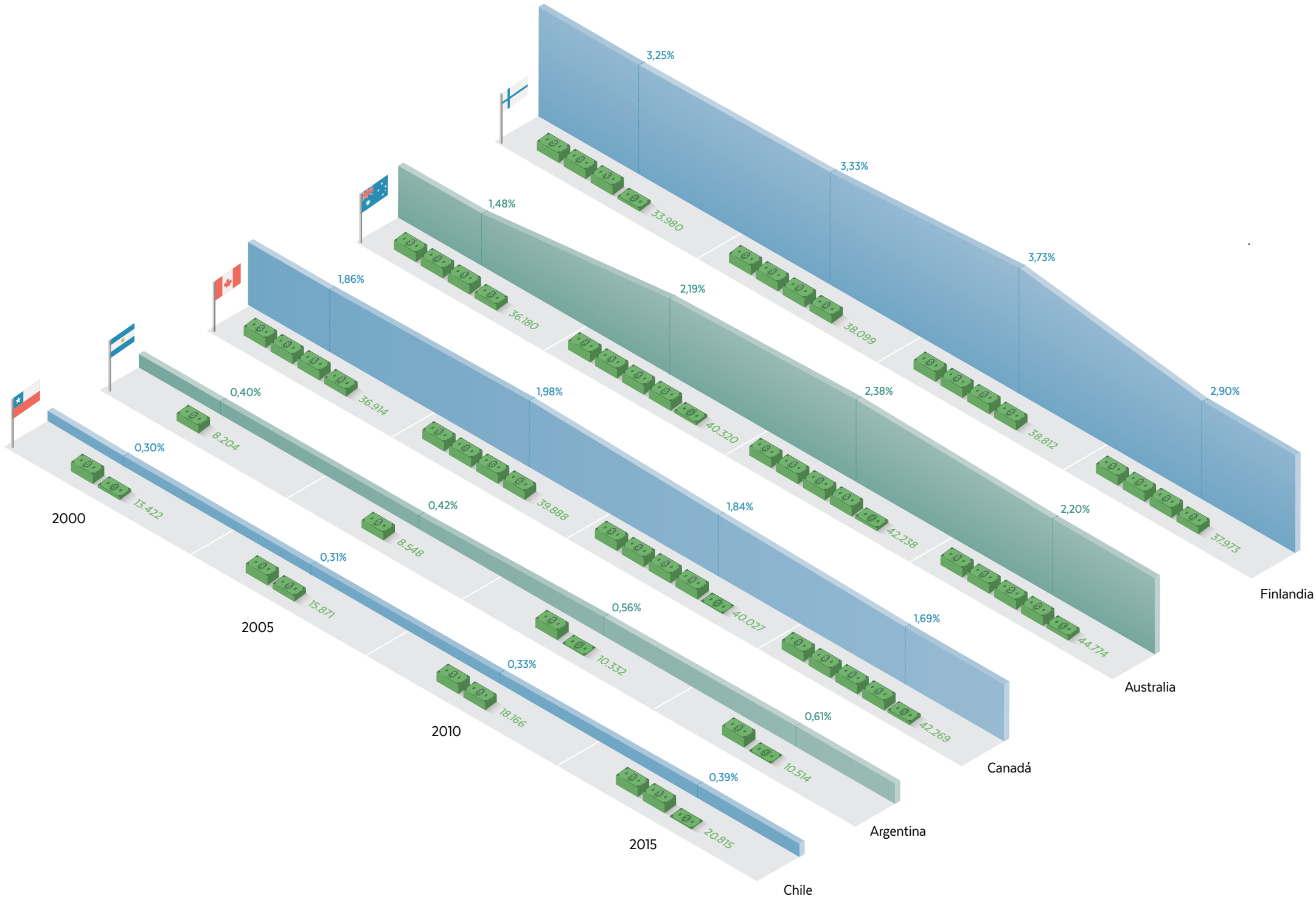
Así, desde la perspectiva económica, se ha acumulado evidencia a favor del impacto en el crecimiento de la inversión en I+D, que ha llevado a incorporar una medida del esfuerzo de los países por innovar: el gasto en I+D. El uso de esta variable al nivel agregado de la economía ha dado resultados positivos y numerosos estudios econométricos así lo documentan.

Pero, hoy en día, los modelos y la calidad de los datos se han sofisticado. El vínculo entre el esfuerzo de I+D y el crecimiento, se mide a través de un modelo econométrico que evalúa dos correlaciones con datos de empresas: la relación entre gasto en I+D e innovación y luego, desde la innovación, hacia el incremento en productividad<sup>2</sup>. Los resultados muestran que las diferencias en inversión en I+D contribuyen a explicar las diferencias en innovación, la que ayuda a entender las diferencias en el nivel de productividad de las empresas, lo que impacta el desempeño de los países.

Si bien la mayor parte de los análisis con este modelo se han efectuado para países avanzados o de reciente industrialización, estudios para países latinoamericanos, incluido Chile<sup>3</sup>, muestran también una relación positiva entre inversión en I+D, innovación y productividad.

- 1. Fuente Lámina: Elaboración propia con datos de OECD stats y UNESCO Institute for Statistics, recopilado en Marzo 2017.
- 2. Crepon, B. Duguet E., Mairesse J. (1998). “Research, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level.” Economics of Innovation and New Technology 7(2): p. 115-158.
- 3. Particularmente relevante, entre otras cosas por el trabajo de refinamiento de datos que realizan, es el de Crespi, G. y Zúñiga, P. (2012). Crespi, Gustavo, and Pluvia Zúñiga. “Innovation and productivity: evidence from six Latin American countries.” World development 40.2 (2012): p. 273-290.

GASTO EN I+D COMO % DEL PIB Y PIB PER CÁPITA (US\$ PPP 2010)<sup>1</sup>



II. FACILITADOR PARA EL ABORDAJE DE RETOS QUE NADIE ENFRENTARÁ POR NOSOTROS

Dinamarca se propuso transformar su matriz energética

Incorporando conocimiento que nos aporte comprensión y capacidades tecnológicas, podemos hacernos cargo de nuestras preocupaciones y también crear oportunidades para avanzar hacia un desarrollo sostenible e inclusivo.

Enfrentamos desafíos propios e ineludibles, que se presentan en nuestras particulares condiciones y que solo nos importan a nosotros. Los desafíos tecnológicos, ambientales y sociales de nuestra minería, la sostenibilidad de nuestros recursos hídricos, las oportunidades que tenemos en materia de energías renovables no convencionales, son algunos de ellos. Incorporando conocimiento que nos aporte comprensión y capacidades tecnológicas, podemos hacernos cargo de nuestras preocupaciones y también crear oportunidades para avanzar hacia un desarrollo sostenible e inclusivo.

El desarrollo de las energías limpias en Dinamarca es un ejemplo. Con exportaciones superiores a los diez billones de euros, hoy es líder mundial en equipamiento y tecnología para la generación de energía limpia. ¿Cómo alcanzó ese liderazgo? Ciertamente, gracias a un gran esfuerzo público y privado de I+D+i. Pero para ello fue preciso generar condiciones que impulsaran y orientaran a los actores en esa dirección.

En el origen hay una decisión política de alto costo: a inicios de los '70,

tras ser severamente golpeada por el alza de los combustibles, Dinamarca decidió disminuir su dependencia del petróleo y avanzar hacia energías renovables y no contaminantes<sup>1</sup>. Ello se tradujo en cambios legales y normativos que dieron un nuevo marco de incentivos a los actores.

Clave también fue que esta decisión se mantuvo a pesar del descenso en el precio del petróleo. Ello generó un horizonte de certidumbre que dio seguridad a instituciones de investigación, empresas y universidades en su decisión de orientar esfuerzos hacia el desarrollo del conocimiento y las tecnologías que permitieran cumplir con ese propósito.

Dinamarca contaba con una ventaja natural sobre la cual construir: sus fuertes vientos que alcanzan un promedio de 7,6 metros por segundo. Los daneses supieron explotar esta ventaja y fueron los primeros en construir parques eólicos marinos.

También ha habido una continua preocupación por involucrar a las comunidades locales. No solo hay compensaciones en caso de ser afectadas por una inversión, sino también beneficios directos. No es casualidad, entonces, que varias localidades tengan metas más ambiciosas que las nacionales para su matriz energética.

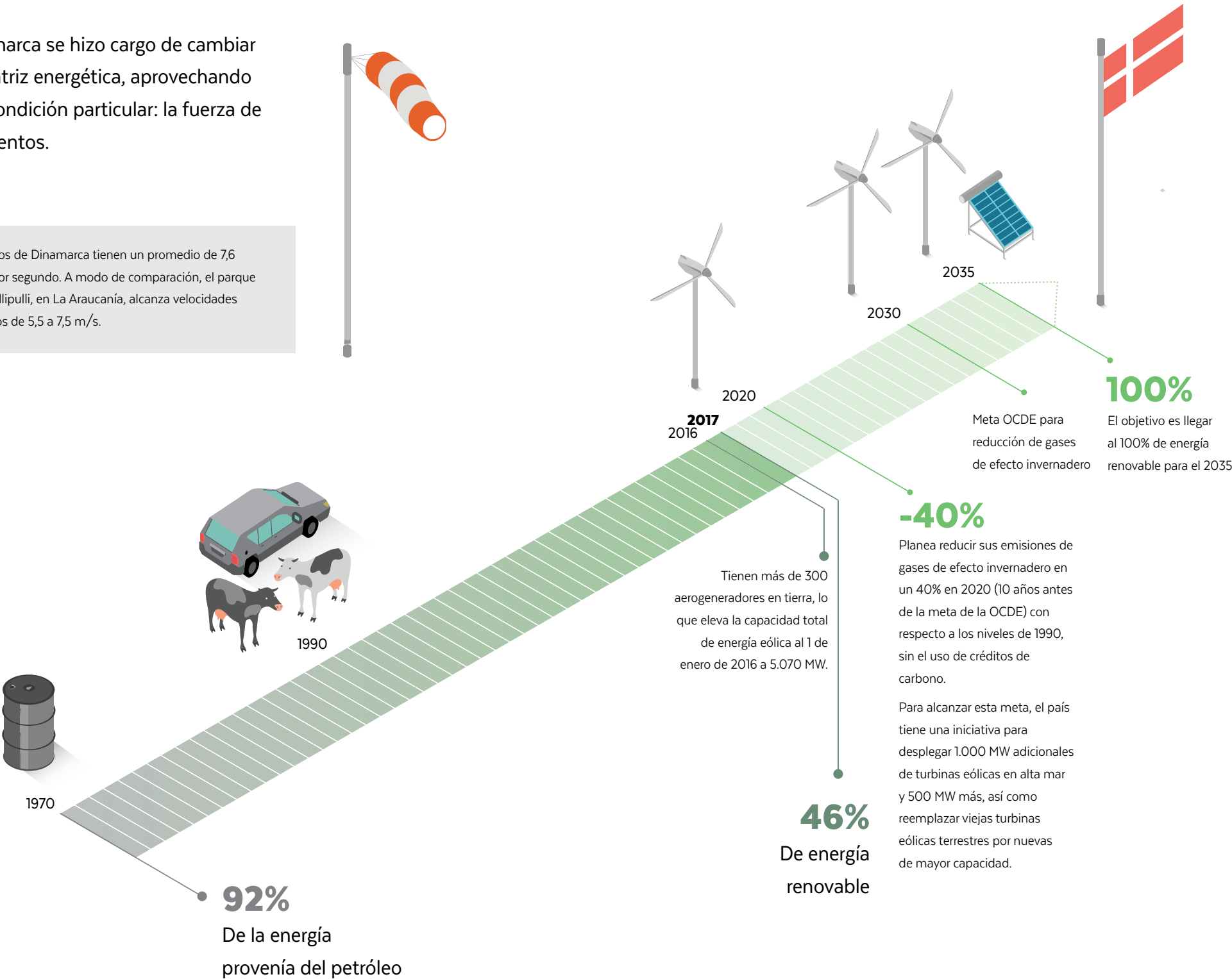
El caso danés nos muestra cómo es posible plantear un propósito transformador radical, abordándolo desde una condición singular, construyendo un amplio y duradero acuerdo nacional, e incorporando decididamente ciencias, tecnologías e innovación.

Fuente Lámina: Elaboración propia con datos de <https://stateofgreen.com/en/pages/denmark-becoming-the-state-of-green>

1. <https://stateofgreen.com/en/pages/denmark-becoming-the-state-of-green>

Dinamarca se hizo cargo de cambiar su matriz energética, aprovechando una condición particular: la fuerza de sus vientos.

Los vientos de Dinamarca tienen un promedio de 7,6 metros por segundo. A modo de comparación, el parque eólico Collipulli, en La Araucanía, alcanza velocidades promedio de 5,5 a 7,5 m/s.





## Podemos hacer de la minería una industria virtuosa



La caída de las rentas del recurso y los desafíos de la explotación futura, obligan a las empresas mineras a innovar en sus procesos tecnológicos y prácticas de gestión.

La gran minería del cobre es la industria por la que Chile destaca a nivel mundial. Y podemos seguir haciéndolo, si usamos decididamente la innovación y el desarrollo tecnológico para controlar costos y mejorar la sustentabilidad e inclusión en una sociedad cada vez más preocupada del medio ambiente y de la calidad de vida.

En los últimos 25 años, la producción de cobre creció 3,5 veces, llegando a generar el 30% a nivel mundial. Sin duda, la actividad minera seguirá siendo relevante, pero ¿cuán relevante? Para mantener un alto dinamismo hay que superar obstáculos de la propia explotación: menor concentración de mineral por volumen, mayor profundidad de los yacimientos, sustentabilidad ambiental, relaciones armoniosas e inclusivas con el entorno y las comunidades. Más aún considerando que la mitad de nuestras reservas están en las cabeceras de cuenca entre Los Vilos y Rancagua, que abastecen de agua la zona más poblada del país y de gran actividad agrícola.

Tenemos casos destacados de empresas que han generado solucio-

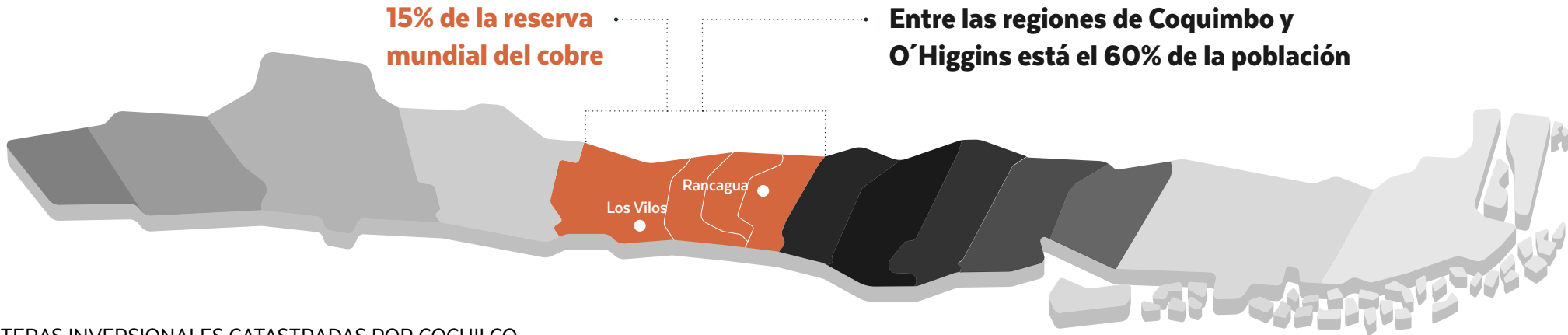
nes innovadoras y de alto desarrollo tecnológico para la minería, hoy presentes en otras partes del mundo. Y podemos multiplicarlos. En Australia, un país con una minería tres veces más grande que la chilena, los proveedores tecnológicos del sector exportan 20 veces más que los nuestros.

No podemos evitar el desafío: la minería ha explicado el 45% del crecimiento del PIB entre 1990 y 2010, y ha sido más del 20% de nuestro PIB en la segunda mitad de la década de 2000; nuestra escala de operaciones no tiene comparación en el resto del mundo, y la sostenibilidad de los recursos hídricos está amenazada.

Avanzar en resolver las tensiones con tecnología permite agregar valor en Chile y en el mundo. Y hemos dado señales de avance. Tras una convocatoria del CNID<sup>3</sup> se forma la agrupación Alianza Valor Minero en 2015, además del programa Alta Ley de Corfo. Mientras esta última se ha concentrado en convocar capacidades para desarrollos tecnológicos asociados a relaves, Alianza Valor Minero –en tanto organismo público-privado– monitorea el avance de la agenda, así como los progresos en la instalación de un sistema de diálogo permanente.

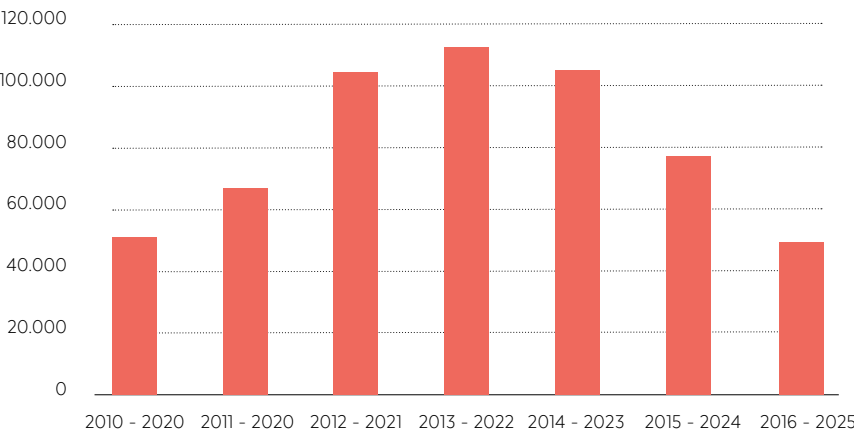
Como nunca en su historia, la caída de las rentas del recurso y los desafíos para la explotación futura, las empresas mineras están forzadas a preocuparse de la productividad de sus procesos demandando innovación, en forma consistente con un cambio profundo en ciertas prácticas de gestión.

1. Cochilco.
2. Cochilco.
3. La Comisión Asesora Presidencial Minería para el Desarrollo de Chile y su agenda “Una Plataforma de Futuro”, en 2014.



### CARTERAS INVERSIONALES CATASTRADAS POR COCHILCO

Cobre, oro y plantas metalúrgicas, hierro y minerales industriales. MM US\$ (1996 - 2016)



### DISMINUCIÓN DE LA LEY MINERAL <sup>1</sup>

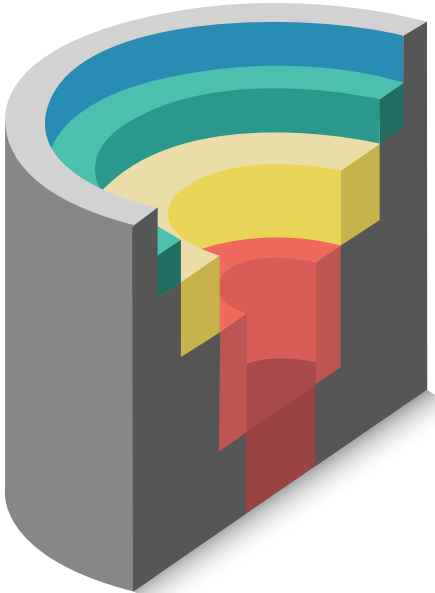
Concentración de cobre en la tierra



En 2016 se desiste del proyecto de inversión Codelco-Andina 244.

### GRANDES PROYECTOS DE COBRE QUE SALEN DE LA CARTERA DE INVERSIÓN CHILE 2015 (EN MM US\$)<sup>2</sup>

Están en proceso de reestructuración y sin fecha de inversión o puesta en marcha.



### DESAFÍOS QUE PUEDEN Y DEBEN SER ABORDADOS POR LA MINERÍA

- Tamaño y profundidad de las operaciones
- Disminución de la ley de mineral
- Exigencias ambientales más estrictas
- Creciente empoderamiento de las comunidades

La profundidad del mineral nos obliga a desarrollar ingeniería y tecnología para la explotación subterránea.

En términos proporcionales, los proveedores tecnológicos de la minería australiana exportan cerca de 20 veces más que los chilenos.





## Asegurar la disponibilidad de agua es otro desafío que nadie más asumirá por nosotros



Asegurar la disponibilidad de agua para los habitantes, para nuestras principales actividades productivas y para la sustentabilidad de nuestros ecosistemas, es prioritario para el desarrollo sostenible e inclusivo.

El agua es un recurso natural, único, finito e indispensable para la vida. Pero sobre todo, es un recurso vulnerable. A pesar de su aparente abundancia, en el mundo solo un 0,74% del agua es dulce.

En el contexto mundial, podemos considerarnos privilegiados en materia de recursos hídricos. La escorrentía media total<sup>5</sup> de Chile equivale a una media de 53.000 m<sup>3</sup>/persona/año<sup>6</sup>, valor bastante más alto que la media mundial que es de 6.600 m<sup>3</sup>/persona/año. Sin embargo, cuando el promedio se desagrega por regiones, la realidad es distinta: desde Santiago al norte prevalecen las condiciones áridas y la media de disponibilidad de agua está por debajo de los 800 m<sup>3</sup>/persona/año.

La escasez hídrica en la parte norte y central del país -donde reside la mayor parte de la población y tienen lugar las principales actividades económicas- es creciente. En estas zonas, la mayor parte del agua su-

perficial ya está asignada y se observan problemas de sobreexplotación en acuíferos. Al mismo tiempo, se está limitando la disponibilidad de agua por descenso en algunas cuencas.

Pero en el sur también hay problemas, pues la intensidad y frecuencia de las sequías ha ido en aumento. En los últimos años, muchas de las fuentes que abastecían de agua a localidades rurales se han ido agotando, de forma que el reparto de agua en camiones aljibe se ha hecho frecuente. En 2016 se gastaron cerca de US\$ 80 millones para abastecer de agua potable a comunas rurales, entregando 50 litros diarios por persona (lo que equivale a una ducha de cinco minutos).

El principal objetivo es asegurar la disponibilidad de agua para los habitantes, pero hay que considerar que nuestras principales actividades productivas tienen una huella hídrica muy elevada y que la sustentabilidad de nuestros ecosistemas depende asimismo de su disponibilidad de agua. Los servicios ecosistémicos que presta el agua son a menudo obviados, pero son esenciales para la sostenibilidad de los territorios.

“Disponer de información y conocimiento de base sobre nuestros recursos hídricos es una condición indispensable para desarrollar y orientar los esfuerzos de I+D+i, asegurar su excelencia y sustentar una buena gestión del agua a nivel local, regional y nacional. Es por ello que esta condición es, en sí misma, un prioridad para los esfuerzos que debemos desarrollar en materia de investigación.”<sup>7</sup>

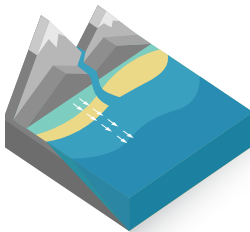
1. Banco Mundial, 2010.
2. DGA, 2016.
3. Ministerio de Interior.
4. Banco Mundial, 2011.
5. Volumen de agua procedente de las precipitaciones que escurre por los cauces superficiales y subterráneos.
6. Banco Mundial, 2010.
7. Comisión de I+D+i para la Sostenibilidad de Recursos Hídricos (2016). “Ciencia e innovación para los desafíos del agua en Chile”, CNID, página 25.

En Chile hay más agua por persona al año que el promedio mundial.<sup>1</sup>

**53 mil m<sup>3</sup>** Chile  
**6,6 mil m<sup>3</sup>** Mundo

Pero de la Región Metropolitana al norte, disponemos de 800 m<sup>3</sup> por persona al año, en contraste con el sur, donde se superan los 10.000 m<sup>3</sup>.

Ríos toboganes: La singularidad a nivel mundial de los ríos chilenos es por el alto desnivel que alcanzan en cortos tramos.



En Chile, existe mayor variedad de cuencas que el promedio de los países en el mundo.<sup>2</sup>

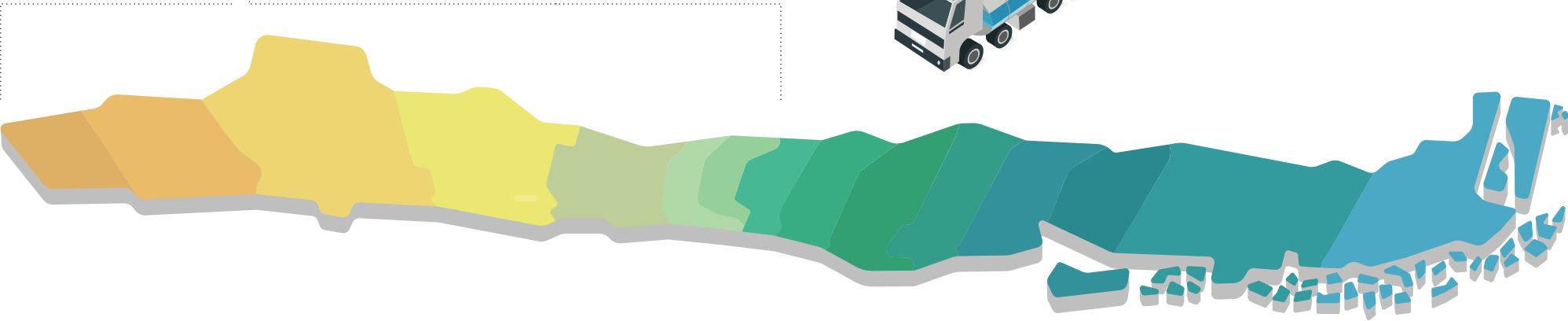
**101** Chile  
**8** Australia  
**16** España  
**5** Canadá

**13 de 15 regiones**  
Tienen comunidades que no cuentan con agua.

**US\$ 80 MM**  
Se gastaron el 2016 en camiones aljibe.<sup>3</sup>



Se estima que el 2040 estaremos dentro de los 10 a 25 países con mayor estrés hídrico.



**70%**  
de la Matriz Productiva Nacional depende del agua.<sup>4</sup>



Industria minera



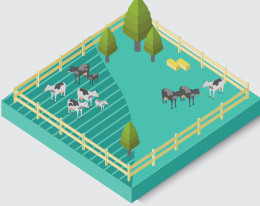
Industria forestal



Industria pesquera



Industria agrícola



Industria ganadera

### RED DE INVESTIGACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS

Al alero de la Comisión de I+D+i para la Sostenibilidad de los Recursos Hídricos organizada por el CNID, nace esta red, agrupando a más de 25 centros de investigación, universidades y grupos de investigadores. Se organiza en cuatro macrozonas y permitirá intercambiar conocimientos, potenciar acciones conjuntas, así como elevar la calidad y pertinencia de los esfuerzos.

### RESOLUCIÓN APROBADA POR LA ASAMBLEA GENERAL DE LAS NACIONES UNIDAS

“Reconoce que el derecho al agua potable y el saneamiento es un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos.”

28 de julio de 2010



**Margarita D’Etigny Lira, consejera CNID**

Es Ingeniera agrónoma de la Universidad de Chile, socia fundadora y directora de IdeaConsultora. Fue directora ejecutiva de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y ha integrado, entre otros, el Comité Directivo del PDIT del Ministerio de Economía, el Consejo Asesor de CONICYT, el Comité Directivo de FONDEF y el Consejo Directivo de INNOVA.



## Gestión sostenible de los recursos hídricos: una tarea urgente y colectiva

Por Margarita D’Etigny Lira



La preocupación por la sostenibilidad de los recursos hídricos alcanza hoy una dimensión global de la cual no estamos ausentes. El agua está amenazada en su sustentabilidad, observándose una disminución sistémica de su oferta y un aumento sostenido e inorgánico de la demanda.

Una gestión sostenible de los recursos hídricos se ha transformado para Chile en materia de extrema importancia y urgencia, siendo el agua vital para la supervivencia humana, para la mantención de los equilibrios de nuestros ecosistemas, y soporte de nuestra base productiva. Por ello requerimos una mirada sistémica de largo plazo, con políticas que garanticen un desarrollo ambientalmente sustentable, económicamente eficiente y socialmente armónico. Avanzar en una gestión sostenible requiere integrar múltiples y diversos factores, donde destaca la necesidad de contar con información científica sólida sobre nuestros sistemas hidrológicos y ecosistemas, utilizar los avances tecnológicos disponibles, contar con organizaciones representativas para realizar una gestión integral, así como lograr el compromiso y comprensión de la comunidad en su conjunto de la relevancia del cuidado del agua.

En 2015, el CNID inició el diseño de una agenda I+D+i de apoyo a la sustentabilidad de los recursos hídricos, convocando a múltiples actores (de sectores público y privado y vinculados a la CTI) a integrar

una comisión que trabajó rigurosa y participativamente durante más de un año e involucrando directamente más de 300 personas.

Junto con la entrega en 2016 a la Presidenta de la República de la Agenda “Ciencia e Innovación para los Desafíos del Agua”, el CNID avanzó tempranamente en instalar mecanismos de apoyo a la implementación, monitoreo y actualización de la agenda. En este ámbito cabe destacar la Red de Investigación en Recursos Hídricos, integrada por 25 centros de investigación, universidades e investigadores, que ha puesto las capacidades científicas nacionales a trabajar colaborativamente en las prioridades establecidas en la Agenda; el Comité de Orientaciones Estratégicas de Investigación en Agua, liderado por la DGA e integrado por instituciones públicas vinculadas a la I+D+i, que actúa como contraparte de dicha Red; y la mantención activa de la Comisión de I+D+i para la Sostenibilidad de los Recursos Hídricos para actualizar periódicamente la Agenda.

Tenemos la convicción que estas iniciativas de articulación son el camino esencial para la puesta en marcha de la propuesta, ya que solo un trabajo colaborativo que coordine esfuerzos nos permitirá avanzar decididamente en el cuidado de este vital recurso. Articulando esfuerzos podremos proteger este recurso vital.

III. PLATAFORMA PARA APROVECHAR LOS AVANCES TECNOLÓGICOS PARA MEJORAR NUESTRO BIENESTAR E INCLUSIÓN

Adaptar tecnologías desarrolladas por otros puede generar importantes mejoras

La adaptación tecnológica trae grandes beneficios, pero requiere de capacidades propias de comprensión para poder ajustarla a nuestras condiciones locales.

No todos los desafíos necesariamente requieren desarrollos tecnológicos propios y originales. Somos ciudadanos del mundo y, en muchos casos, podemos generar importantes mejoras en nuestros niveles de bienestar e inclusión, adaptando a nuestras características específicas las tecnologías desarrolladas por otros en el mundo.

Un ejemplo lo encontramos en las soluciones para la estabilidad del suministro eléctrico. El laboratorio White Oak de la FDA<sup>1</sup> ubicado en Maryland, EE.UU., por la naturaleza de su acción requiere de un suministro energético ininterrumpido. Para ello, no solo se apoya en un sistema propio de emergencia –como es lo habitual en este tipo de servicios- sino que cuenta con un sistema híbrido de abastecimiento de energía: una parte es provista por una microrred local con suministro paralelo del sistema central de la ciudad.

De esta forma, solo entre 2010 y 2013, ese laboratorio ha entrado en “modo isla” (cuando funciona cien por ciento desconectado del sistema central) más de 70 veces, sorteando apagones originados por terremotos, tormentas y huracanes. Entre ellos, “Sandy”.

Adaptando este desarrollo para un propósito distinto, en Chile, la nortina localidad de Huatacondo se convirtió en nuestra primera microrred inteligente basada en energías renovables no convencionales. De tener acceso a diez horas diarias de electricidad y en condiciones de alta intermitencia, hoy cuenta con suministro sin restricciones las 24 horas, logrando una penetración del orden del 75% del consumo de energía en base a fuentes renovables, gracias a estas tecnologías.

La adaptación tecnológica puede traer grandes beneficios, pero las tecnologías no siempre se pueden aplicar sin ajustes en situaciones distintas a las originales. Por ello, siempre se requiere una base de I+D que permita comprenderlas y adaptarlas. En el caso de Huatacondo, ese rol lo cumplió el Centro de Energía de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

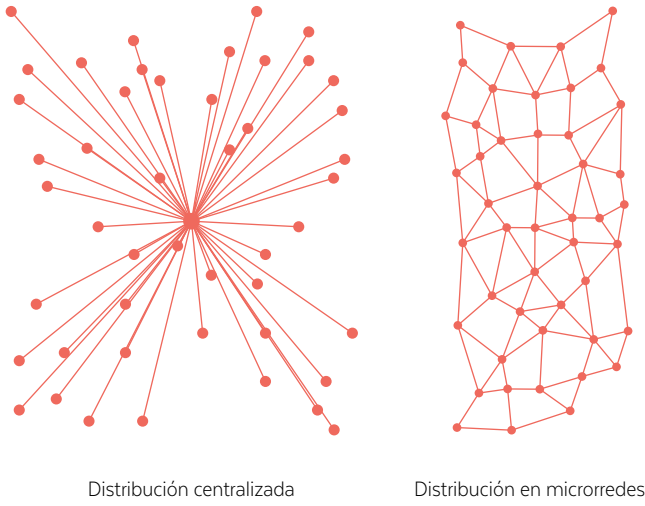
Tan importante como lo anterior, es entender que la mayor parte de las veces los desafíos para implementar soluciones tecnológicas existentes, se encuentran más en aspectos organizacionales o culturales, o en las barreras que impone la defensa de intereses creados. De ahí que en Huatacondo una de las claves del proyecto ha sido trabajar desde un inicio con la comunidad local, de forma que actualmente son sus propios habitantes quienes realizan la mantención de la microrred.

Fuente Lámina: Elaboración propia.

1. Food and Drug Administration de los EE.UU.

MICRORREDES

Las microrredes son pequeños sistemas de distribución eléctrica, basados en diversas fuentes renovables de generación energética, que pueden funcionar de manera autónoma y/o complementarse con los sistemas de distribución centralizada.



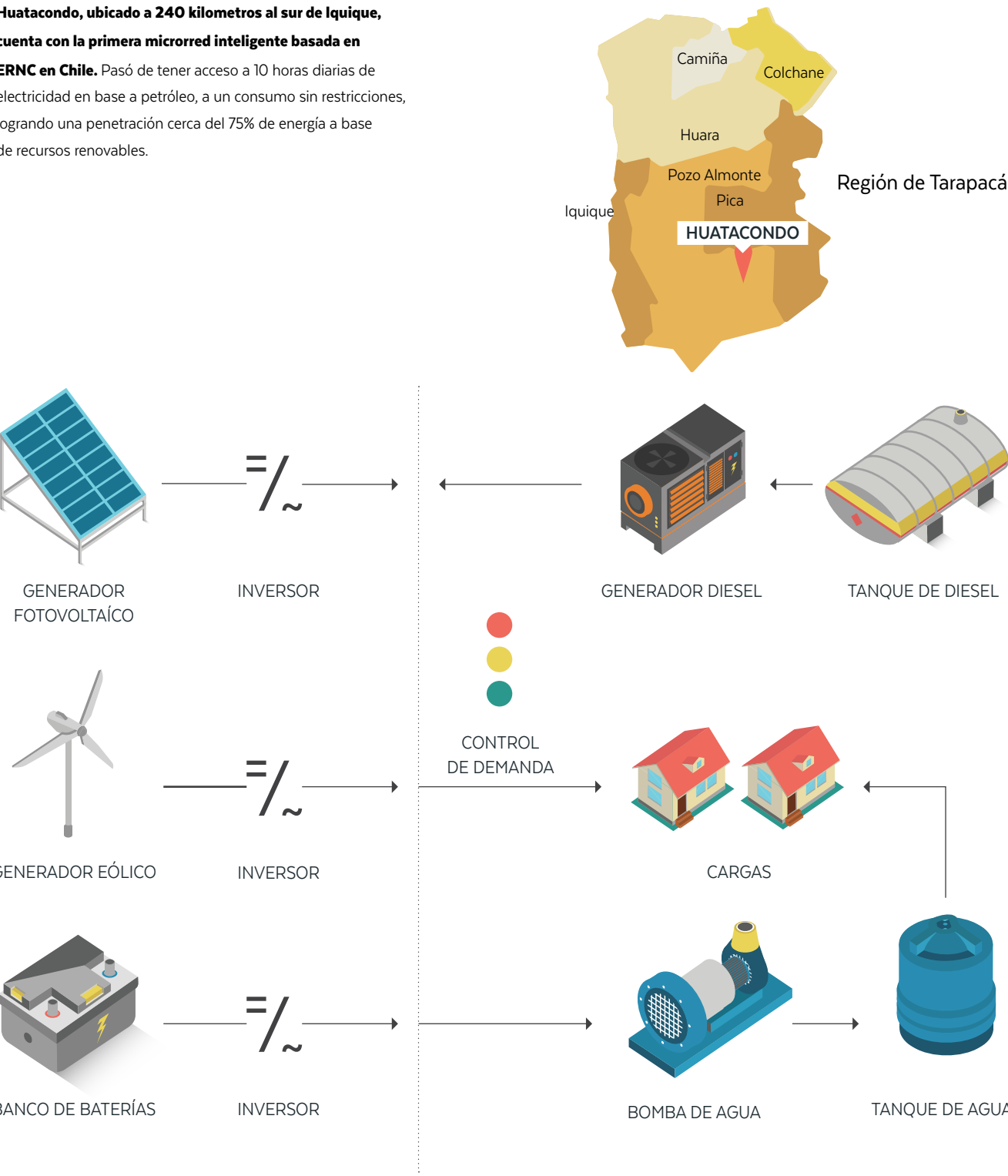
RESILENCIA - CASO FDA

Debido a la naturaleza de sus investigaciones, la FDA requiere de un suministro energético ininterrumpido. Por ello, en su laboratorio White Oak cuenta con un sistema híbrido: una microrred local conectada a la macrorred de la ciudad.



ADAPTACIÓN PARA COMUNIDADES AISLADAS TERRITORIALMENTE

**Huatacondo, ubicado a 240 kilómetros al sur de Iquique, cuenta con la primera microrred inteligente basada en ERNC en Chile.** Pasó de tener acceso a 10 horas diarias de electricidad en base a petróleo, a un consumo sin restricciones, logrando una penetración cerca del 75% de energía a base de recursos renovables.





Construcción y salud, dos áreas donde la adaptación tecnológica nos permitiría dar un gran salto

La adaptación no es solo la incorporación de un desarrollo tecnológico, sino también una nueva forma de abordar preocupaciones sociales que desafían prácticas, disposiciones, protocolos y burocracias.

La adaptación tecnológica puede favorecer políticas públicas en áreas tan sensibles como construcción y salud.

El sistema BIM (*Building Information Modeling*) para la generación y gestión de datos en el ciclo de vida de una edificación, es un desarrollo tecnológico que nace en la industria aeroespacial, migra a la manufactura y luego a la construcción. El Reino Unido fue el primer país que usó las compras públicas para estimular el uso de estos sistemas para optimizar la eficiencia y calidad de proyectos de construcción.

Entre 2013 y 2014, los británicos ahorraron entre un 12 y un 20% de los costos de construcción de edificios públicos. Luego de esta experiencia y a partir de 2016, todo proyecto británico del sector público debe utilizar BIM.

En Chile, el uso de esta herramienta crece y ya se han desarrollado aplicaciones específicas para la construcción de establecimientos de salud, el nuevo aeropuerto de Santiago y otros. Asimismo, un programa de Corfo con el Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, y la Cámara Chilena de la Construcción, replica la experiencia inglesa y está ayudando a instalar capacidades en oferentes nacionales de modo que próximas licitaciones de obras de los ministerios puedan realizarse con este sistema. Un beneficio adicional de implantar BIM es

que permite agilizar los tiempos de tramitación de los permisos y facilita la inspección de las obras.

Por otra parte, los sistemas de telemedicina permiten el intercambio de información médica mediante sistemas electrónicos, de forma que disminuye el tiempo entre la toma de exámenes y sus resultados, o entre la atención y el diagnóstico del especialista. La presencia física ya no es necesaria en muchos casos, disminuyendo el aislamiento funcional, permitiendo convocar servicios y opiniones médicas complementarias, así como como facilitando programas educativos y de control de pacientes crónicos.

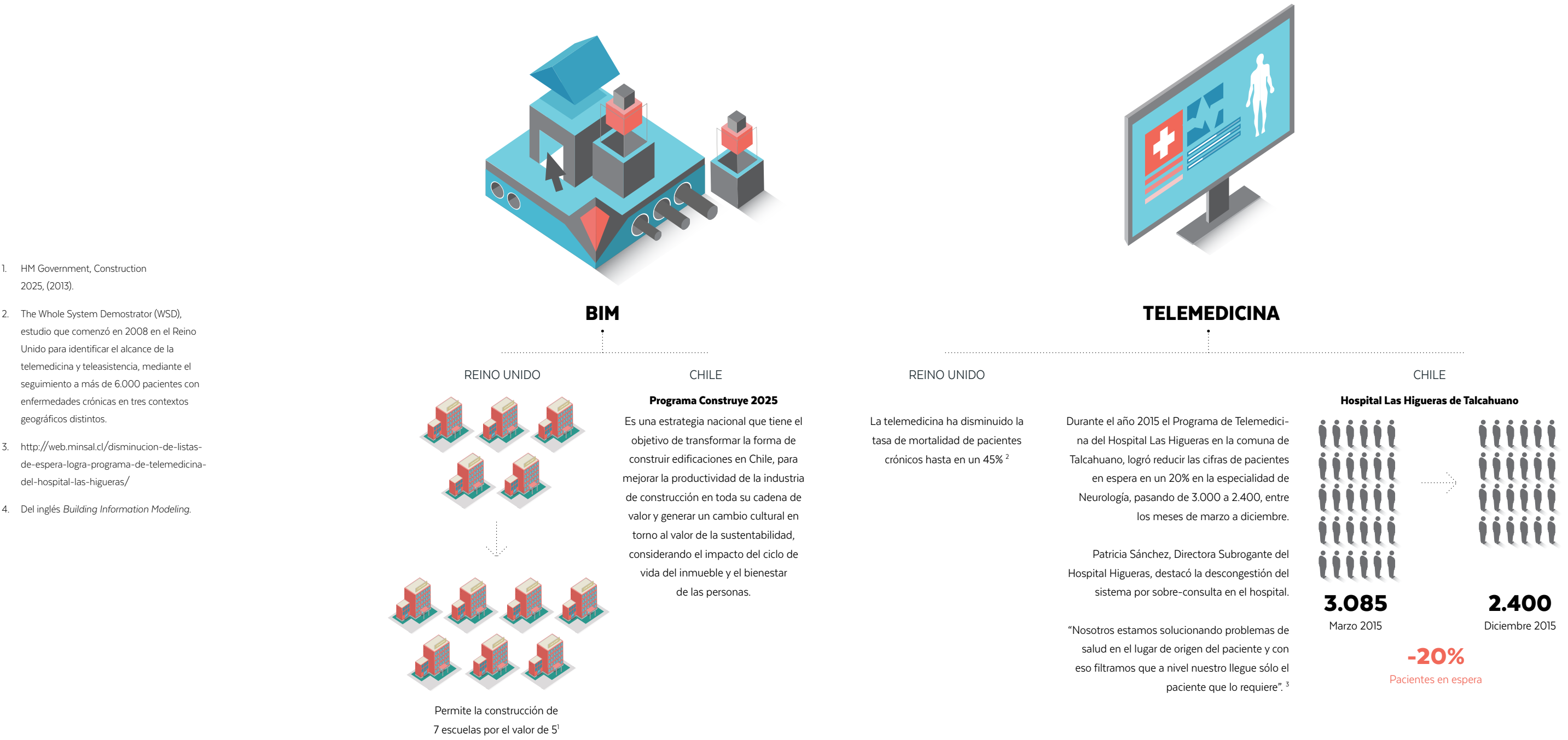
La telemedicina no solo es un desarrollo tecnológico, sino una nueva forma de abordar las prestaciones de salud que desafía prácticas, disposiciones, protocolos y burocracias.

En Chile, el hospital Las Higueras de Talcahuano es pionero en la materia, habiendo logrado disminuir las listas de espera de la especialidad de neurología en un 20% entre marzo y diciembre de 2015, con cerca de 25 mil teletransacciones-entre teleinterconsultas, exámenes y atenciones telepresenciales en las especialidades de cardiología, siquiatria infantil, nefrología y neurología- en el mismo año.

En 2016, el programa comenzó a expandirse a los pacientes de atención primaria y secundaria de los Servicios de Salud Arauco y Ñuble, de forma de permitir atención de especialidad sin necesidad de traslado de personas, permitiendo que al centro hospitalario llegue solo quien lo requiera.

Ambos ejemplos muestran el enorme avance que es posible realizar en sectores tan sensibles como la construcción y los servicios de salud, gracias a una cuidadosa adaptación tecnológica.

SECTORES QUE SE HAN BENEFICIADO CON TECNOLOGÍAS Y PLATAFORMAS



IV. MEJORA DE NUESTRAS CAPACIDADES DE COMPRESIÓN PARA ENFRENTAR LOS NUEVOS ESCENARIOS

Integrar y aprovechar los impactos del avance científico y tecnológico en la sociedad

Generar conocimiento y disponer de las capacidades para usarlo, son aspectos clave para fortalecer nuestras habilidades de comprensión, adaptación y anticipación frente a nuevos escenarios.

Una serie de nuevos fenómenos están desafiando nuestras certezas y maneras habituales de habitar en el mundo, y generando dilemas éticos inéditos. La historia está llena de estos momentos, sin embargo, lo propio de esta época es lo vertiginoso de los cambios y su rápida divulgación como consecuencia de la revolución de las comunicaciones.

La estructura y tamaño de las ciudades cambiaron radicalmente hace cien años luego de la invención del teléfono y del automóvil. Las distancias físicas y psicológicas se encogieron, ampliando en la práctica la definición de vivir “cerca” y reduciendo la incertidumbre de viajar horas para preguntar sobre un producto o servicio que podría no estar.

Hoy ya tenemos claro que la supuesta objetividad de los algoritmos en la que descansan muchas de las decisiones que tomamos –como la selección de posteos, las ofertas del banco y hasta la probabilidad de reincidencia delictual– no es tal. Se trata de información que nos entrega y prioriza un pequeño grupo de personas, sin que seamos conscientes de ello\*.

En esta misma línea, la actual aparición de los autos autónomos nos pone frente a un caso donde las capacidades de comprensión se ven desafiadas. Efectivamente, pueden traer grandes beneficios. Pero también afectan la estructura de las ciudades, las dinámicas laborales, regulaciones, hasta modifican las lógicas de responsabilidad civil y penal en caso de accidente.

Generar conocimiento y disponer de las capacidades para usarlo, son aspectos clave para fortalecer nuestras habilidades de comprensión, adaptación y anticipación ante las oportunidades y tensiones que emergen. Desarrollar y mantener estas capacidades es particularmente crítico en el sector público, pues el Estado debe conducir la discusión sobre la forma en que se ajustan normas e instituciones a las nuevas realidades. Es asimismo el espacio donde se deposita la mayor responsabilidad respecto del manejo de las consecuencias de los cambios, incluyendo el arbitraje entre sectores perdedores y ganadores.

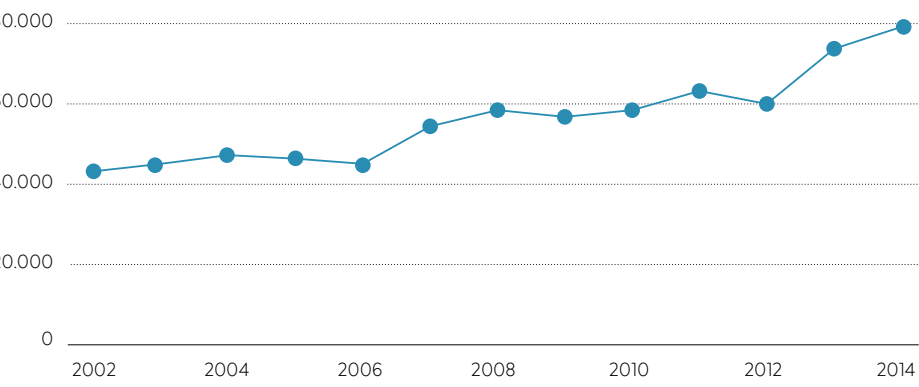
Una reflexión y un diálogo fructífero es posible si los ciudadanos disponen de las capacidades para procesar la información y el conocimiento existente, y si aprendemos a discriminar sobre el valor de lo que se lee o escucha. Hoy todas las posiciones pueden encontrar un sitio de Internet que las “respalde” (con mayor o menor validez), por ello tenemos la oportunidad de avanzar en conversaciones que nos permitan reflexionar y construir juntos, en lugar de defender y reclamar posturas.

- 1. Observatorio de datos de accidentes. Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
- 2. Unidad de Estudios del Automóvil Club de Chile.
- 3. <http://uk.businessinsider.com/mercedes-benz-self-driving-cars-programmed-save-driver-2016-10>
- 4. <https://www.propublica.org/article/how-we-analyzed-the-compas-recidivism-algorithm>

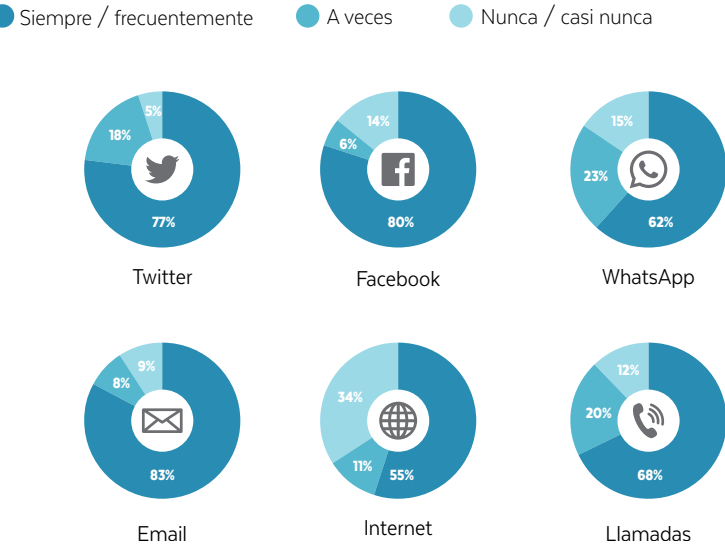
INSERCIÓN DE LOS AUTOS AUTÓNOMOS Y SUS POSIBLES BENEFICIOS.

- 1. Facilitar la movilidad de personas con discapacidad física.
- 2. Dar mayor autonomía para personas dependientes en materia de desplazamiento.
- 3. Disminuir accidentes de tránsito, en especial, por falta de atención a las condiciones del tránsito.

ACCIDENTES DE AUTO 2002 – 2014, CHILE<sup>1</sup>



FRECUENCIA CON QUE REALIZA ACTIVIDADES CUANDO CONDUCE, CHILE<sup>2</sup>



La irrupción de los autos autónomos, al mismo tiempo, desafía nuestras capacidades de comprensión y anticipación.

DILEMA DEL CONDUCTOR DE UN VEHÍCULO COMÚN

Usted va junto a su familia, conduciendo su automóvil a unos 100 km/h por una autopista interurbana, cuando intempestivamente, se cruza un niño de unos diez años corriendo detrás de su pelota.

¿Haría una maniobra para no atropellar al niño aun cuando esto le signifique el riesgo de volcar a gran velocidad?

¿Y SI EL VEHÍCULO FUESE UN AUTO AUTÓNOMO?<sup>3</sup>

Una prestigiosa marca declaró que sus autos autónomos contarán con un algoritmo que priorizará la seguridad del conductor por sobre cualquier otra circunstancia.

¿Debiera una empresa poder tomar a priori ese tipo de decisiones?

¿Está dispuesto a que un algoritmo pueda tomar la decisión de atropellar al niño?



V. RUTAS PARA APROVECHAR NUESTRAS SINGULARIDADES

Muchos países han sabido aprovechar sus características distintivas como oportunidad de desarrollo

Lo que pudo verse como una condición desfavorable, los holandeses supieron transformarla en una gran área de desarrollo.

En el mundo nos encontramos con múltiples casos de países que han aprovechado sus características distintivas naturales para convertirlas en una oportunidad de desarrollo y generar una identidad potente en el mundo. Un caso ejemplar es el de Holanda.

Dos terceras partes de su territorio están bajo el nivel de mar. Enfrentar esta condición generando soluciones confiables y eficientes, ha sido un desafío que continuamente ha puesto a prueba el ingenio de la población. Lo han superado con éxito a través de su historia. De otro modo, no habrían prosperado.

Para mantener a raya y ganar terreno al mar, así como a los dos grandes ríos que atraviesan su territorio, Holanda debió desarrollar ingeniería de primer nivel, particularmente la hidráulica. Sus universidades, desde temprano, destacaron en la formación de especialistas en la materia y el Estado invirtió fuertemente en crear institutos y centros de investigación sobre el manejo de los recursos hídricos en sus diversas variantes.

Hoy, Holanda es líder indiscutido en el manejo del agua en el mundo.

Así, por ejemplo, luego de sufrir el desastre de Katrina, Estados Unidos solicitó la asistencia de empresas y profesionales holandeses para poder generar un sistema de prevención ante futuras catástrofes, pues ellos son los expertos mundiales en ese campo.

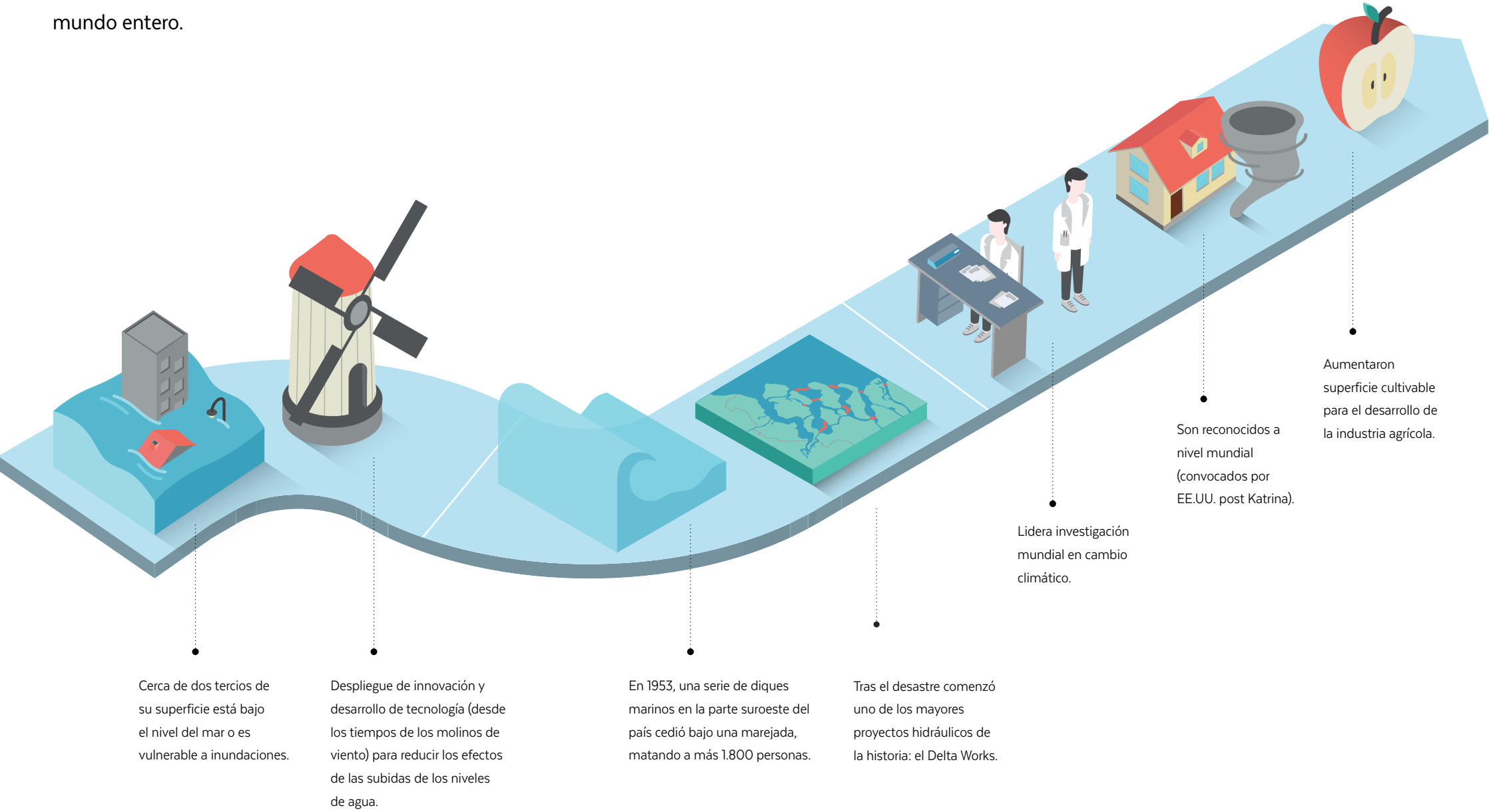
Lo que pudo verse como una condición desfavorable, con el tiempo se transformó en una gran área de desarrollo. Hoy en día, los holandeses incursionan y generan conocimiento y tecnologías de punta en prácticamente todos los ámbitos relacionados con el tema. Desde el manejo de obras hidráulicas, hasta el tratamiento de aguas (99,9% de la población tiene acceso a agua potable sin cloro), pasando por equipamiento de bombeo y transporte de agua, reutilización, entre otros. Como resultado, tienen más de 1.500 compañías tecnológicas en el sector, que exportan más de 7 mil millones de euros anuales.

Toda esta actividad está soportada por un amplio ecosistema, con cerca de cincuenta universidades, centros de desarrollo tecnológico, espacios para testeo y demostración de tecnologías, incubadoras y una vibrante comunidad de empresas. El Estado lo ha definido como ámbito estratégico de desarrollo y, como tal, es un área de fuerte cooperación pública y privada.

Pero también de investigación sobre el futuro. Conscientes de su frágil situación geográfica, Holanda ya es un líder en la investigación sobre los efectos del cambio climático en el mar.

Fuente Lámina: Elaboración propia.

De su ancestral lucha contra el mar, Holanda supo crear una plataforma de desarrollo reconocida en el mundo entero.



# Tenemos una oportunidad en los saberes y experticias que hemos acumulado frente a los desastres de origen natural

Por el solo hecho de estar en Chile, disponemos de un laboratorio natural que permite generar soluciones y aplicaciones prácticamente imposibles de ser llevadas a cabo en otros lugares.

Salvo las tormentas mayores, como huracanes y monzones, vivimos periódicamente el embate de grandes eventos naturales como terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, aluviones, sequías, marejadas, inundaciones e incendios forestales. Estos eventos van en aumento y la creciente expansión urbana aumenta la cantidad de personas expuestas a sus efectos.

Así se configura un escenario donde la resiliencia aparece como una dimensión fundamental para el futuro de nuestro país y del mundo. No podemos evitar los desastres de origen natural, ni eliminar sus consecuencias, a veces dramáticas. Pero podemos aprender a convivir con ellos y mitigar sus impactos, al mismo tiempo que generar una oferta de valor al mundo¹.

El impacto de estos eventos es muy importante en Chile. Aunque hemos tenido pocas víctimas fatales en relación a otros países, el proceso de volver a empezar de los damnificados es una gran carga social y –si lo miramos en términos económicos– una gran carga financiera para el país. Solo en el terremoto de 2010 se gastaron 30 mil millones

de dólares. Se estima que, entre 1980 y 2011, desastres de distinta naturaleza tuvieron un costo equivalente a un promedio anual de 1,2% del PIB, el más alto de todo el mundo.

Como contrapartida, la inversión en prevención tiene una altísima rentabilidad: en el caso de terremotos el retorno estimado es de un 140%, mientras que para inundaciones es de un 510%.

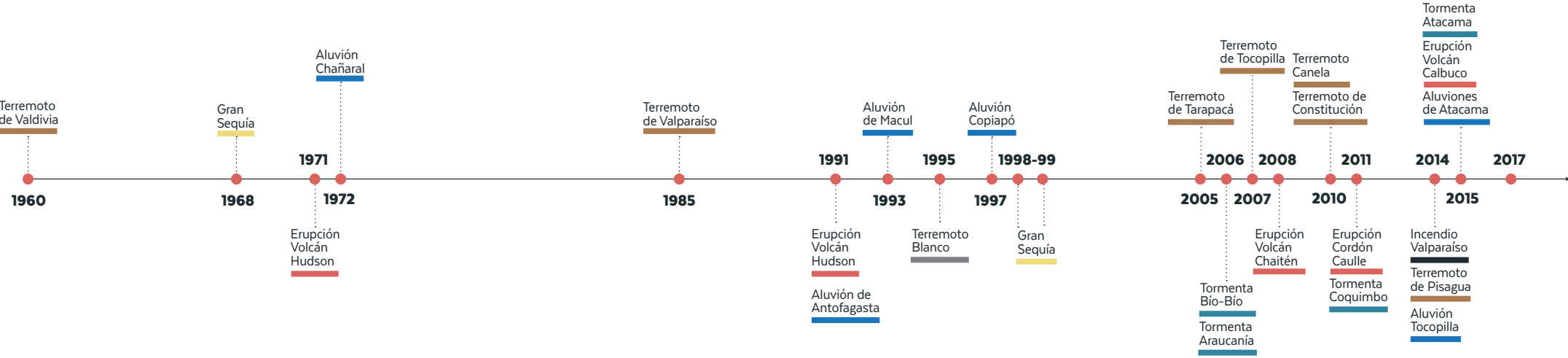
Los procesos asociados a la prevención y respuesta frente a desastres de origen natural nos ayudan a salvar vidas, recuperar empleos, servicios, infraestructura, cotidianeidad, y además, abren oportunidades para el desarrollo de bienes y servicios en múltiples dimensiones. Ellos afectan a la sociedad de manera muy transversal, por ejemplo, generan pérdidas productivas, profundizan vulnerabilidad social, afectan conectividad, entre otros. Por lo tanto, las tecnologías que permitan enfrentar mejor sus consecuencias pueden cruzar un amplio espectro de posibilidades para Chile y el mundo.

Por el solo hecho de estar en este territorio, tenemos a nuestra disposición un laboratorio que permite generar soluciones y aplicaciones –desde las disciplinas sociales hasta las ingenierías– que serían prácticamente imposibles de llevarse a cabo en otros lugares. Ingeniería antisísmica, tecnologías sociales para la resiliencia, sistemas de monitoreo de infraestructura, aseguramiento de la comunicación y servicios básicos, son algunos de los ejemplos de estas posibilidades.

Fuente Lámina: Comisión de I+D+i de Resiliencia frente a Desastres de Origen Natural (2016). “Hacia un Chile Resiliente frente a Desastres: una Oportunidad”, CNID, Santiago, Chile.

1. Comisión de I+D+i frente a Desastres de Origen Natural, 2016. “Hacia un Chile resiliente frente a desastres: una oportunidad”. CNID, Santiago, Chile.

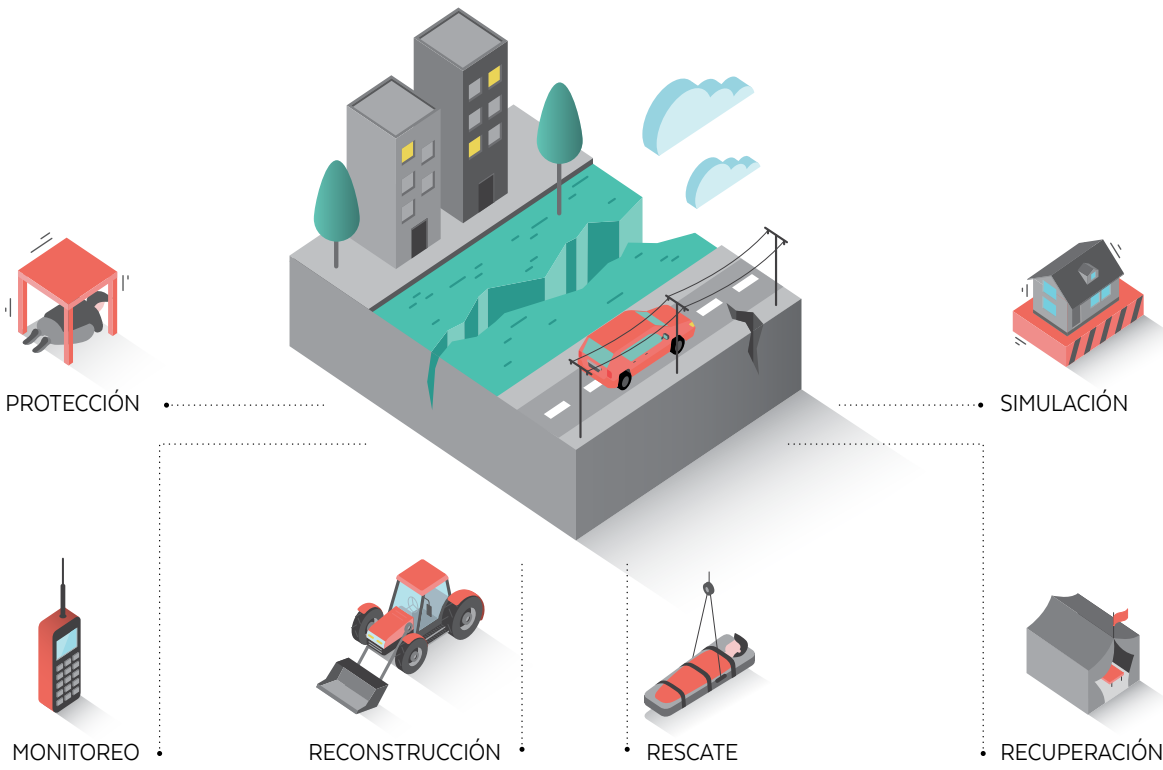
## ALGUNOS DE LOS PRINCIPALES DESASTRES DE ORIGEN NATURAL EN CHILE EN LOS ÚLTIMOS 60 AÑOS



“Desplegar una estrategia de I+D+i para la resiliencia frente a desastres de origen natural en el territorio, es un imperativo moral que, a la vez, trae consigo una gran oportunidad para el desarrollo de nuestra sociedad”.

Fuente: Comisión de I+D+i de Resiliencia frente a Desastres de Origen Natural (2016). “Hacia un Chile Resiliente frente a Desastres: una Oportunidad”, CNID, Santiago, Chile.

## ÁREAS POTENCIALES DE I+D+I EN TORNO A LA RESILIENCIA FRENTE A LOS DESASTRES DE ORIGEN NATURAL







**Juan Carlos De La Llera, consejero CNID**

Es Ingeniero Civil de la P. Universidad Católica de Chile y Doctorado en modelamiento estructural, dinámica estructural, sistemas de reducción de vibraciones de la Universidad de California, Berkeley, EE.UU. Actualmente es Decano de la Facultad de Ingeniería de la P. Universidad Católica y fundador de SIRVE, empresa que diseña, produce e implementa dispositivos que protegen las estructuras de daños causados por terremotos.



# Un país que se levanta para cuidar a su gente y al mundo

Por Juan Carlos De La Llera



Mi vida académica y profesional ha estado vinculada a una de las amenazas de origen natural más devastadoras para Chile, los terremotos. Durante décadas he investigado, seguido y participado en los avances que buscan mejorar nuestra capacidad de enfrentarlos. En este camino he llegado a la convicción de que las soluciones más efectivas no pasan solo por nuevo conocimiento en las ciencias duras e ingeniería, sino también por una comprensión más integrada de todo el entorno físico y social expuesto.

Un mismo evento se gatilla y propaga de manera diferente sobre un entorno con distintos niveles de vulnerabilidad física y social. Es por ello que el concepto de riesgo siempre implica la composición, por una parte, entre una amenaza natural y, por otra, la exposición y vulnerabilidad de todos los sistemas presentes en el ámbito geográfico afectado.

Las normativas de construcción y desarrollo urbano han evolucionado mucho en los últimos cincuenta años. Sin embargo, el hecho de que la mayoría de las personas fallecidas por el tsunami en 2010 hayan sido extranjeros a la costa, muestra la importancia de concebir el problema de los desastres de una manera integral. Nosotros, quienes habitamos este territorio, alteramos continuamente nuestras formas

de vivir en él. Y así, un evento natural que antes fue anecdótico, hoy puede producir una tragedia.

Chile, casi sin darse cuenta, se ha convertido en un líder mundial en resiliencia ante terremotos. La oportunidad hoy es convertir esta capacidad hacia otros tipos amenazas y desastres de origen natural. Tanto las tecnologías relacionadas a la prevención, respuesta y recuperación en el caso de un desastre, como en la forma de organizarnos y responder a nivel de comunidades e instituciones, tienen un tremendo potencial para generar innovación y valor al mundo.

Somos un verdadero laboratorio natural que llama a desarrollar capacidades transversales necesarias en una gran diversidad de situaciones. Fenómenos ajenos a nuestra realidad como huracanes y monzones y hasta ataques terroristas, pueden ser enfrentados mediante tecnologías y arreglos institucionales que conciba y diseñe Chile.

Presidir la comisión para desarrollar una agenda de I+D+i sobre desastres de origen natural (denominada CREDEN), al alero del CNID, me ha dado una gran satisfacción en mi vida profesional, al articular a más de cien personas muy talentosas y diversas en torno al sueño de su *leitmotiv*: “Un Chile resiliente, es un Chile amoroso con su tierra y su gente” (CREDEN 2016).



## Laboratorio Natural Magallánico: participando de las conversaciones del mundo, anclados en el territorio

Abriendo espacios para nuestra CTI, atrayendo científicos del mundo y en diálogo con otros saberes, se puede contribuir desde esta región a abordar algunas de las preguntas fundamentales a las que hoy se enfrenta el planeta.

Un laboratorio natural es una locación única a nivel mundial, que puede abarcar desde un territorio hasta un hito geográfico o geofísico, y que, como tal, presenta ventajas comparativas para la investigación en el amplio significado del término.

¿Por qué la región de Magallanes es un territorio único y un gran potencial? La lista de razones es larga. Para empezar, la Patagonia es la única tierra firme del planeta ubicada al sur del paralelo 50°, es la zona donde se encuentran las aguas más puras del mundo y alberga una enorme biodiversidad en materia de líquenes y musgos. Todas estas características le confieren la condición de una reserva medioambiental única que, adicionalmente, es la puerta de entrada más cercana a la Antártica.

El atractivo científico de la zona está concitando de manera creciente la atención de la comunidad de investigadores a nivel internacional. Es así como más de un centenar de científicos extranjeros llegan a trabajar

a la zona cada año, y el número va creciendo.

El Gobierno Regional de Magallanes, en conjunto con diversos actores –entre ellos el CNID– está embarcado en una estrategia que pueda convertir a toda la zona en un gran Laboratorio Natural, haciendo a Punta Arenas la capital de la Antártica. Entre otras iniciativas, en esta ciudad se encuentra en construcción un edificio que albergará un centro de investigaciones antárticas, mientras que en Puerto Williams se está edificando un laboratorio con acomodaciones para que investigadores puedan permanecer por temporadas más largas.

De esta forma, se busca instalar un polo de desarrollo científico tecnológico en torno a la riqueza y particularidad de este territorio. Abriendo espacios para la CTI generada en el país, atrayendo científicos de todas partes del mundo y en diálogo con otros saberes, se puede contribuir desde esta región de Chile a abordar algunas de las preguntas fundamentales a las que hoy se enfrenta nuestro planeta. Una de ellas, por ejemplo, se refiere a los efectos del cambio global en el hemisferio sur –donde hay muy poca investigación–, que es un aspecto clave para nuestros países, pero también relevante para complementar las investigaciones sobre el impacto en el hemisferio norte.

“(…) De esta forma, el desarrollo de un sistema de innovación territorial en torno al laboratorio natural subantártico de la Región de Magallanes representa una oportunidad única para mejorar el conocimiento de nuestra sociedad en torno a algunos de los principales retos globales contemporáneos, así como para promover un modelo de desarrollo sustentable del territorio.”<sup>1</sup>

Fuente Lámina: CNID y Gobierno Regional de Magallanes y la Antártica Chilena.

1. Technopolis Group y Cameron Partners. “Región Subantártica: impulsora de desarrollo e innovación”. CNID. 2015. Página 3.

### ALGUNAS RAZONES POR LAS CUALES TENEMOS EN LA ZONA SUBANTÁRTICA UN GRAN LABORATORIO NATURAL ÚNICO EN EL MUNDO

N ←



Desde el paralelo 50° hacia el sur no existe otra superficie de tierra en el planeta. Es un lugar privilegiado para comprender el cambio global, y en particular el climático.

Antártica

Región de Magallanes



Construcción del Centro Antártico Internacional



Más de 14 mil m<sup>2</sup> con laboratorios, acuarios y espacios educativos



Organización de crucero internacional de divulgación científica (2017)

**58,7%**

de su territorio, son áreas protegidas



Universidad de North Texas certifica que la región tiene las aguas más puras del mundo

**Más de 800**

tipos de musgos, líquenes y hepáticas están presentes

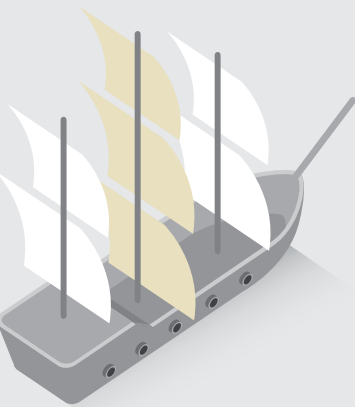
El Gobierno Regional de la Región de Magallanes, en conjunto con diversos actores, está trabajando en llevar adelante una estrategia que pueda convertir a toda la zona en un gran Laboratorio Natural y a Punta Arenas en la Capital de la Antártica.

### CUÁNTO DEJA A SU PASO POR MAGALLANES

Turista normal  
**US\$ 59**  
diarios



Científico  
**entre US\$ 259 y US\$ 408**  
diarios



*“La travesía en el Beagle ha sido, por lejos, el más importante evento de mi vida y determinó toda mi carrera.”*

Charles Darwin



**Álvaro Fischer Abeliuk, consejero CNID**

Es Ingeniero Matemático de la Universidad de Chile, socio fundador de las empresas Resiter y presidente de la Fundación Ciencia y Evolución. Fue Presidente del Instituto de Ingenieros y de Fundación Chile y es miembro del New York Academy of Science, así como del Human Behavior and Evolution Society.



## Laboratorios naturales únicos

Por Álvaro Fischer Abeliuk



Chile alberga en ambos extremos de su territorio dos Laboratorios Naturales únicos, capaces de atraer ciencia de clase mundial para impulsar el desarrollo nacional y el de toda la humanidad.

En el extremo norte se encuentran los mejores cielos del planeta para la astronomía. A comienzos de la próxima década esa zona concentrará dos tercios de la capacidad mundial para recolectar información celeste. Además, el desierto de Atacama tiene la mejor capacidad de la Tierra para generar energía solar, y las adaptaciones de los organismos que sobreviven a las extremas condiciones de su geografía y clima contienen valiosísima información científica posible de extraer.

En el extremo sur, por su parte, la Región Subantártica alberga los bosques más australes del mundo, la proporción de líquenes, musgos y hepáticas más concentrada del planeta, y una riquísima vida marina acompañada de una compleja variedad de ecosistemas, marítimos y terrestres, todo lo cual, de por sí, constituye un inmenso imán para la ciencia de clase mundial. Asimismo, esa región es la puerta de entrada a la Antártica, un continente donde la humanidad está llevando a cabo un audaz experimento social, al destinar sus 14 millones de km² solo a la investigación científica y sin que ningún país sea su dueño.

Por su inmejorable ubicación geográfica, Punta Arenas está llamada, de manera natural, a constituirse en la capital científica de ese experimento.

Chile y la Región de Magallanes están desarrollando pasos que van en esa dirección. Ya hay en la región dos importantes centros de investigación científica conectados al resto del mundo (el Centro Subantártico Cabo de Hornos y el Centro de Excelencia en Biomedicina). Asimismo, la conexión que habrá de fibra óptica entre Puerto Montt y Puerto Williams, el próximo a construirse Centro Antártico, edificio icónico a la orilla del Estrecho de Magallanes que marcará la vocación de Punta Arenas por el continente blanco, y el edificio del Centro Subantártico Cabo de Hornos en Puerto Williams, son una muestra del compromiso que el país ha adquirido con esta idea.

Si a eso se agrega que ambos extremos ya se han transformado en atractores turísticos de clase mundial (San Pedro de Atacama y el Parque Nacional Torres del Paine como sus símbolos más concretos), las posibilidades que Chile tiene de aprovechar, en múltiples dimensiones, sus dos Laboratorios Naturales extremos solo depende de la decisión política de sus autoridades.

VI. CONDICIONES PARA EL DESPLIEGUE DE LA CREATIVIDAD DE LAS PERSONAS

El conocimiento generado por la CTI puede ser apropiado y multiplicado por las personas y ciudadanos

Hacer disponible infraestructura digital y avanzar en la apropiación de las ciencias y las tecnologías nos permitirá conectarnos y sumar la creatividad de muchos, para enfrentar retos y aprovechar oportunidades de este tiempo.

Sabemos que la innovación no siempre responde a un modelo secuencial lineal de investigación–desarrollo–innovación. La creación de conocimiento y el desarrollo tecnológico tampoco son un espacio exclusivo de aquellos que se dedican a la I+D+i.

Existen múltiples ejemplos para mostrar que lo acumulado en estos mundos, es apropiado y multiplicado, y sirve de base al despliegue de las capacidades creativas de las personas, incluso en situaciones extremas.

Eso fue lo que sucedió en la central nuclear Fukushima Daiichi, Japón, tras el terremoto de marzo de 2011. Tras el desastre, miembros del Tokyo Hackerspace se reunieron para diseñar y desarrollar proyectos en ayuda de las áreas afectadas. Como resultado de este proceso, Kimono Lantern Kit, una lámpara solar recargable, fue el primer hardware libre diseñado, construido y producido en masa.

A poco andar, las autoridades dan orden de no publicar los niveles de radiación registrado por la Sociedad Meteorológica de Japón, lo que desató un ambiente de pánico en la población y de preocupación en autoridades mundiales. Ante esta situación, los miembros del Tokyo Hackerspace en colaboración con expertos internacionales construyeron el primer medidor de radiación “hazlo tú mismo”, con el fin de proveer un monitoreo alternativo a las fuentes oficiales. Este monitoreo tiene la característica de ser descentralizado y la información es levantada por los mismos usuarios.

A través de talleres a la comunidad (ciudadanos y granjeros), se compartieron las instrucciones para ensamblar una serie de componentes electrónicos en una herramienta funcional. De tal forma, se construyó una base de datos ciudadana, pública y de acceso abierto, con información sobre los niveles de radioactividad.

Hacer disponible infraestructura digital, así como avanzar hacia la apropiación de las ciencias y las tecnologías nos puede permitir conectarnos superando las distancias geográficas que caracterizan nuestro territorio, y sumar la creatividad de muchos para enfrentar retos y aprovechar oportunidades que este tiempo nos trae.

Fuente Lámina: Elaboración propia.

1. Contador Geiger.

EMPODERAMIENTO CIUDADANO A PARTIR DE LA CTI, TRAS EL TERREMOTO Y EMERGENCIA NUCLEAR DE JAPÓN EN 2011

Este caso muestra cómo lo acumulado en el mundo de la CTI, puede ser apropiado y multiplicado, sirviendo de base para el despliegue de las capacidades creativas de las personas, incluso en situaciones extremas.



“Los comentarios hicieron que los mercados financieros se hundieran y golpearan la economía de Japón, mientras luchaba por hacer frente a un devastador terremoto.”

The Telegraph

“Se habla de un apocalipsis y creo que la palabra es particularmente bien elegida. Prácticamente todo está fuera de control. No puedo omitir lo peor en las horas y días por venir.”

Gunther Oettinger

“El principio básico detrás de las medidas antidesastre es permitir que la gente actúe sobre una información confiable unificada... si se hubiesen anunciado los pronósticos, se hubiese conllevado el riesgo de que la gente común entrara en pánico.”

Hiroshi Nino

Empoderamiento Ciudadano

Tras asociarse con la organización Safecast, comenzó un movimiento de ciencia ciudadana en base al *crowdsourc*e y herramientas de hardware libre (tipo arduino).

VI. CONDICIONES PARA EL DESPLIEGUE DE LA CREATIVIDAD DE LAS PERSONAS

La innovación social se ha ganado su espacio

Estos espacios permiten combinar capacidades de emprendimiento y creatividad, con posibilidades tecnológicas al servicio de preocupaciones sociales y ambientales.

Las posibilidades que han abierto la innovación y el emprendimiento han propiciado la emergencia -sobre todo desde el mundo más joven-, de diversas maneras de abordar problemas sociales y ambientales. Esto ha generado el llamado ecosistema de la innovación social, que se ha transformado en una vía para que la creatividad y el compromiso de jóvenes de distintos orígenes socioeconómicos encuentren espacios de realización aportando a los problemas de Chile.

El término innovación social se acuña hacia 2006 identificando los espacios donde los actores combinan sus capacidades de emprendimiento y creatividad, con sus preocupaciones sociales y ambientales y las posibilidades tecnológicas y presupuestarias que tengan disponibles, tanto públicas como privadas.

Hoy contamos con un sinnúmero de experiencias de diversa índole que avanzan en esta dirección. Desde 2015, Corfo crea mecanismos de apoyo específicos para innovación y emprendimiento social, no obstante, los aportes de organismos estatales vinculados a este ámbito

aún no supera el 0,4% de su presupuesto total, porcentaje similar al que se observa en el sector privado.

Este Consejo está convencido que la Innovación Social y sus diversas expresiones ofrecen múltiples posibilidades de complementar las políticas públicas del Estado que abordan los desafíos del desarrollo. Por eso, en una alianza asentada en lo que hoy se llama la quintuple hélice<sup>5</sup>, se diseña junto a Corfo un programa para proponer, a partir de metodologías innovadoras, una serie de iniciativas que busquen responder a un problema complejo y sentido por nuestra ciudadanía: la pobreza persistente en un conjunto de territorios del país, de múltiples causas y manifestaciones en variadas dimensiones del desarrollo.

Para este fin, se destinará un año a promover la inclusión de actores y construir alianzas, generar gobernanza, asegurar la participación y la adaptabilidad política. Conjuntamente, se busca aprender de esta experiencia, generando una serie de antecedentes técnicos que permitan asegurar una gestión eficiente, eficaz e innovadora, así como un sistema de seguimiento, evaluación y aprendizaje institucional compartido, que acompañe la implementación del programa.

De esta forma, podemos avanzar identificando condiciones de entorno que contribuyan a eliminar el rezago de localidades entrampadas en situaciones de pobreza y vulnerabilidad, donde ni las políticas públicas, ni la actividad económica, ni la organización social, por sí solas han sido capaces de una mejora.

- 1. [www.antofaemprende.cl](http://www.antofaemprende.cl)
- 2. [www.lachimbaantofagasta.cl/web/](http://www.lachimbaantofagasta.cl/web/)
- 3. <http://www.iadb.org/es/temas/competitividad-tecnologia-e-innovacion/innovation-lab-un-mundo-de-soluciones.1370.html>
- 4. [www.fiis.org](http://www.fiis.org)
- 5. Sectores público, privado, mundo científico-académico, sociedad civil y mundo del emprendimiento.

EL REINO UNIDO • £ 24.000.000.000

El Reino Unido ha generado una industria de empresas sociales estimada en 24 billones de libras situándolo en líder mundial, en un proceso de apuestas conjuntas entre el Estado, el sector privado y la sociedad civil, que tomó 15 años.

CHILE

Desde 2015, Corfo crea mecanismos de apoyo específicos para innovación y emprendimiento social



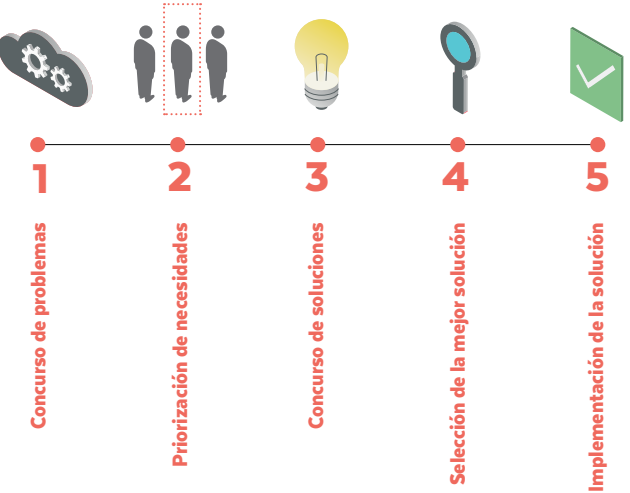
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

Silla de ruedas todo terreno

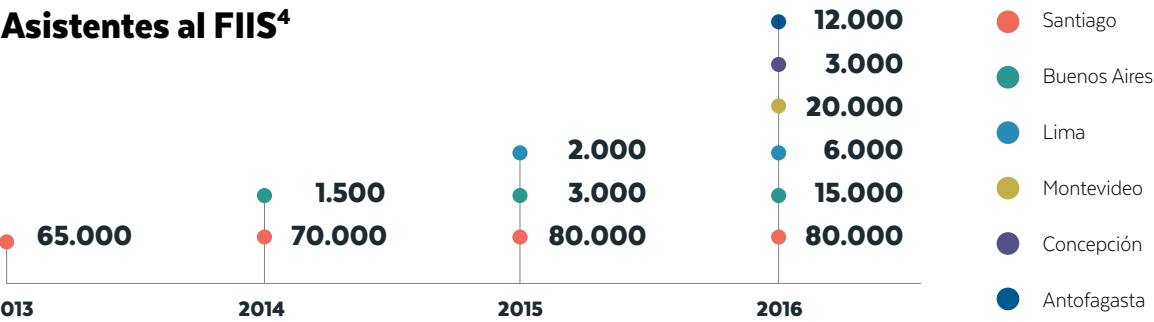
El MIT ha desarrollado una silla de ruedas que permite al usuario moverse fácilmente en terrenos no pavimentados. La silla de ruedas está construida con alta tecnología y posee la ventaja de ser de muy bajo costo. La financiación del BID está dirigida a implementar su producción en Guatemala.

Concurso Un Mundo de Soluciones

Innovaciones para personas con discapacidad, con la finalidad de mejorar inclusión den el sistema educativo y en el mercado laboral a través del desarrollo de nuevas tecnologías.<sup>3</sup>



Asistentes al FIIS<sup>4</sup>



Antofaemprende

Concurso impulsado por CREO Antofagasta y Fundación Minera Escondida con el objetivo de “levantar soluciones que mejoren la calidad de vida en Antofagasta y las comunas de la Región, con una visión integral y la participación activa de todos los sectores involucrados: público, privado y sociedad civil.”

La Cocina como Agente de Cambio Social<sup>2</sup>

“La Chimba, cocina con sentidos, es un emprendimiento que potencia la identidad de Antofagasta desde la gastronomía. Para esto funcionamos como una mesa de trabajo, donde participan todos quienes son parte de la cadena alimentaria con el objetivo de potenciar la producción de la oferta local.” Pablo Godoy





## La CTI puede ayudar a emparejar la cancha de manera más rápida, más efectiva y, sobre todo, más digna

Por Rodrigo Jordán Fuchs



### Rodrigo Jordán Fuchs, consejero CNID

Es Ingeniero Civil de la P. Universidad Católica de Chile, y Doctor en Economía de la Universidad de Oxford, montañista, socio fundador de Vertical S.A. y Vicepresidente de la Fundación Nacional para la Superación de la Pobreza. Anteriormente fue director la Corporación de TV de la Universidad Católica.



La invitación fue irresistible. Muy poco puede ser más urgente que reflexionar acerca del futuro de nuestro país. Pensar la política, la economía, la sociedad o el rol del Estado son muy importantes, pero la invitación a formar parte del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo consideraba remirar todas esas dimensiones –de manera habitual y no habitual– para replantear nuestro desarrollo país.

Digo habitual y no habitual porque la intención fue aprovechar lo avanzado y aprendido, y desde ahí preguntarse por lo nuevo. Y aquí lo atractivo. La invitación comprendía la innovación vinculada a las ciencias y las tecnologías pero también como pregunta y voluntad que busca nuevas formas de relacionarse, de encontrar acuerdos, de diseñar e implementar las políticas públicas. ¿Cómo pueden la ciencia, la tecnología y la innovación contribuir en la construcción de una sociedad más solidaria, más justa, más inclusiva, más acogedora?

Los países que han mejorado su coeficiente Gini son aquellos que no solo han trabajado mejor sus capacidades de Investigación y Desarrollo e Innovación (I+D+i), sino en los que se ha generado una apropiación de estas por parte de la ciudadanía más vulnerable. Creo imperioso seguir el camino de generar condiciones habilitantes para un desarrollo más

inclusivo. Ciertas tecnologías han tenido esa dimensión habilitante. La telefonía móvil es un buen ejemplo de ello.

La agenda digital del Estado, entonces, tiene que propender hacia plataformas habilitantes que ayuden a emparejar la cancha. Tenemos que poner nuestras manos en la masa y en los cables. Eso requiere, eso sí, de una voluntad estratégica que genere propósitos grandes y desafiantes para Chile. Incluso que puedan aparecer inalcanzables. ¿Quién dijo que no podemos crear una red digital última generación de banda ancha con fácil acceso para todos?

Lo más importante y de mayor cuidado: cualquiera que sea el propósito de una agenda digital y para que realmente sea innovación para el desarrollo, es esencial mirar el proceso y no solo el resultado.

El proceso debe contar con la participación desde el comienzo de las personas que usarán y se beneficiarán de la tecnología. Faltamos a su dignidad cuando no se las considera en las agendas para el desarrollo. Una de las desigualdades más profundas en Chile es esta desigualdad de trato. Hoy es imperioso que en el desarrollo estemos todos incluidos y tenemos que buscar nuevas formas para que así sea. Esto dignifica.



## Se van desarrollando e instalando nuevas dinámicas de emprendimiento científico



En la búsqueda de espacios flexibles e interdisciplinarios, muchos jóvenes científicos están desarrollando sus propios caminos para generar su aporte al país.

La complejidad y celeridad del mundo del siglo XXI hace necesaria la confluencia de disciplinas variadas para poder ser comprendido de mejor forma, y así desarrollar capacidades de adaptación, anticipación y transformación.

En este contexto, el trabajo interdisciplinario y los desafíos de la transdisciplinariedad muchas veces requieren de espacios que permitan el ejercicio de su potencialidad. Las características para que estos sean idóneos varían de acuerdo a la naturaleza de las disciplinas que convocan, pero tienen en común que proveen de herramientas y equipos para el despliegue *in situ* de capacidades, así como de lugares donde confluyen y se discuten diversas visiones e ideas.

En esta lógica surgen, día a día, soluciones que escapan de los cánones habituales en busca de un espacio lo suficientemente ágil y flexible para poder responder a los desafíos contemporáneos.

Es el caso de un grupo de universitarios egresados de distintas carreras científicas que buscaban desarrollar productos funcionales a partir de

sus investigaciones. Al no contemplar una publicación científica como un fin, se enfrentaron a diversos obstáculos al interior de su institución universitaria, lo que los obligó a buscar (y diseñar) un nuevo espacio. Así nace Santiago LabSpace.

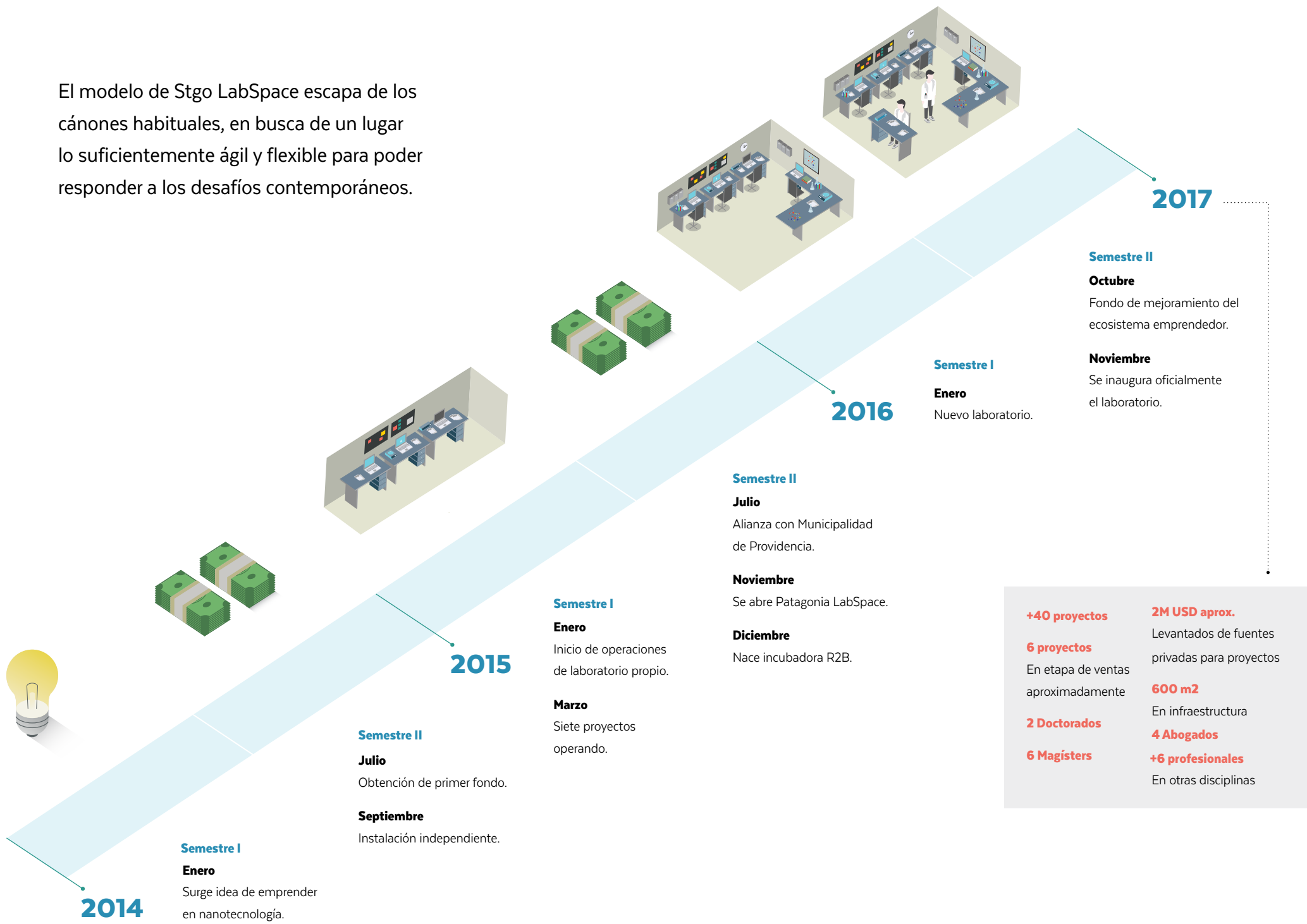
Al inicio, su principal desafío era contar con los recursos para obtener el equipamiento especializado que requería el desarrollo de sus productos. A poco andar, el desafío se volvió una oportunidad al ver que no se encontraban solos.

Así comenzó el proyecto que hoy posee laboratorios en distintas partes del país, alianzas con instituciones internacionales y que -a partir de su experiencia- provee de servicios especializados para apoyar el desarrollo de productos científicos y tecnológicos y su posicionamiento efectivo en el mercado.

Hoy sus instalaciones proveen de espacios que cuentan con equipamiento y herramientas para experimentar y prototipar desde diversas disciplinas, así como lugares que invitan al diálogo y el tránsito de ideas de los distintos equipos y proyectos que lo habitan.

Este es uno de varios casos dignos de destacar, que muestra cómo un grupo cada vez más grande de científicos jóvenes busca desarrollar su propio camino de investigación y de aporte a la sociedad, en espacios que ellos mismos construyen, además de las instancias tradicionales.

Fuente Lámina: Elaboración propia con datos de Stgo LabSpace.

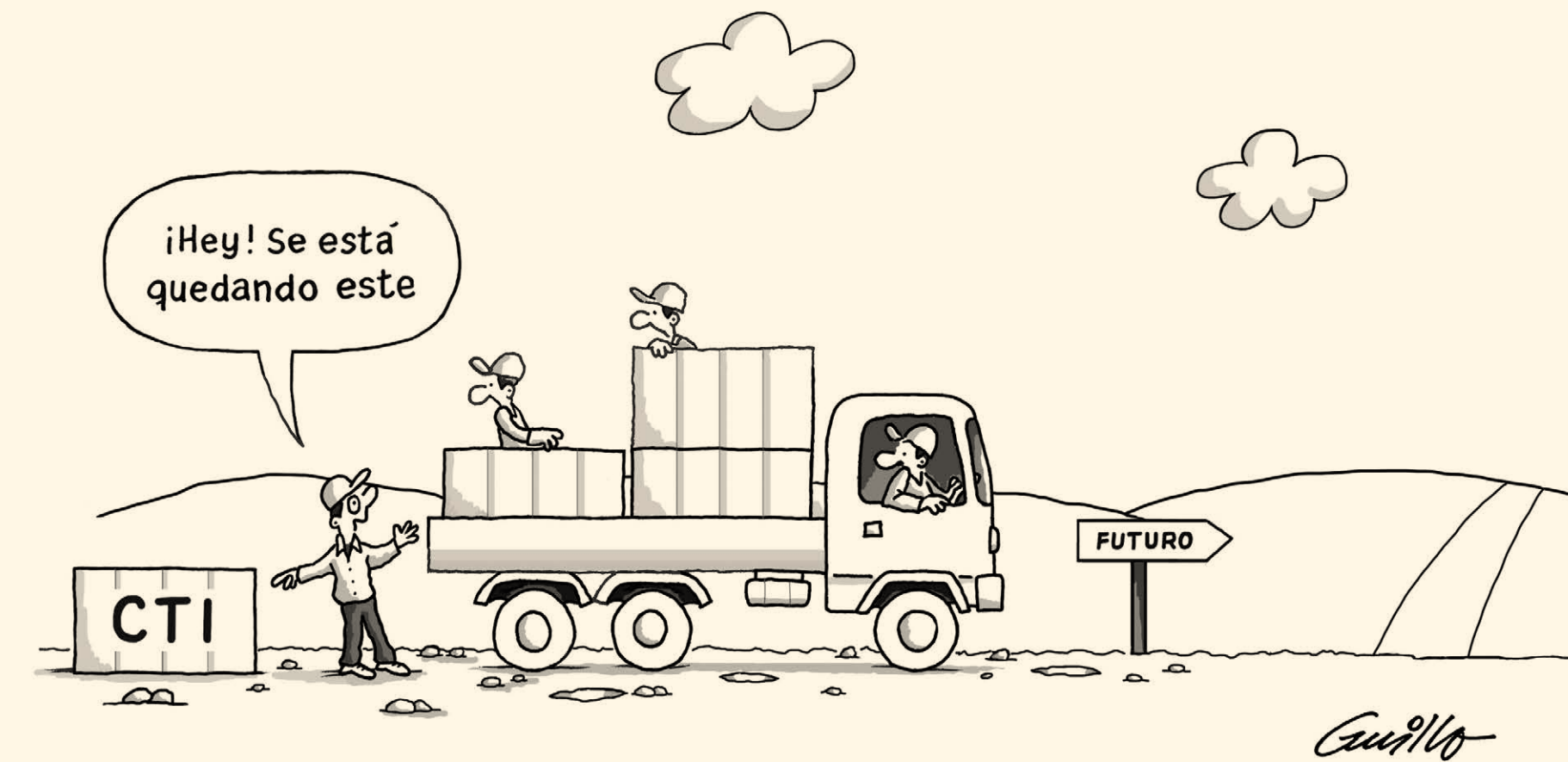






SECCIÓN 2

Un camino recorrido



CAPÍTULO 3

Nuestras ciencias, tecnologías e innovación de la última década:  
con poco hemos hecho mucho y necesitamos mucho más

Presentación

Hoy tenemos la oportunidad de desarrollar mayores capacidades de I+D+i, en un ecosistema que propicie conexiones fructíferas.

Queremos progresar orientándonos por nuestros sueños y aspiraciones, pero desde lo que somos y lo que hemos hecho, reconociendo el Chile que tenemos. Estos últimos diez años los podemos tomar como un periodo de aprendizajes, donde han emergido nuevas dinámicas y espacios de creación, y se han ido estableciendo nuevos marcos de colaboración entre distintos actores. Sin embargo, ante la magnitud de los desafíos que enfrentamos, requerimos de pasos mucho más largos y de compromisos más decididos.

Ya es sabido que, si bien hacemos poca ciencia, la que hacemos es de calidad. Lo que sí emerge como un rasgo novedoso en este periodo es que la colaboración entre disciplinas y el grado de conexión de la investigación con problemas y oportunidades de nuestra sociedad han ido creciendo. Para ello ha sido relevante la actividad desarrollada por las universidades y los centros de investigación colaborativa.

La extensión del espíritu emprendedor y el despliegue de nuevos espacios para desarrollar la creatividad, graficada en la proliferación de los espacios de trabajo compartido y en la fuerza que ha adquirido la innovación y el emprendimiento social, es probablemente el rasgo más atractivo que ha surgido en nuestro sistema de innovación en estos últimos años. Sin embargo, esta efervescencia no ha generado un impacto apreciable y ciertamente no ha contagiado a nuestras empresas, que siguen innovando muy poco. Además, la escasa innovación que se reporta, se orienta más a modelos de negocios que a desarrollo tecnológico, lo que hace que la innovación tecnológica siga siendo una asignatura pendiente para nuestro país, tanto para las empresas establecidas como para las nacientes.

En el caso de las empresas de menor tamaño, la mayor deuda se encuentra en el plano de la adopción y uso de tecnologías disponibles. Esta es sin duda la principal ruta de mejora a la que dichas empresas pueden aspirar, y sin embargo, es escasamente utilizada. Un ejemplo claro de ello es el exiguu aprovechamiento que ellas hacen de las oportunidades que brindan las tecnologías de información y comunicación.

Buena parte de estas falencias tienen su origen en un aspecto crucial que tendemos a desatender: la conexión de los distintos actores. Lejos de ser obvio o automático, la generación de vínculos de colaboración es una tarea ardua que debe ser asumida explícitamente como un objetivo de política. Para que se produzcan conexiones fructíferas además de contar con espacios en los que personas de diversos mundos se puedan encontrar, se requiere de agentes dedicados y con habilidades específicas para cumplir esa labor.

Por muchos años, esta área fue desatendida, pero recientemente es un signo promisorio que gracias a iniciativas como Ingeniería 2030, a centros de investigación que incorporan la generación y transferencia de tecnología en su quehacer habitual, o a espacios abiertos de creación y diseño, esta situación haya comenzado a revertirse. Hoy tenemos la oportunidad de llenar los grandes vacíos que persisten en el rol de conectar, particularmente en lo que se refiere a contar con más entidades que tengan por función promover la adopción de tecnologías en empresas de menor tamaño. Hacia allá tenemos que continuar avanzando.



I. HOY TENEMOS LA OPORTUNIDAD DE DAR UN IMPULSO MUCHO MÁS DECIDIDO A NUESTRA CTI

## Nuestro ecosistema de innovación comienza a tomar forma

El país se ha ido relacionando progresivamente y de diversas formas con las ciencias, las tecnologías y la innovación, fortaleciéndose un ecosistema al que se suman cada vez más actores.

Desde el inicio del nuevo siglo, como país hemos ido desplegando diversas iniciativas para fortalecer y mejorar nuestro esfuerzo en materia de CTI. Tanto actores públicos como privados han sido activos –y entusiastas– impulsores de acciones de la más diversa naturaleza. No cabe duda que hoy, tanto la cantidad de iniciativas en curso como el interés de personas e instituciones, es significativamente mayor que hace solo una década atrás. Un signo evidente de ello es la cobertura que hoy otorgan los medios a estos temas. Prácticamente no hay publicación que no incluya una sección sobre ciencia, innovación o emprendimiento en sus páginas. Pero también cabe destacar cómo la tecnología ha llegado a los hogares en los últimos años. Teléfonos inteligentes, energía renovable, avances de salud, han hecho su parte en el incremento de la conciencia sobre el tema.

Con todo, aún tenemos un largo camino que recorrer en este campo. Las declaraciones no han sido acompañadas de acciones de una envergadura similar al sentido de urgencia que suele impregnar las

palabras. Podemos enorgullecernos, por ejemplo del incremento que muestran las solicitudes de patentes por parte de residentes, pero sin desconocer las grandes brechas que tenemos con países de la OCDE, así como el hecho de que otros países de la región caminan más rápido que nosotros.

Para analizar la evolución que ha tenido nuestra actividad en materia de CTI, hemos optado por aproximarnos desde una mirada sistémica que enfatiza la evolución de las demandas de conocimiento e innovación, de las capacidades disponibles para satisfacerlas, así como del proceso de interacción entre ambas.

### Avances en propiedad industrial

Los avances del comercio y la tecnología han hecho que la propiedad industrial (PI) sea un tema cada vez más relevante en las estrategias de desarrollo de los países. En los últimos años Chile ha tenido algunos logros muy significativos en este campo:

- 2014: INAPI comienza a funcionar como una de las veinte autoridades internacionales de búsqueda del PCT<sup>3</sup>.
- 2015: Pablo Valenzuela recibe la medalla de oro de inventores de la OMPI.
- 2017: Alexis Kalergis recibe la medalla de oro de inventores de la OMPI.
- 2017: INAPI es elegida como una de las diez oficinas de propiedad industrial más innovadoras del mundo, de acuerdo a la Revista World Trademark.

### GASTO EN I+D COMO % DEL PIB

0,22%  
2005

0,39%  
2015

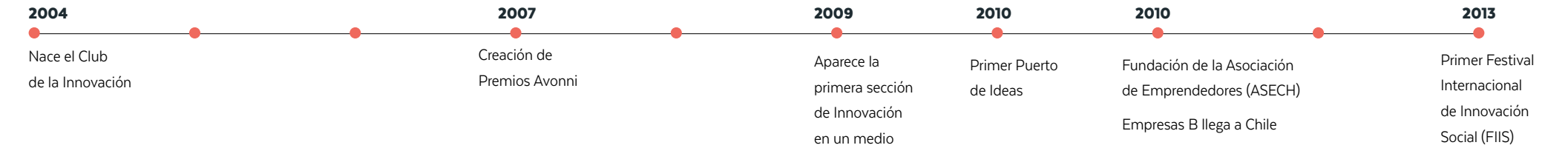
En **2016**, nuestro gasto en ciencia, tecnología, innovación y emprendimiento, fue equivalente a la mitad del de la Universidad de Johns Hopkins en EE.UU.<sup>1</sup>

Nota: Gasto en I+D ejecutado por los establecimientos: corresponde a I+D realizada dentro del establecimiento y financiado tanto por la misma empresa como por el Gobierno, fondos internacionales u otras fuentes, de acuerdo a lo definido por la OECD en el Manual de Frascati (2015).

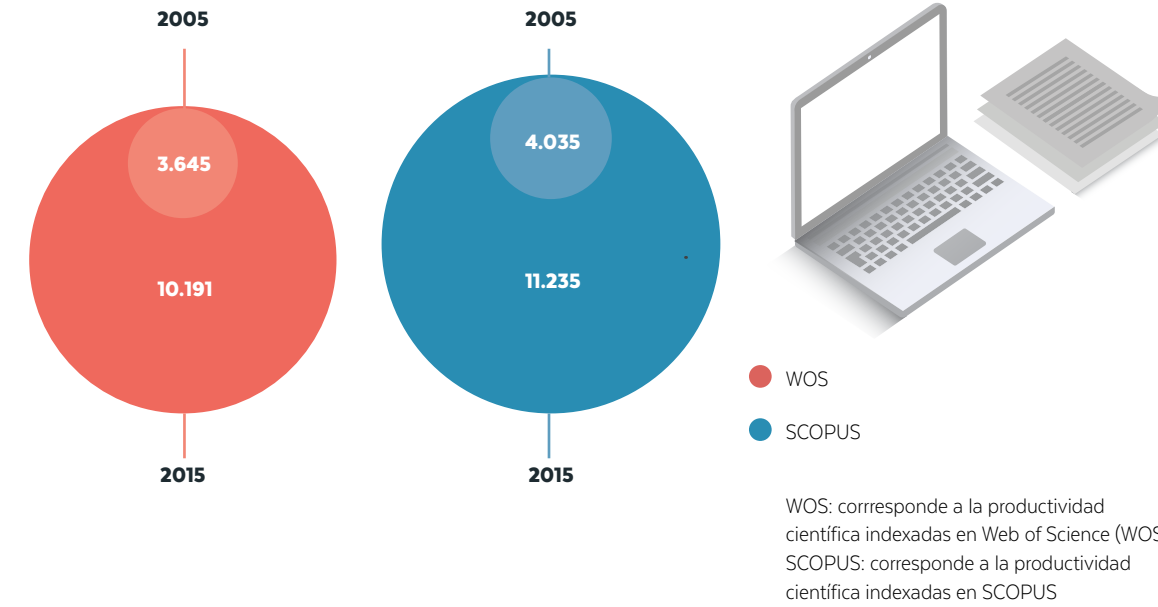
### CANTIDAD DE INVESTIGADORES (JCE\*)<sup>2</sup>



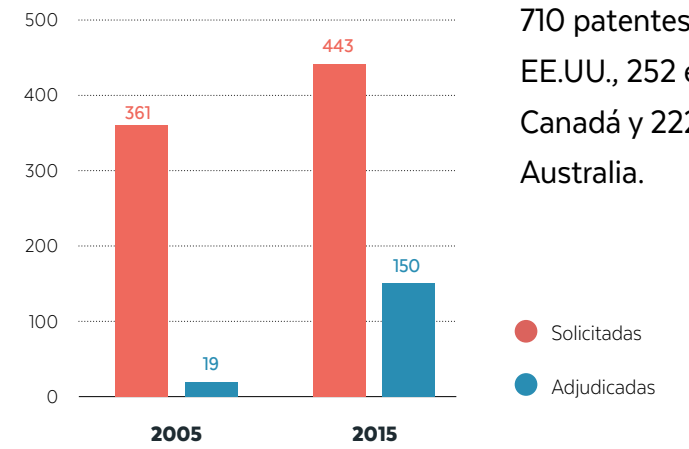
\*JCE: Jornada Completa Equivalente



### PUBLICACIONES<sup>2</sup>



### PATENTES



Entre 2004 y 2014, chilenos han inscrito 710 patentes en EE.UU., 252 en Canadá y 222 en Australia.

## Hemos hecho importantes esfuerzos en la formación de las personas

Un desafío para nuestro sistema educativo es que, en un mundo de cambio tecnológico acelerado, tan importante como ser capaz de producir y dominar las tecnologías, es poder entender sus dilemas éticos e implicancias para nuestra convivencia.

Poca duda puede haber respecto a que uno de los cambios más fundamentales que ha experimentado nuestro país es la enorme expansión que ha tenido la cobertura de la educación superior, tanto técnica como universitaria. De hecho, Chile tiene hoy un porcentaje de graduados muy superior al que tenían los países de la OCDE cuando tenían nuestro actual PIB per cápita.

Si bien suele prestarse mucha atención y destacar el incremento de los graduados universitarios, lo cierto es que ya desde el año 2010 la matrícula técnica no universitaria<sup>4</sup> de primer año supera a la universitaria. Ese solo hecho debería ser un aliciente para que prestemos más atención a este espacio de formación, que es inmensamente relevante para las capacidades de innovar y de mejorar de la productividad.

En el nivel universitario, las carreras que han liderado la expansión han sido las de ciencias sociales, mientras que tendencialmente la

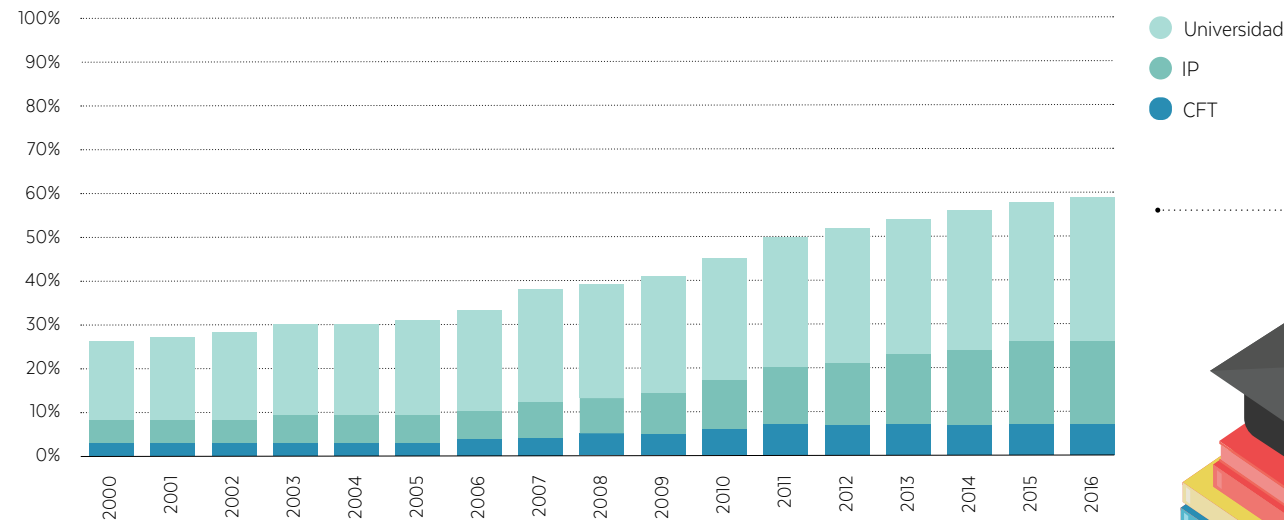
proporción de ingenieros y tecnólogos titulados ha descendido, cayendo desde un 25% a inicios de los '90 a un 20% en la actualidad<sup>5</sup>. No es claro si esta evolución ha sido más influida por las motivaciones de los estudiantes o por las ofertas de las casas de estudio. Pero lo que sí es importante notar, es que la formación de ingenieros y tecnólogos es fundamental para transitar hacia un mayor nivel de innovación.

Lo anterior, no significa desmerecer las ciencias sociales o las humanidades. Por el contrario. En primer lugar, es preciso evitar su banalización producto de una expansión inorgánica de carreras y vacantes ofrecidas. Y en segundo lugar, debe considerarse que en la actualidad se está otorgando cada vez más importancia al desarrollo de habilidades blandas y a la formación integral como aspectos clave para un desempeño profesional exitoso.

Más que una disputa entre formas tradicionales de separar la formación, el camino debiera apuntar hacia un mayor esfuerzo por integrar en el proceso los distintos saberes disciplinarios. Después de todo, como lo muestran los resultados de evaluaciones internacionales, una de nuestras principales falencias sigue estando en las capacidades de comprensión lectora. Y en un mundo de cambio tecnológico acelerado, importa tanto ser capaz de producir y dominar las tecnologías, como ser capaces de entender los dilemas éticos y las implicancias para nuestra convivencia que ellas envuelven. No las veamos como tareas separadas.

1. Elaboración propia con datos SIES e INE.
2. SIES, Mineduc.
3. Elaboración propia, con datos OCDE.
4. Institutos Profesionales y Centros de Formación Técnica.
5. Ver [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org)

### EVOLUCIÓN DE COBERTURA BRUTA DE PREGRADO POR TIPO GENERAL DE INSTITUCIÓN (2000 - 2016)<sup>1</sup>



- La mayor parte de los titulados de educación superior del período 2007-2014, corresponde a ciencias sociales, enseñanza comercial y derecho, con un 28,3% (373.994 profesionales).<sup>2</sup>



#### PIAAC

OCDE, Evaluación Internacional de Competencias de Adultos

##### Lectoescritura

- 1,6% llega a los niveles más altos (4 y 5) | Promedio OCDE es 10,6%
- 12,9% llega al nivel 3 | Promedio OCDE es 35,4%

##### Razonamiento matemático

- 1,9% llega a los niveles más altos (4 y 5) | Promedio OCDE es 11,2%
- 10% llega al nivel 3 | Promedio OCDE es 31,8%

##### Resolución de problemas en contextos informáticos

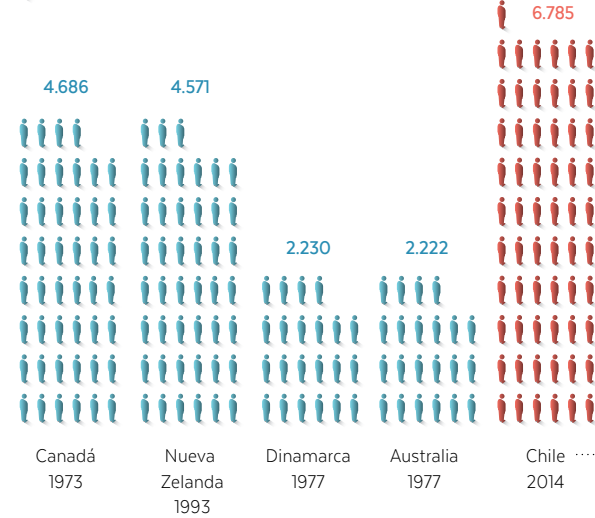
- 2,1% llega al nivel más alto (3) | Promedio OCDE es 5,4%
- 12,4% llega al nivel 2 | Promedio OCDE es 25,7%

Los jóvenes entre 16 y 24 años tienen un desempeño significativamente mejor que los adultos mayores de 34.

### ESTUDIANTES EDUCACIÓN TERCIARIA POR CADA 100 MIL HABITANTES<sup>3</sup>

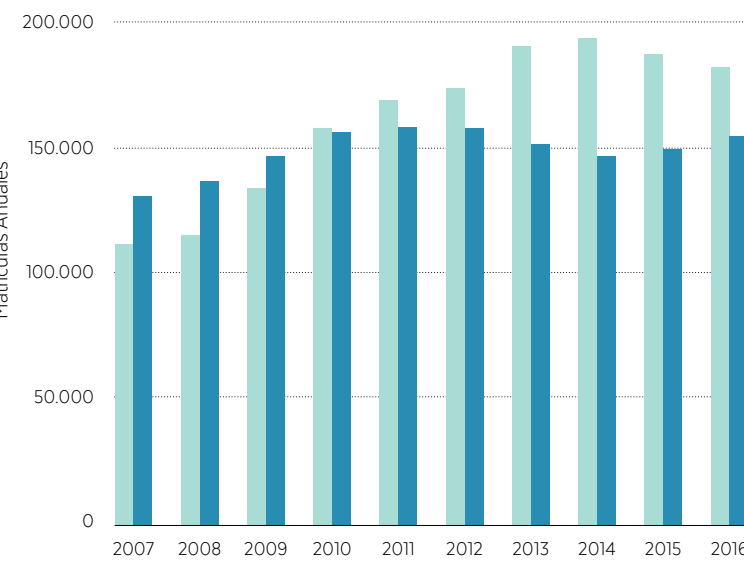
Cuando países tenían mismo PIB p/cápita que Chile (US\$ PPC 2011)

👤 = 100 estudiantes

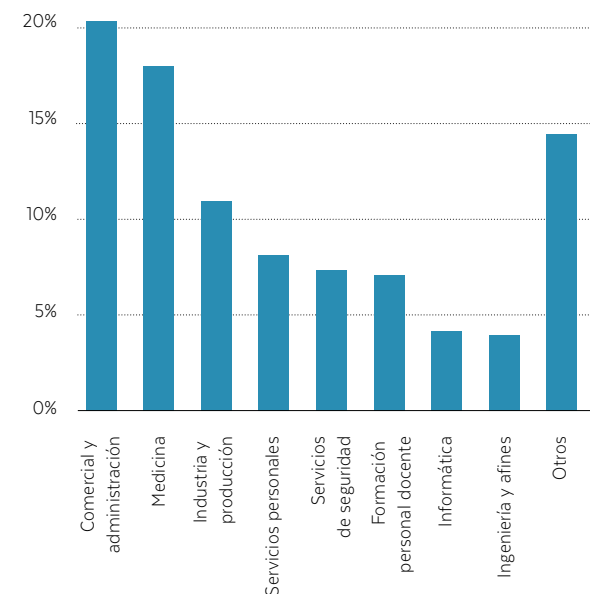


### MATRÍCULA ANUAL EN EDUCACIÓN TÉCNICO PROFESIONAL (2007 - 2016)<sup>2</sup>

Ed. Superior TP   Ed. Universitaria TP



### MATRICULADOS EN ENSEÑANZA TÉCNICA SUPERIOR, 2016<sup>2</sup>





**Gonzalo Vargas Otte, consejero CNID**

Es Ingeniero Agrónomo de la P. Universidad Católica de Chile y Master of Science de la Universidad de California Davis, EE.UU. Fue académico y director del Departamento de Economía Agraria de la P. Universidad Católica de Chile y Gerente General de la Fundación Paz Ciudadana. Actualmente es Rector de Inacap y director de Vertebral.



## Educar para innovar

Por Gonzalo Vargas Otte



Lo que hace desarrollado a un país es la capacidad de su población para innovar permanentemente. Distintos estudios confirman que las tasas de innovación en Chile son sustancialmente más bajas que en países desarrollados y permanentemente se intentan nuevas políticas e instrumentos para fomentar la innovación.

Pero, ¿sabemos realmente gestionar la innovación?, ¿cuáles son las actitudes, conocimientos y habilidades que requieren las personas para poder realizar innovaciones exitosas? La literatura es bastante clara al respecto: para que una organización, empresa o institución pueda estar permanentemente innovando, requiere de personas y equipos con los conocimientos técnicos en el estado del arte, pero también con un conjunto de competencias conductuales (las mal llamadas “habilidades blandas”). También sabemos que no basta con individuos innovadores; se requiere de una cultura innovadora bien asentada en las distintas estrategias, políticas, procesos y sistemas organizacionales. En definitiva, no basta con más y mejor conocimiento per se, ni tampoco basta con la existencia de una élite profesional o científica altamente preparada. Por el contrario, se requiere que todos los que participan en los distintos aspectos estén capacitados para liderar y contribuir a los procesos de innovación.

En la actualidad en Chile, más del 40 por ciento de los egresados de la educación media, y la mayoría de quienes ingresan a la educación superior, lo hacen en la modalidad técnico-profesional, en los establecimientos de educación media, en centros de formación técnica, institutos profesionales y universidades. Lamentablemente, en Chile y América Latina, la sociedad y las políticas públicas históricamente han considerado este sector educacional en un papel muy secundario, pensando -tácitamente- que esos futuros técnicos y profesionales van a tener un rol más bien pasivo. Al contrario, los países desarrollados tradicionalmente le han dado la mayor importancia. ¡Y por eso son desarrollados!

Si realmente queremos transformarnos en un país más innovador, necesitamos cambiar el paradigma: dejar de pensar que solo la élite innova, o que la innovación solo se puede hacer a partir de los últimos hallazgos científicos. Gran parte de la innovación en el mundo es incremental y proviene de la recombinación de conocimientos y tecnologías ya existentes. Sin duda que la inversión en investigación y desarrollo es necesaria, pero por si sola no es suficiente. Debemos pensar en un país donde todos tengan las capacidades de innovar, y eso requiere que todo el sistema educacional, y el técnico profesional en particular, asegure que sus futuros titulados tienen las competencias requeridas para ello.



## Aún tenemos espacios para conectar más investigadores con nuestros desafíos como sociedad

La formación de posgraduados y de personal especializado se ha incrementado fuertemente. Pero pocos están dedicados a los grandes desafíos país y los distintos conocimientos no suelen integrarse bien. Es necesaria mayor asociatividad e interdisciplinariedad.

La formación posgraduados y personal especializado ha sido un área de gran crecimiento en el último tiempo: los doctorados titulados se han más que duplicado entre 2007 y 2015, previéndose que, en unos siete años más, volverán a hacerlo. Este incremento se aprecia en todas las áreas del conocimiento, si bien siguen predominando las ciencias naturales. Sin embargo, en términos absolutos aún estamos por debajo de otros países.

En 2015, el 82% de los doctorados consultados declaró trabajar en I+D+ y las cifras muestran que claramente ha habido un incremento de su participación en la academia. La pregunta que surge, entonces, es cómo aprovechar al conjunto que se forma año a año, e integrar ese talento a la sociedad de manera interdisciplinar para alcanzar mayores niveles de conocimiento y bienestar.

Al respecto, estudios del CNID sobre capacidades científico tecno-

lógicas asociadas a sustentabilidad de recursos hídricos y resiliencia frente a desastres de origen natural<sup>6</sup>, nos muestran que existen pocos especialistas en estas áreas clave para Chile.

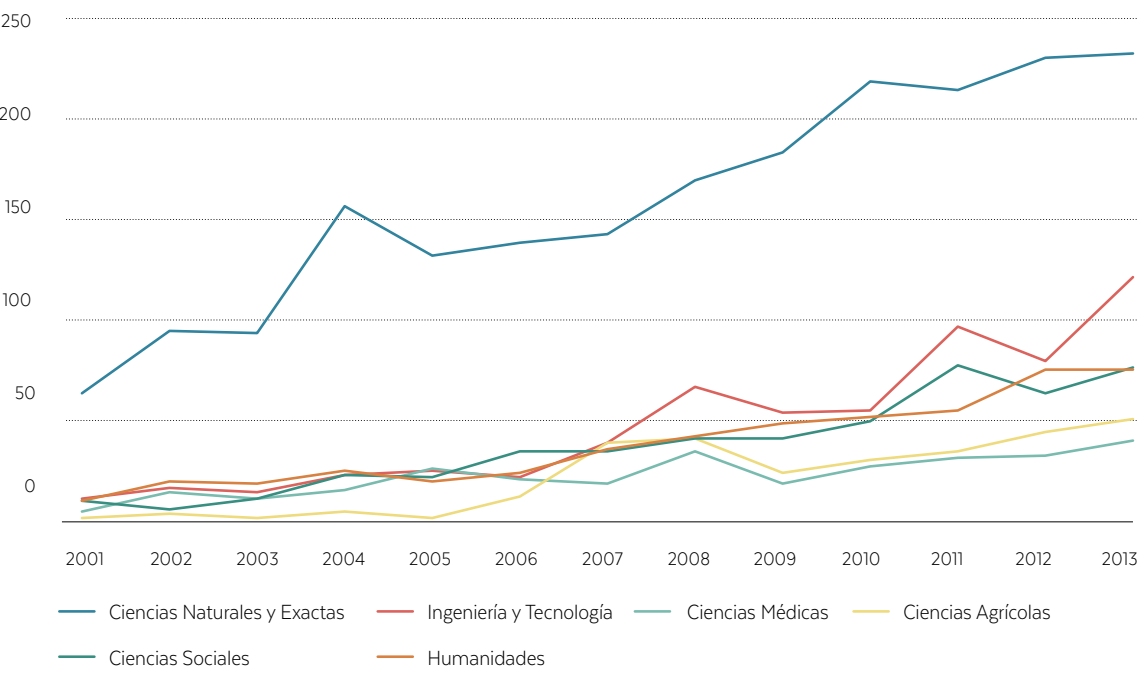
En el caso de desastres naturales, se ha podido constatar que estos tienden a estar concentrados en pocas universidades y regiones acotadas, dedicándose en general a abordar las dimensiones físicas de los fenómenos de amenaza y, en general, con escasa investigación en multiamenaza. Para el caso de recursos hídricos, la mayoría de los especialistas también se concentra en la comprensión del fenómeno físico. Se forman fundamentalmente en tres regiones, si bien tienden a trabajar en diferentes zonas a lo largo del país.

En ambos casos la conclusión es la misma: los profesionales dedicados a estos grandes desafíos país son pocos y los distintos conocimientos no suelen integrarse bien para abordar tan complejos fenómenos. En particular, llama la atención la escasa participación de investigadores de las ciencias sociales en temas tan relevantes para el país. El avance hacia una mayor y efectiva interdisciplinariedad debe continuar siendo promovida.

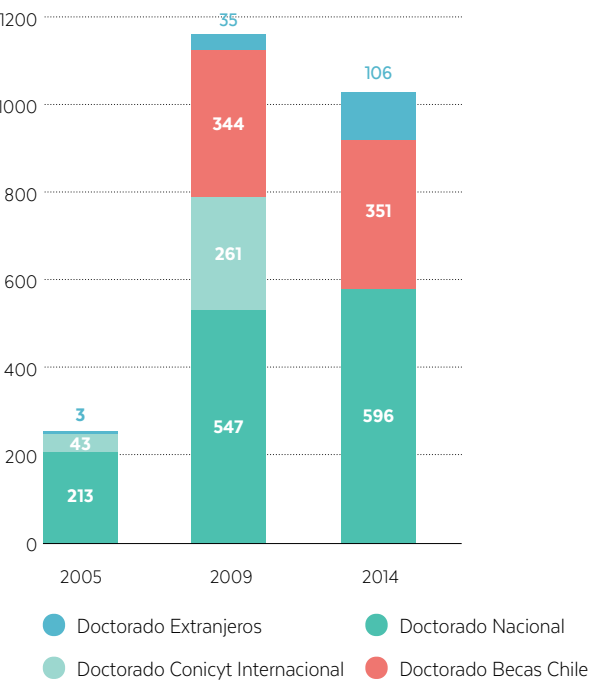
En este esfuerzo, no hay que descuidar la participación de técnicos e ingenieros, quienes tienen un aporte fundamental y complementario al que realizan los investigadores con formación científica en las actividades de I+D.

1. [www.ricyt.org](http://www.ricyt.org)
2. OCDE sobre la base de Careers of Doctorate Holders 2014 ([www.oecd.org/sti/cdh](http://www.oecd.org/sti/cdh)) y otros. Junio 2015.
3. Compendio Estadístico Conicyt 2013.
4. Conicyt, a partir de informes de personal académico 2008, 2009 y 2014 de SIES.
5. Ministerio de Economía. Quinta Encuesta Nacional sobre Gasto y Personal en Investigación y Desarrollo.
6. Cameron Partner Innovation Consulting (2017). Capacidades de investigación, desarrollo e innovación en materia de recursos hídricos en Chile. Colección Estudios CNID. Santiago, Chile. En edición.

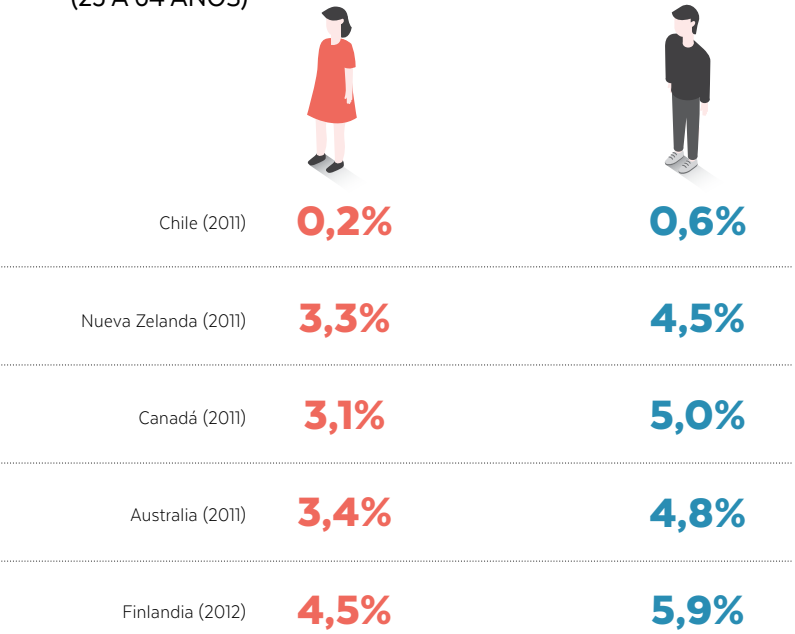
DOCTORADOS GRADUADOS POR ÁREA<sup>1</sup>



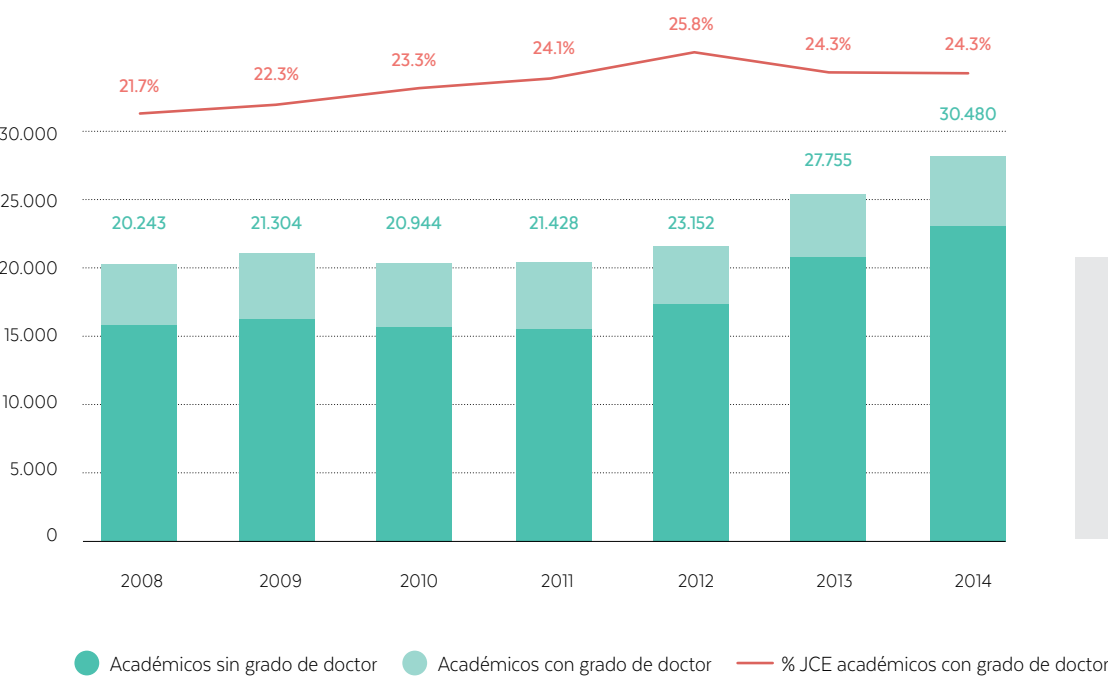
BECAS CONICYT<sup>3</sup>



DOCTORADOS EN POBLACIÓN, EN EDAD DE TRABAJAR (25 A 64 AÑOS)<sup>2</sup>



EVOLUCIÓN DE LA CANTIDAD DE ACADÉMICOS SEGÚN GRADO DE FORMACIÓN (JCE)<sup>4</sup>



De continuar la tendencia actual, duplicaríamos la cantidad de profesionales doctorados en siete años.



## La revolución digital ofrece enormes posibilidades que debemos aprovechar



La infraestructura de provisión de servicios de Internet debe ser vista como de amplio acceso para ofrecer a la población una herramienta sin precedentes para el despliegue de su potencial.

Hemos mantenido una posición aventajada en el desarrollo de la infraestructura TIC en América Latina, lo que no significa que hayamos reducido nuestra brecha con los países más avanzados –de hecho se está expandiendo–, ni que hayamos superado las disparidades al interior de nuestro territorio.

Al igual que en el resto de la región, en Chile ha sido la telefonía móvil la que ha ayudado a extender el acceso a Internet. Es el segmento más dinámico del mercado, usado intensamente por la población para comunicarse y entretenerse. Sin embargo, sus usos productivos son mucho menores que en países de la OCDE, actividades que lo involucran a las grandes empresas y al propio Estado.

La baja demanda por usos más sofisticados y extendidos no genera incentivos para que las compañías del ramo inviertan en mayor y mejor provisión de banda ancha<sup>3</sup>. Esta deficiencia es un verdadero freno al despliegue de nuestro potencial creativo, a la modernización de las

empresas y a la posibilidad de brindar servicios de excelencia para todos.

Sin duda, enfrentamos el dilema del “huevo o la gallina”. En efecto, las compañías de telecomunicaciones invierten de manera preferente en cobertura móvil, pues es ahí donde se manifiesta la mayor demanda. Pero, al no disponer de una mejor infraestructura de comunicaciones, la posibilidad de usos más sofisticados y productivos de la red –como telemedicina o manufactura avanzada– se ven severamente limitados, no se desarrollan y no se crea el mercado para ellos.

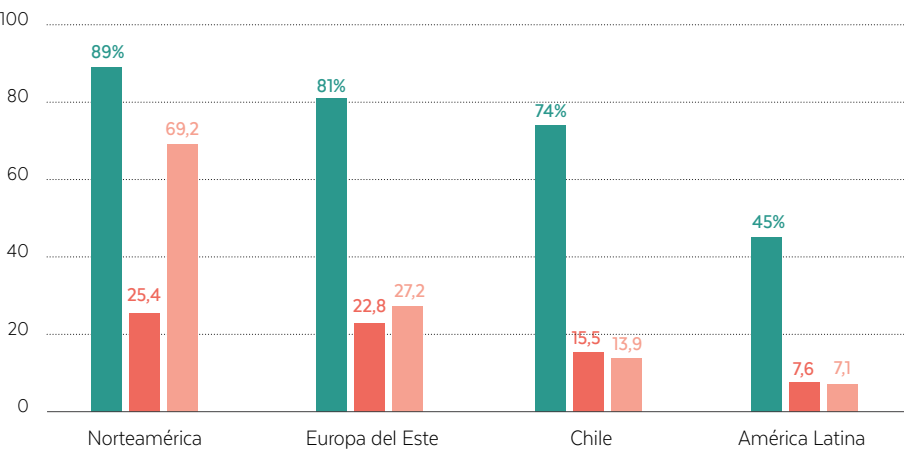
Mientras tanto, los países de la OCDE avanzan cada vez más rápido hacia una nueva generación de Internet (5G) que promete velocidades ultra rápidas de descarga y la conexión de miles de dispositivos al mismo tiempo. Esto abre enormes posibilidades para cambiar la forma en que actualmente se producen y brindan servicios. De ahí que tengamos que tomar esta oportunidad de manera urgente.

Hasta hace poco, la infraestructura que sostiene la provisión de servicios de Internet podía verse como una capacidad con la que nos medíamos en términos relativos con países de más ingresos. Hoy debemos hacerlo en términos absolutos, con foco en un amplio acceso. No entenderlo es condenarnos al atraso como país, así como negar a la población una herramienta sin precedentes para el despliegue de su potencial. Más aún, es no entenderlo como un derecho fundamental.

1. VNI CISCO, en presentación de Chile País Digital.
2. OECD Digital Economy Outlook 2015. DOI: 10.1787/9789264232440-e Tabla 2.2, p. 120.
3. Ciertamente, a través de fibra óptica dedicada, las empresas pueden ofrecer banda ancha de alta velocidad a aquellos clientes que la requieren y pueden financiar la inversión (como ocurre con los observatorios astronómicos).

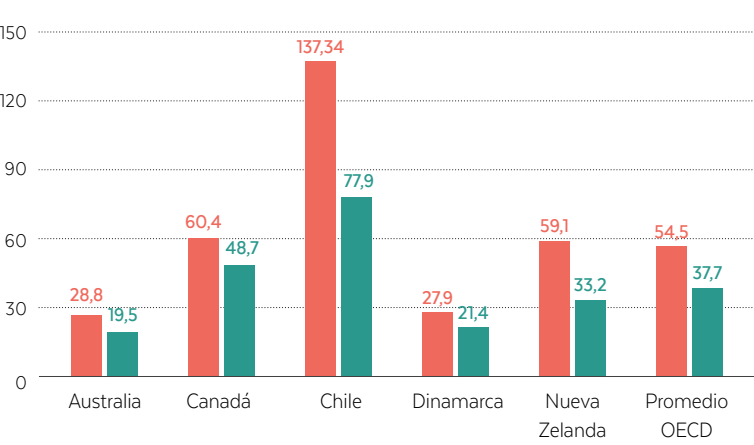
## SOMOS LÍDERES EN AMÉRICA LATINA EN USO DE INTERNET (2015)<sup>1</sup>

● Porcentaje de usuarios de internet ● Velocidad promedio (mbps) ● Tráfico per cápita (Gb/mes)

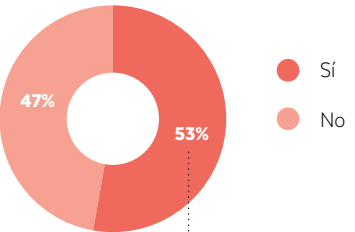


## VALOR DE CANASTA MÓVIL DE 300 LLAMADAS Y 1GB SEPTIEMBRE 2012 VS SEPTIEMBRE 2014 (EN US\$ PPP)<sup>2</sup>

● 2012 ● 2014

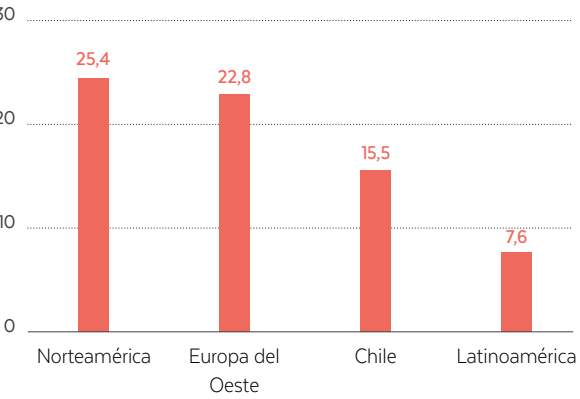


## HOGARES CON ACCESO A BANDA ANCHA FIJA EN CHILE



Este porcentaje es similar a la cantidad de hogares que sí tenía agua potable en 1965.

## VELOCIDAD DE DATOS PROMEDIO (MEGABYTES POR SEGUNDO)<sup>1</sup>



## VARIACIÓN EN 5 AÑOS, POR INDUSTRIA (2010-2015)



## AUMENTO DE CONEXIONES A INTERNET EN CHILE, 2009 A 2015

Fijas

1.000.000

Móviles

10.000.000

En 2015, 40% de los hogares de Suecia tenía acceso a banda ancha de 100 megabytes. Para 2020, el gobierno apunta al 90%. Casi el 70% de los municipios cuentan con red urbana, bajo propiedad pública o privada, de libre acceso a banda ancha.

La UE se ha propuesto mejorar sus tasas de transferencia, desplegando 5G para 2020.

## Necesitamos un cambio de paradigma para impulsar el mundo digital

Para acceder a las nuevas posibilidades que ofrece el nuevo siglo, debemos cambiar el paradigma con que hasta ahora hemos abordado el despliegue de la tecnología digital.

A través de la conexión dedicada de fibra óptica, las compañías de telecomunicaciones son capaces de ofrecer toda la banda ancha que un cliente requiera, siempre que se disponga de los recursos para pagar el servicio. Las grandes empresas, los bancos o los observatorios astronómicos son algunos de los clientes que cuentan con la posibilidad de financiar Internet de amplia banda y velocidad. Las empresas de menor tamaño, así como los hogares de menores ingresos, solo pueden acceder al nivel de servicio que le ofrece la infraestructura de comunicaciones general que esté disponible.

El rápido avance hacia la Internet de las Cosas -que permitirá la comunicación prácticamente instantánea, ya no solo entre las personas, sino entre objetos y máquinas- ya está revolucionando la forma en que se produce, se consume y en general se desarrolla nuestra vida. Las posibilidades abiertas son enormes y aún difíciles de precisar.

En este contexto, diferencias acentuadas de acceso a Internet pueden

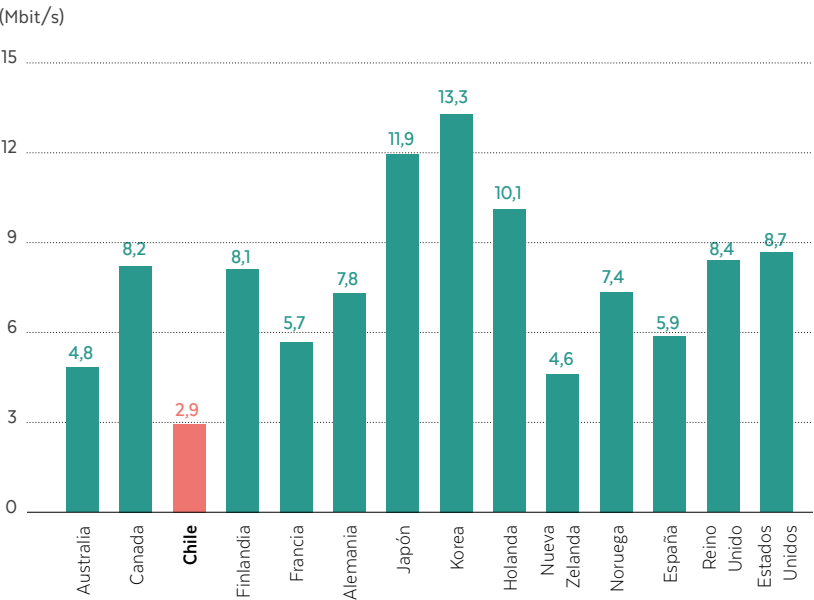
tener grandes efectos en expandir aún más las desigualdades en la calidad de vida y en los ingresos de la población. Es preciso comprender que esta tecnología no se limita a ser una herramienta de comunicación o de entretención, como es su uso predominante en Chile. Estamos en presencia de un proceso que va a afectar de manera radical todos los ámbitos de nuestra vida.

Un cambio de esta naturaleza, nos exige que seamos nosotros también capaces de cambiar el paradigma con que hasta ahora hemos abordado el despliegue de la tecnología digital, y que logremos mantener el curso de nuestro esfuerzo a través de los años.

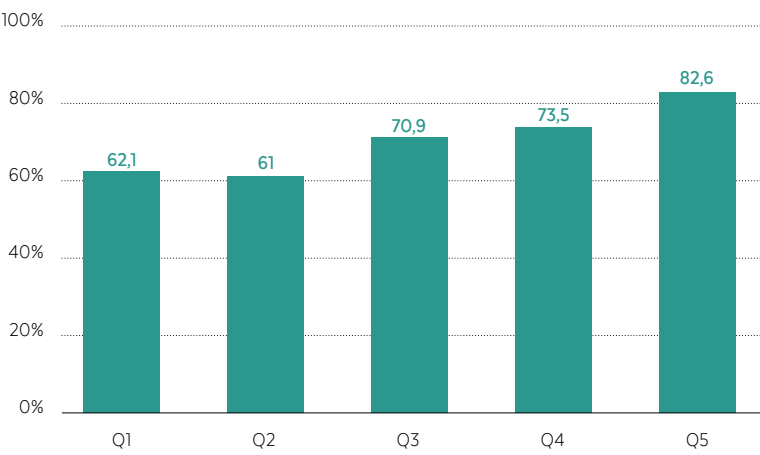
“Dado que Internet se ha convertido en una herramienta indispensable para la realización de una serie de derechos humanos, para la lucha contra la desigualdad y la aceleración del desarrollo y el progreso humano, garantizar el acceso universal a Internet debería ser una prioridad para todos los Estados. Por consiguiente, cada Estado debe desarrollar una política concreta y eficaz, en consulta con personas de todos los sectores de la sociedad, incluido el sector privado y los Ministerios, para que Internet esté ampliamente disponible, accesible y asequible a todos los segmentos de la población”<sup>5</sup>.

1. OCDE.
2. Fundación País Digital.
3. Fundación País Digital con datos de la Séptima Encuesta de Acceso, Usos y Usuarios de Internet.
4. Programa de Industrias inteligentes. Datos de Yanyan Zhuang and others, “*Future Internet bandwidth trends: an investigation on current and future disruptive technologies*”, Technical Report, No. TR-CSE-2013-04, Department of Computer Science and Engineering, Polytechnic School of Engineering, New York University, 2013.
5. ONU, Asamblea General (2012) “*Report of the Special Rapporteur on the promotion and protection of the right to freedom of opinion and expression*” ([http://www2.ohchr.org/english/bodies/hrcouncil/docs/17session/A.HRC.17.27\\_en.pdf](http://www2.ohchr.org/english/bodies/hrcouncil/docs/17session/A.HRC.17.27_en.pdf)). Consultado en abril de 2017. Página 22.

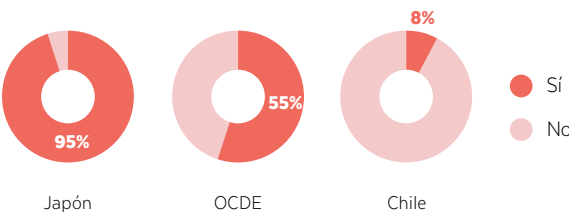
### VELOCIDAD DE ACCESO A INTERNET<sup>1</sup> (Segundo trimestre de 2013)



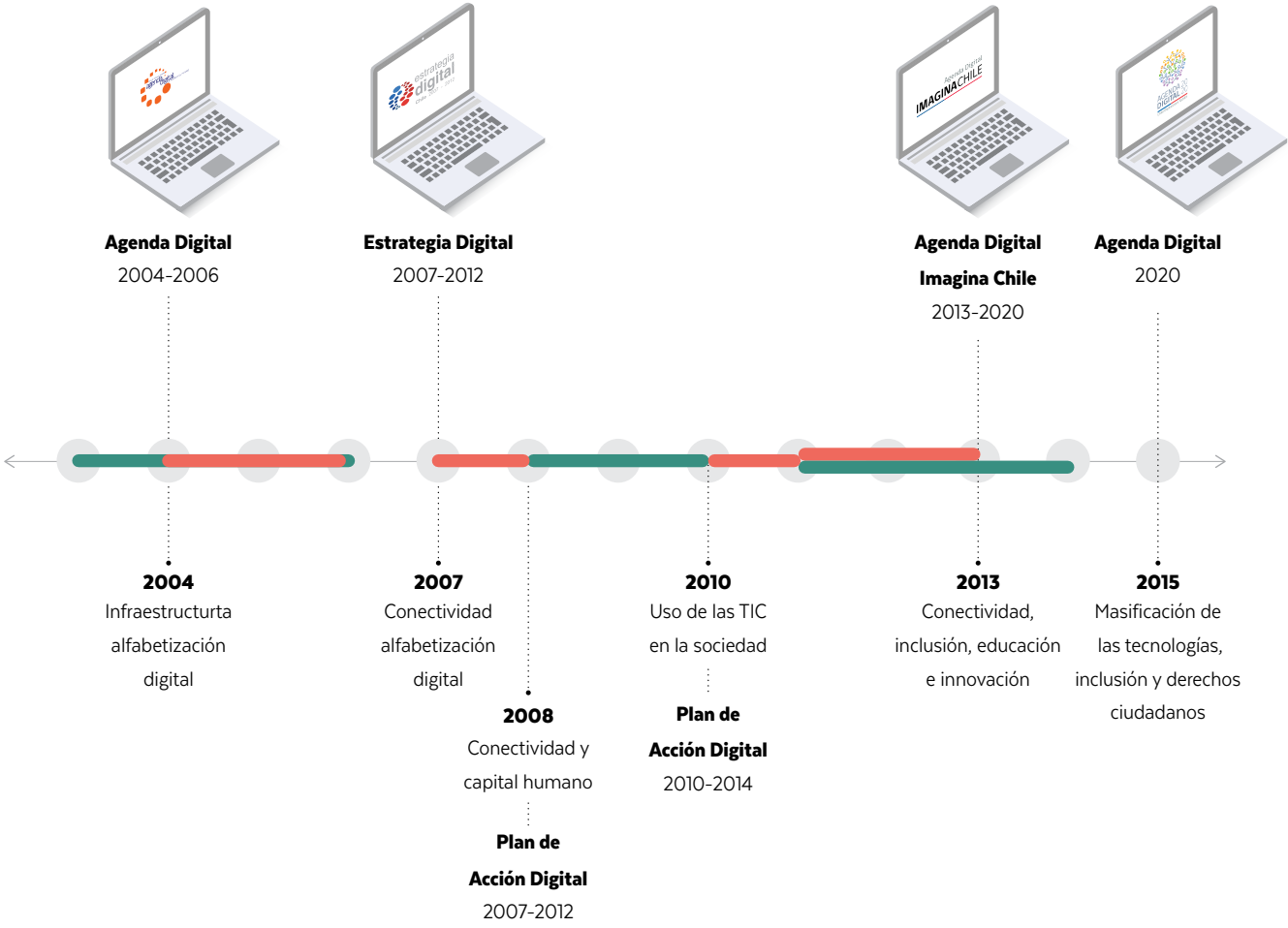
### PENETRACIÓN DE INTERNET EN HOGARES, POR QUINTIL DE INGRESO<sup>3</sup>



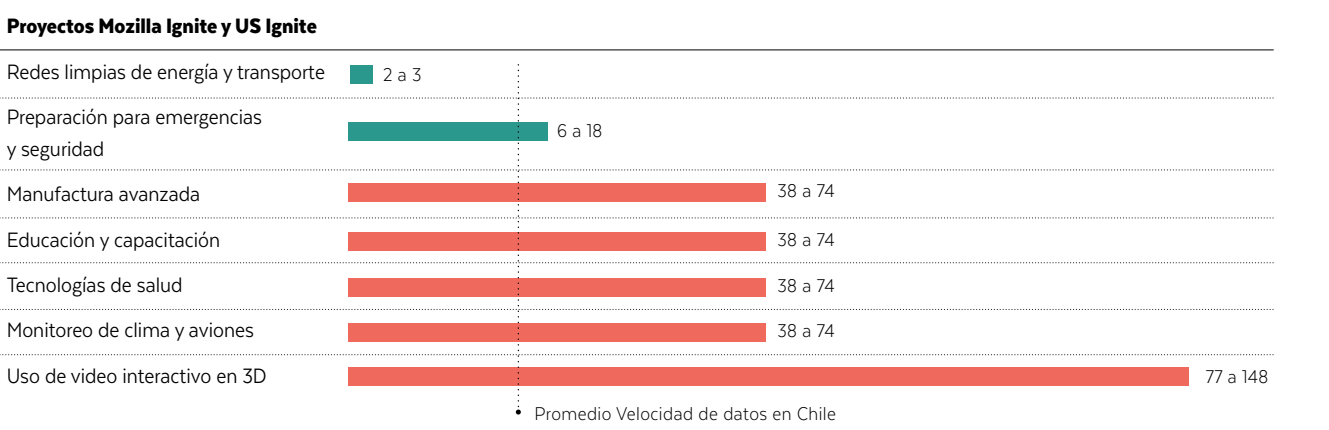
### PORCENTAJE DE EMPRESAS CON CONEXIÓN MAYOR A 30 MEGABYTES POR SEGUNDO



### SUCESIÓN DE AGENDAS DIGITALES<sup>2</sup>



### ANCHOS DE BANDA REQUERIDOS SEGÚN TIPO DE APLICACIONES (MBPS)<sup>4</sup>





**Juan Rada Mladinich, consejero CNID**

Estudió Sociología y Economía en la P. Universidad Católica, terminando sus estudios en la Universidad de Londres, donde obtuvo su Doctorado. Fue académico, fundador y Director General (Presidente) del International Institute for Management Development (IMD) en Lausana, Suiza. Tuvo cargos directivos en empresas informáticas, completando su carrera en una de las mayores empresas tecnológicas del mundo, Oracle.



## Un cambio de paradigma en el desarrollo digital

Por Juan Rada Mladinich



La nueva infraestructura crítica para este siglo es la digital y condicionará todas las actividades de la sociedad. Determinará el potencial y la amplitud de la diversificación de la matriz productiva, el comercio nacional e internacional, las prácticas sociales, los flujos urbanos e interurbanos, la amabilidad y eficacia de la ciudad, las capacidades y modelos de las empresas, la organización del trabajo y la vida cotidiana.

La digitalización ha evolucionado hasta producir una creciente convergencia de Internet, TV y radio que se acelerará en la medida que más capacidades acumula la infraestructura digital básica. Sobre ella se levantan redes cada vez más sofisticadas de servicios digitales, cuyos datos y contenidos están almacenados en nubes y disponibles a través de distintos dispositivos. La automatización creciente de los procesos de producción, el “Internet de las Cosas” (IoT en inglés) y el *Big Data* constituyen factores que acelerarán y profundizarán los cambios gracias a las enormes economías de escala y de ámbito.

La expansión acelerada del IoT se basa en la trivialización de los costos de sensores de temperatura, movimiento, presión, cámaras y desarrollo de la inteligencia artificial a una velocidad que era impredecible hace pocos años. Además, la convergencia continua de estas áreas catapulta

los desarrollos a velocidades mayores que las que tenemos hoy. Esto hace que nuestro desafío como país sea la infraestructura digital y no simplemente uno de sus componentes, las telecomunicaciones.

Las razones expuestas explican que esta es la infraestructura más ubicua que se ha conocido. Para nuestro país constituye un desafío mayor entender, revisar y renovar nuestras políticas públicas, leyes y las instituciones que hoy solo rasguñan lo que se requiere. Si superamos este desafío, ello nos permitirá aprovechar una gran oportunidad histórica para dar un salto mayor. La ventana de oportunidad no es para mañana. Es hoy, pero se requiere un esfuerzo sostenido de al menos dos décadas para igualar el promedio de los países avanzados y tomar ventajas en áreas específicas.

Lo que se necesita es educarnos en el entendimiento de las oportunidades y desafíos para hogares y familias, sectores productivos, educación, salud, la transformación del Estado y mucho más, buscando consensuar cambios significativos de manera de ejecutar tempranamente las principales acciones de una modernización profunda y sostenida para construir la infraestructura más ubicua de la historia y crítica para nuestro crecimiento y desarrollo como sociedad.



II. ACTORES DE LA CTI: TENEMOS TALENTO, FALTA NUTRIRLO PARA DAR UN GRAN SALTO

La calidad de nuestra ciencia nos alienta: pocos investigadores pero grandes capacidades

Nuestros científicos son reconocidos en el mundo entero. Pero debemos ser claros: no tendremos mucha I+D con pocos investigadores. Y tenemos diez veces menos investigadores que el promedio de la OCDE.

Las universidades han tenido un papel fundamental en la historia de la I+D+i en el mundo. En Chile, ellas concentran históricamente el grueso de las actividades de investigación.

La orientación del sistema, impulsada fuertemente por las políticas públicas, ha privilegiado la investigación por sobre el desarrollo tecnológico y la innovación al hacer de las publicaciones el principal indicador de desempeño. Sin embargo, la gran diversidad del sistema universitario chileno hace que la influencia de las políticas públicas en las agendas de I+D+i de las universidades varíe de acuerdo a su naturaleza (privada o pública), los sistemas de gobernanza internos y el grado de dependencia respecto de los fondos públicos en relación a otras fuentes de financiamiento.

En este marco, el proyecto de reforma de la educación superior en Chile está generando un nuevo escenario para estas instituciones en general y la academia en particular. Sin perjuicio de otros objetivos, esta debe ser una oportunidad para fortalecer las capacidades de I+D+i de las casas de estudio.

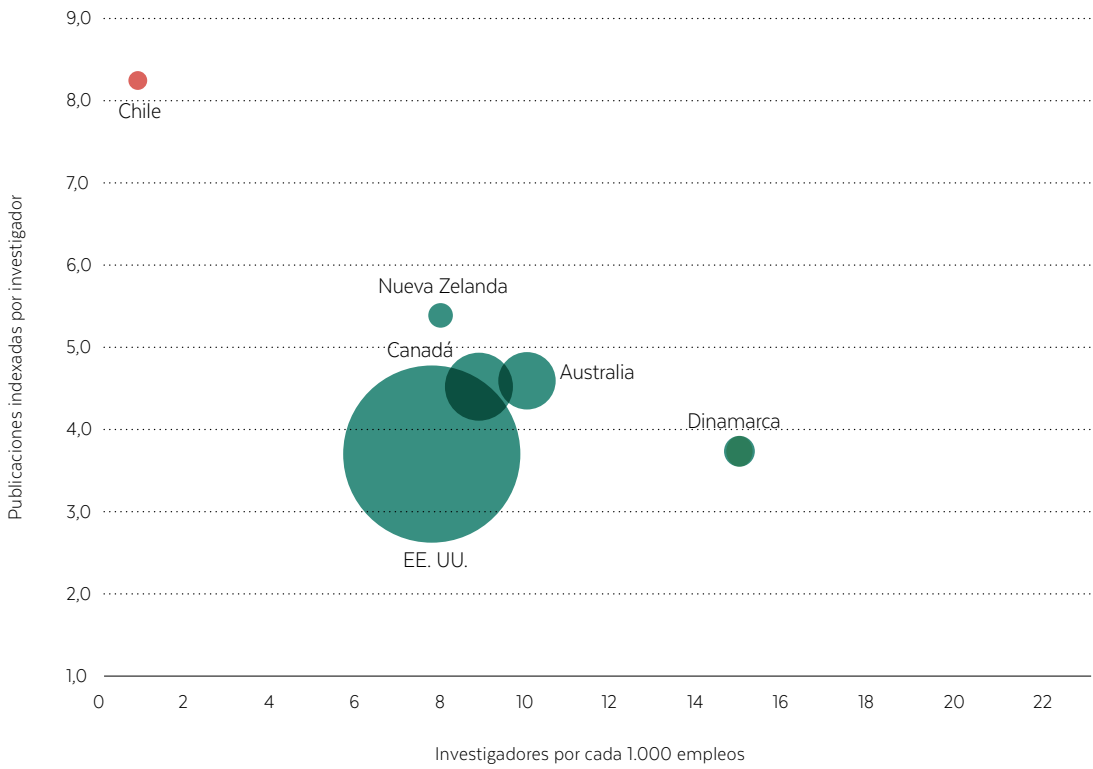
Más allá de su locación, los investigadores en Chile no son demasiados, pero sí son altamente productivos con una calidad de su producción científica<sup>6</sup> ampliamente reconocida a nivel mundial. Por ejemplo, en 2011, los ganadores del Premio Nobel de Física reconocieron públicamente que el aporte del Departamento de Astronomía de la Universidad de Chile había sido fundamental para relevar el papel clave de las supernovas para medir las distancias en el Universo. En otras disciplinas también existen reconocimientos internacionales a los investigadores chilenos, quienes se han ganado merecidamente su prestigio.

Este es un gran mérito. Pero debemos ser claros: no tendremos mucha I+D con pocos investigadores. Solemos decir que hay escasa investigación en empresas, pero nuestro problema fundamental es que el número total de investigadores es muy bajo.

Al compararnos con los países de la OCDE, tenemos casi diez veces menos de investigadores por mil ocupados. Todos aquellos países que han logrado incrementar su actividad de I+D lo han hecho de la mano de un fuerte y rápido incremento en la cantidad de investigadores. Cuando Portugal, España o Turquía se propusieron avanzar en este plano, más que duplicaron sus capacidades en períodos inferiores a diez años y lo hicieron no solo una vez. En nuestro caso, de 2007 a 2014 (último dato oficial disponible), el avance en términos proporcionales al empleo fue prácticamente nulo.

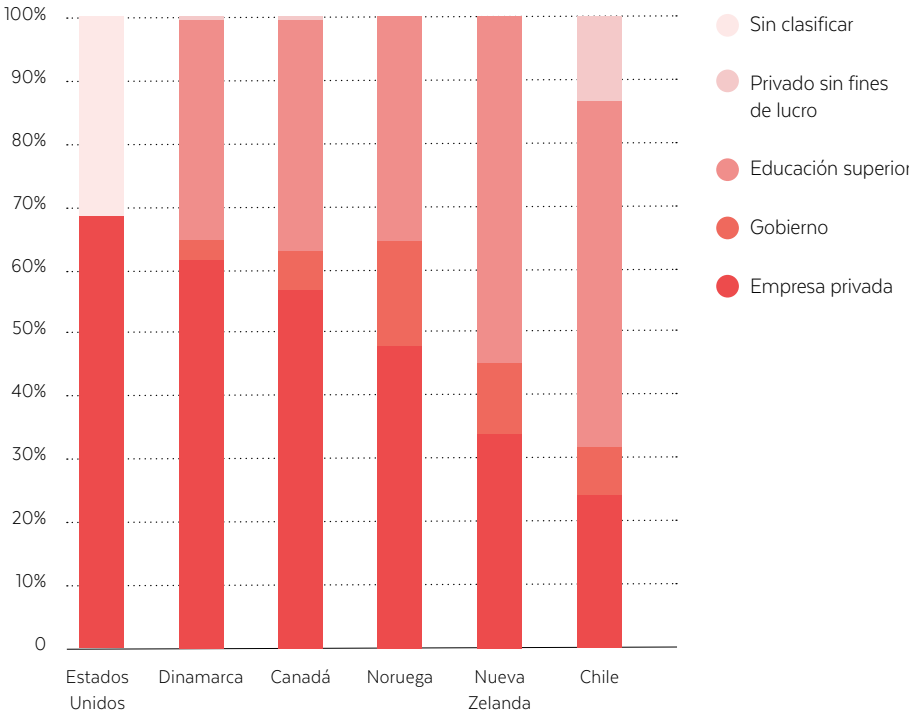
1. OCDE, 2013.
2. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015.
3. Scopus y Ricyt.
4. Novena Encuesta de Innovación.
5. OCDE, 2016.
6. Valor del conocimiento generado por las publicaciones, medido por el número de citas.

PRODUCTIVIDAD DE INVESTIGADORES EN PAÍSES OCDE<sup>1</sup>



INVESTIGADORES POR SECTOR DE EMPLEO<sup>2</sup>

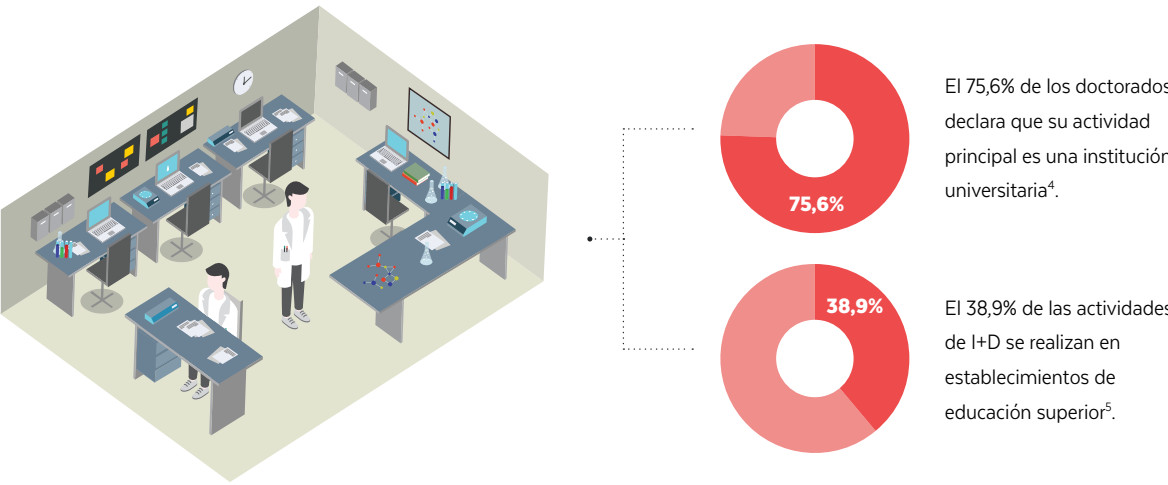
(como % del total de jornadas completas equivalentes, 2013)



Chile está en el promedio mundial de citas por publicación científica:

1,9

El porcentaje de participación de Chile en la producción mundial de artículos científicos se cuadruplicó<sup>3</sup>.



Nota: Se usa la definición de investigador de la OCDE, es decir, "los profesionales involucrados en la concepción o creación de nuevo conocimiento, productos, procesos, métodos y sistemas, y en la gestión de los respectivos proyectos."<sup>6</sup>





Juan Asenjo De Leuze, **consejero CNID**

Es Ingeniero Civil Químico de la Universidad de Chile, Doctor en Ciencias del University College of London. Actualmente es Director del Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBiB). Recibió el Premio Nacional de Ciencias Aplicadas y Tecnológicas en 2004, fue Presidente de la Academia Chilena de Ciencias (2010-2016). Ha sido profesor de la Universidad de Columbia, Nueva York (1980-1987) y de la Universidad de Reading, Reino Unido (1986-1996).



## Tenemos ciencia y tecnología de primer nivel

Por Juan Asenjo De Leuze



Hoy en día es ampliamente aceptado que la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación son claves para avanzar en el bienestar de los países y sus sociedades garantizando, a su vez, un desarrollo sustentable.

La ciencia, la tecnología y la innovación son elementos diferenciadores del lugar que ocupan los países en el concierto internacional. Asimismo, son esenciales para la diversificación económica de los productos a exportar. Estudios muestran que los países con una matriz exportadora más diversificada, tienen un índice Gini más favorable, es decir, poseen menores diferencias entre los más ricos y los más pobres.

En general, la sociedad chilena desconoce la calidad de la ciencia y tecnología que se desarrolla en el país, lo que no ayuda al desarrollo nacional al no utilizar el conocimiento e investigación acumulada, ni a los científicos de primer nivel que trabajan en Chile y las excelentes redes internacionales en las cuales ellos participan activamente. Entre 1981 y 2005, las citas a las publicaciones científicas y tecnológicas internacionales de autores chilenos llegaron a un valor de 8,94 por sobre las de Argentina (7,62), de México (7,13) y Brasil (6,68), que son los únicos otros países con una importante producción científica

en la región. Este comportamiento continúa y se acentúa mas aún en la década 2003-2012.

Tenemos importantes ejemplos de investigación científica con impacto en el desarrollo. La investigación frutícola está en la base de la multiplicación de las exportaciones del rubro y nuestros ecólogos han salvado varios recursos marinos. La sismología e ingeniería antisísmica han permitido estudiar, monitorear e incorporar tecnología de punta para enfrentar dos de los más importantes megasismos del último siglo en el mundo y hayan previsto la localización y magnitud del evento del 2010. Somos capital mundial de la astronomía y se nos reconoce en el desarrollo de tecnología propia en algunas áreas como la minería a través del convertidor Teniente. El estudio de microorganismos de condiciones extremas, tanto en la Antártica como en el desierto de Atacama, generan patentes con diversas aplicaciones industriales, así como nuevos antibióticos y anticancerígenos.

La importancia de la ciencia y la tecnología no solo se manifiesta a través de estos éxitos, sino también en los fracasos. El desarrollo insuficiente de investigación o de participación de científicos ha estado en la base de los problemas de la industria del salmón, la sobreexplotación de numerosos recursos naturales y parte de las crisis de nuestra educación.

### Los actores de la D y la i: técnicos e ingenieros

La capacidad de interactuar con la tecnología puede ser la gran diferencia en muchas de las ocupaciones actuales. Es imprescindible avanzar hacia un sistema de formación a lo largo de la vida, que permita a cada persona diseñar su trayectoria formativa.

Necesitamos más ingenieros y técnicos. Más aún, los requerimos conectados con abrir posibilidades para el desarrollo tecnológico y la innovación. En Chile, la participación de los titulados en tecnología y ciencias de la ingeniería ha caído tendencialmente, lo que afecta nuestras capacidades de desarrollo tecnológico e innovación. Lo alentador es que -gracias a esfuerzos sostenidos del sector público y de las mismas universidades- la ingeniería ha empezado a interactuar con otras disciplinas enriqueciéndose mutuamente y abriendo más espacios para que la tecnología se inserte en diferentes dominios del quehacer humano.

La capacidad de interactuar con la tecnología puede ser la gran diferencia en muchas de las ocupaciones actuales y en el despliegue de nuevos bienes y servicios. Es imprescindible avanzar hacia un sistema de formación a lo largo de la vida que permita a cada persona diseñar su trayectoria formativa y aprovechar su potencial según sus intereses

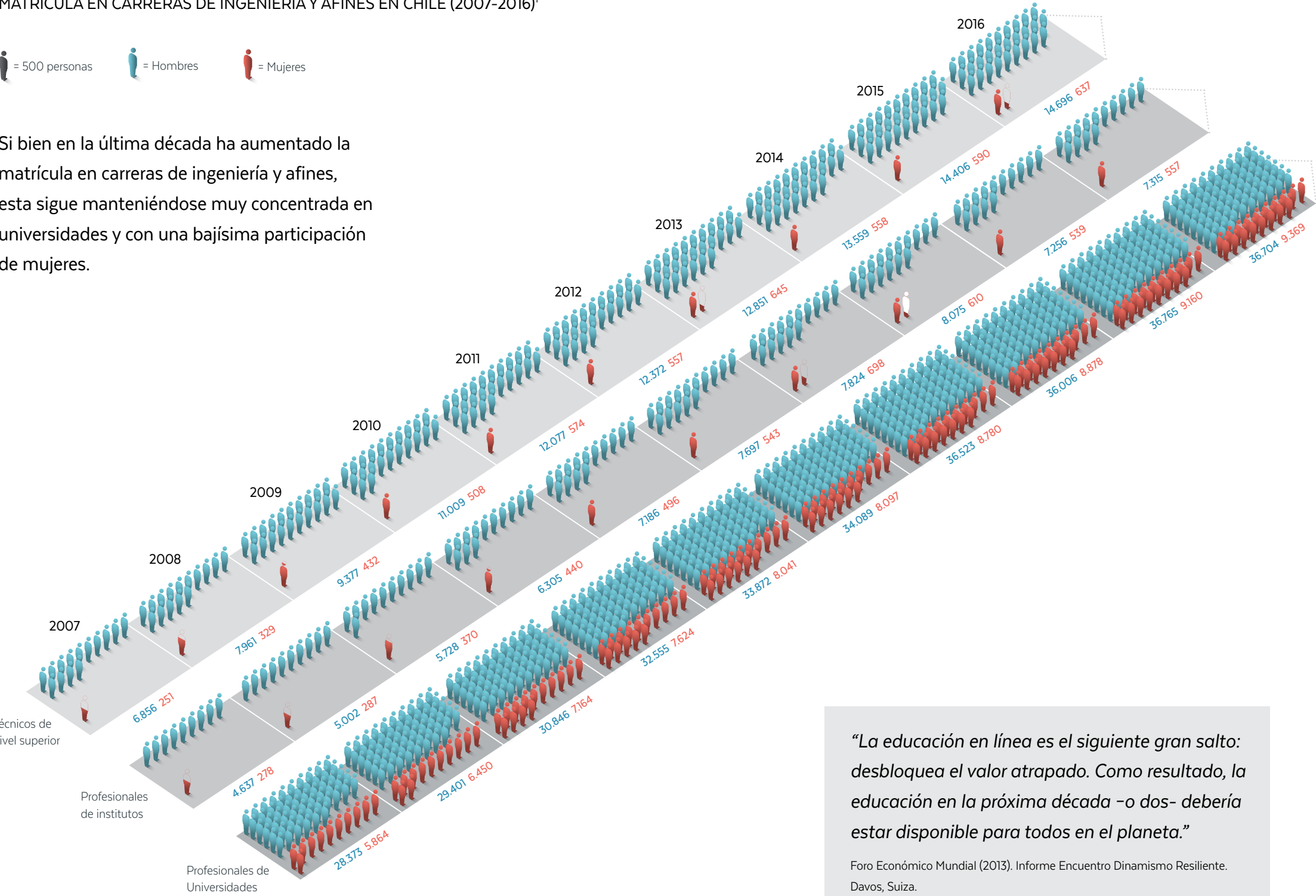
y oportunidades. Esta es una vieja aspiración: disponer de un marco de cualificaciones que articule y flexibilice los sistemas de formación para dar respuesta, de manera oportuna y pertinente, a las demandas que surgen desde el entorno. De ahí que sean críticos el reconocimiento de aprendizajes y cualificaciones previos, la certificación de competencias formales e informales, y otros mecanismos que permitan una mayor conexión entre y dentro de los distintos niveles formativos.

A esto se suma la creciente necesidad de conexión con la formación internacional. Las plataformas de educación en línea permiten acceder a posibilidades de aprendizaje y colaboración transfronteriza, insospechadas hasta hace muy poco. Es también una gran oportunidad para sostener procesos de formación continua, e incorporar a personas con capacidades diferentes, habitantes de zonas remotas o adultos mayores. Esta tendencia ya está desafiando de forma fundamental la organización tradicional del otorgamiento y reconocimiento de títulos y certificados. No podemos continuar dándole la espalda y eludir el debate sobre cómo seremos capaces de aprovechar esta revolución.

“Se debería desarrollar un Marco de Cualificaciones Nacionales, que abarcara todas las calificaciones, académicas y vocacionales, desde la educación secundaria hasta el doctorado (...) Las calificaciones podrían estar basadas en resultados y competencias logradas, no en tiempo/horas de estudios. Con todas estas medidas, (...) un Marco de Calificaciones Nacionales debería ayudar y estimular un proceso de aprendizaje en toda la vida”<sup>2</sup>.

- 1. SIES, Mineduc.
- 2. OCDE y Banco Mundial (2009) “Revisión de Políticas Nacionales de Educación Superior en Chile”. Ministerio de Educación. Página 315.

MATRÍCULA EN CARRERAS DE INGENIERÍA Y AFINES EN CHILE (2007-2016)<sup>1</sup>



“La educación en línea es el siguiente gran salto: desbloquea el valor atrapado. Como resultado, la educación en la próxima década –o dos– debería estar disponible para todos en el planeta.”

Foro Económico Mundial (2013). Informe Encuentro Dinamismo Resiliente. Davos, Suiza.

## Hemos desplegado la investigación, hay que fortalecerla en todo el territorio, en las empresas y en el Estado

Es posible combinar la existencia de universidades nacionales de excelencia, con universidades regionales que también la desarrollen centrándose en temáticas de relevancia global, desde las particularidades de su territorio.

Contrario a lo que normalmente se plantea, en Chile actualmente no predomina la investigación básica. De hecho, es la investigación aplicada (37,6%) la que lidera el gasto nacional en I+D y el desarrollo experimental es el que más ha crecido en los últimos años, pasando de un 21% en 2007 a un 34,2% en 2014 (último año con cifras disponibles). Esto último es coherente con el aumento que -aunque con altibajos de año a año- se observa en la presencia de investigadores en empresas: de un 17,7% a un 24,9% del total. Sin embargo, en términos absolutos tenemos muy poca base de investigación lo que afecta nuestras posibilidades de generar valor a partir del conocimiento.

Si miramos ahora el gasto público versus el privado, al compararnos con otros países de la OCDE ellos tienen mayor presencia de I+D privada, que incide en que proporcionalmente realicen menos investigación básica que Chile. Pero al mirar estos países cuando tenían el ingreso per cápita que tenemos hoy, en ellos también predominaba el gasto público por sobre el privado, con un gasto en investigación científica sobre el PIB muy superior al que hoy tenemos en el país. Hay que tener cuidado entonces, con enredarnos en falsas dicotomías, pues nos enfoca en discusiones equivocadas.

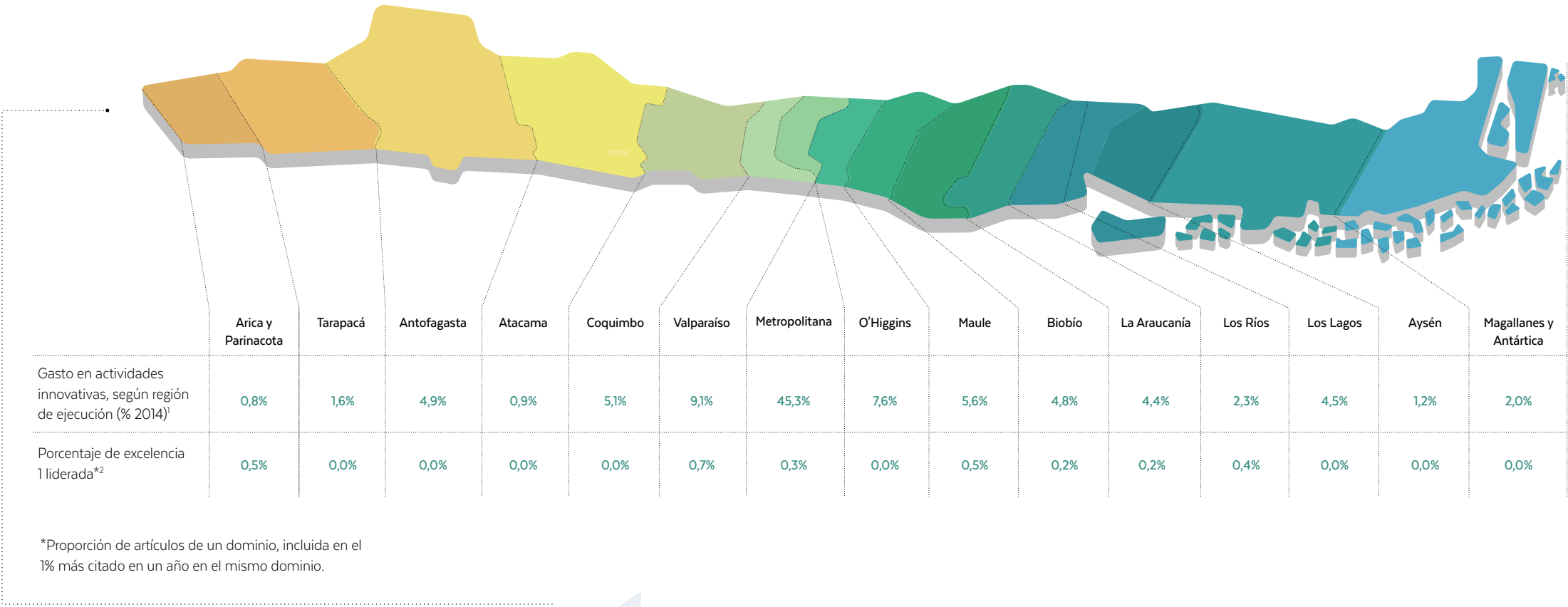
Otra característica relevante es que en Chile el grueso de la investigación está muy concentrada en la Región Metropolitana. Ella es fundamentalmente realizada por la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica de Chile: ambas suman el 39,9% de la producción científica nacional en el período 2008-2016 (un 21,3% la primera y un 18,6% la segunda)<sup>5</sup>. Son aún pocas las universidades de regiones que han logrado establecerse como espacios de investigación de excelencia.

Sin embargo, un rasgo interesante es que aquellas que han avanzado en este campo, lo han hecho en un alto grado de conexión con preocupaciones y oportunidades de sus territorios. Esta mayor vinculación con los lugares donde se insertan algunas universidades regionales, abre una posibilidad de escapar de la trampa a la que nos puede conducir el debate sobre cuántas universidades complejas de excelencia pueden existir en el país.

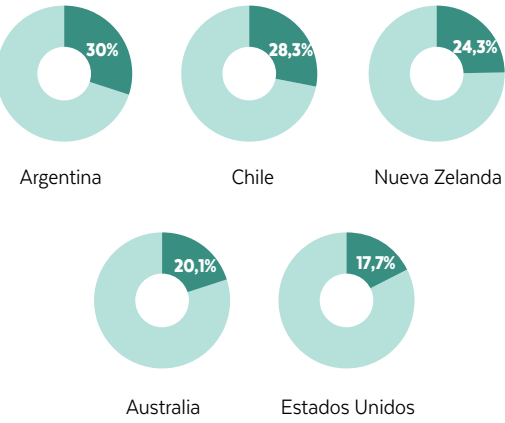
Es posible combinar la existencia de universidades nacionales de excelencia, con universidades regionales que también la desarrollen centrandó de manera preferente su investigación y formación especializada en temáticas de relevancia global, desde las particularidades de su territorio. Casos como la investigación arqueológica en el norte, de alimentos en la zona central o en cambio climático en la Patagonia y la Antártica, son ejemplos valiosos en esta dirección.

“Las asimetrías existentes entre la Región Metropolitana y el resto del país limita la capacidad de las regiones de recibir los beneficios que genera la investigación de contar en la región con una dotación de capital humano avanzado que piense en los problemas locales.”<sup>6</sup>

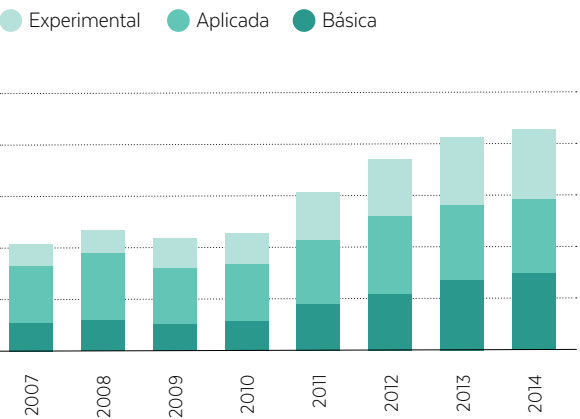
1. Novena Encuesta de Innovación (2013-2014).
2. Conicyt (2015). Informe cienciométrico. Datos Scopus. Análisis SCImago Research Group.
3. OCDE.
4. OCDE.
5. Conicyt, 2016.
6. Conicyt (2015). Principales indicadores cienciométricos de la actividad científica chilena, Santiago, Chile. Página 63.



### PARTICIPACIÓN % DE INVESTIGACIÓN BÁSICA EN GASTO TOTAL DE I+D<sup>3</sup>



### CHILE: EVOLUCIÓN GASTO I+D POR TIPO DE GASTO (MILLONES US\$ PPC 2011)<sup>4</sup>





Las empresas –en particular, las grandes– pueden hacer más

Las empresas del sector silvoagropecuario invierten en I+D muy por sobre la media de los países OCDE. En todos los demás sectores, hay un amplio espacio para innovar.

En Chile la innovación empresarial es comparativamente escasa, con señales de estancamiento en la proporción de empresas que declaran innovar en los últimos diez años<sup>3</sup>.

La actividad innovadora se concentra en las de mayor tamaño y en aquellas que exportan. La importancia de las grandes empresas en este plano es indiscutible: explican cerca de un 60% del gasto privado en I+D en 2014<sup>4</sup>.

En general, las innovaciones de las empresas nacionales se asocian más a mejorar el modelo de negocio –especialmente en lo comercial y financiero– que a generar nuevos productos o procesos. En este plano, nuestro sector empresarial más avanzado se mueve con soltura. Es en el ámbito de la innovación tecnológica donde los déficits son sustanciales y muy pocas desarrollan tecnologías. La tendencia más bien es a adoptar aquellas generadas en el exterior y, en base a ello, mantener su posición competitiva<sup>5</sup>.

Usar y adaptar tecnologías generadas por otros es una opción válida e incluso ventajosa cuando se está en posiciones de rezago. Pero no puede ser por siempre. En primer lugar, porque no necesariamente apuntan a las particularidades de nuestro territorio. En segundo, porque no permite a las empresas incidir en las reglas del juego<sup>6</sup>.

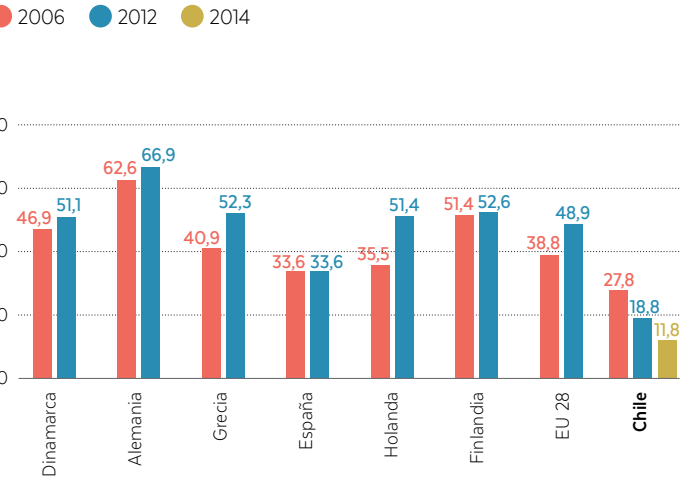
Afinando la mirada en algunos sectores, es claro el rezago en relación a países OCDE de las grandes empresas en los sectores minero, industrial, de servicios y de construcción. En la minería –particularmente desafiada en términos de productividad– la brecha es importante: el gasto de las grandes empresas alcanza el 0,14% del PIB sectorial, en contraste con el 0,68% de los otros países.

Es el sector silvoagropecuario quien marca la diferencia con un gran logro: su gasto privado en I+D representa el 0,56% del PIB sectorial, lo que está muy por sobre la media de los países OCDE (0,35%). Si este sector mantiene este estándar, el minero se aproxima a la media OCDE y los demás duplican su inversión en I+D, podríamos llegar a niveles similares a los de Australia, Canadá, Dinamarca y Nueva Zelanda cuando tenían nuestro mismo PIB per cápita.

Las grandes empresas privadas tienen entonces un amplio espacio para innovar.

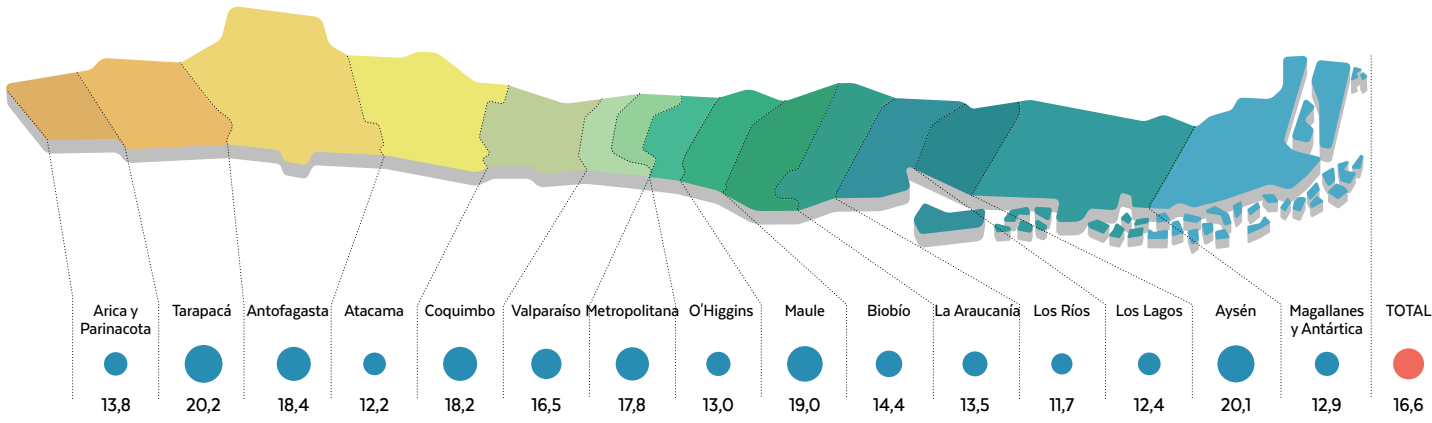
- 1. Community Innovation Survey para la UE. Para el dato de Chile se ha usado la 5ta, 8va y 9na Encuesta de Innovación del Ministerio de Economía.
- 2. Novena Encuesta de Innovación (2013-2014).
- 3. Datos de las últimas Encuestas Nacionales de Innovación.
- 4. Definidas como aquellas con 250 o más trabajadores.
- 5. Katz J. y Araya C., (2015), Reflexiones en torno al largo plazo de la salmonicultura chilena. CNID, Colección Documentos de Trabajo. Santiago, Chile. En edición.
- 6. El análisis que presenta Keun Lee a este respecto es magistral. Ver “Shumpeterian analysis of economic catch-up”. Cambridge University Press, 2013.

PORCENTAJE DE EMPRESAS QUE INNOVAN\*1

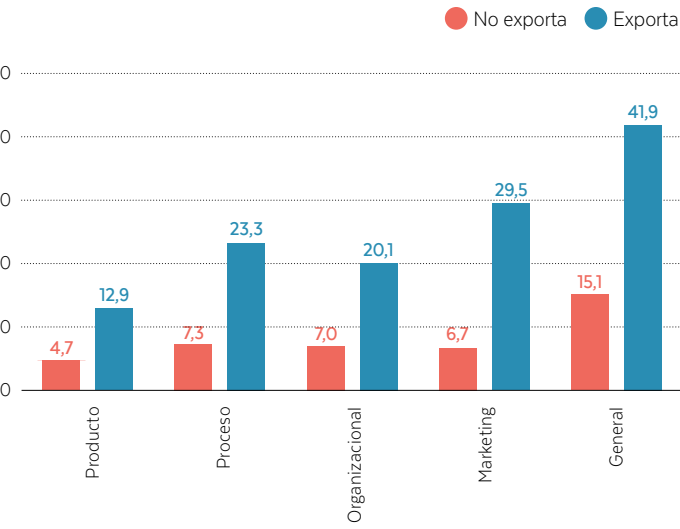


\*Incluye proyectos de innovación en toda etapa: suspendidos, cancelados y en funcionamiento

TASA DE INNOVACIÓN, SEGÚN REGIÓN DE EJECUCIÓN (% 2013-2014)<sup>2</sup>



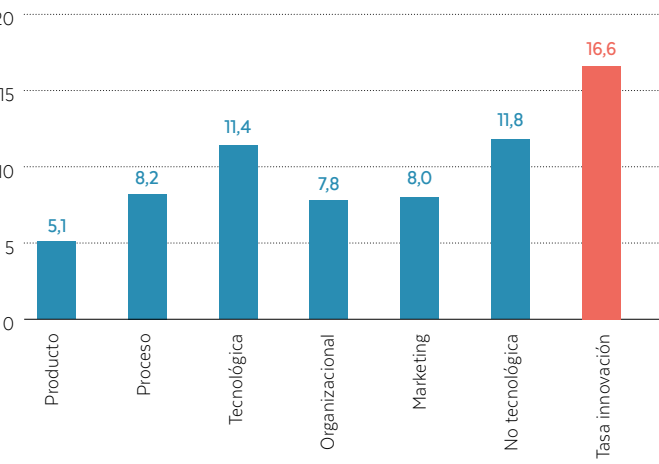
TASA DE INNOVACIÓN Y EXPORTACIONES<sup>2</sup>



La UE se ha propuesto mejorar sus tasas de transferencia desplegando 5G para 2020.

PORCENTAJE DE EMPRESAS QUE REALIZAN UNO O MÁS TIPOS DE INNOVACIÓN (2013-2014)<sup>2</sup>

Una misma empresa puede hacer más de un tipo de innovación



## ¿Cómo podríamos hacer la innovación empresarial que nos gustaría?

Hay signos alentadores y ejemplos de surgimiento y expansión, basados en una continua innovación, capaces de constituirse en líderes tecnológicos. Necesitamos que más empresas sigan esa ruta.

La respuesta no es evidente. Más allá del análisis de las clásicas fallas de mercado y coordinación reseñadas en la literatura, podemos identificar otros factores para enriquecer la discusión y dar luces de las vías de solución.

Uno de ellos se refiere a nuestra estructura productiva, dominada por la explotación de recursos naturales, particularmente en los sectores exportadores. A nivel global, las empresas en estos ámbitos tienden a ser usuarias de tecnologías e innovan al adquirirlas, pero no generan nuevas. Aun siendo explotaciones muy sofisticadas, en general, no es parte de su negocio invertir de manera sistemática en I+D para crear nuevas tecnologías. En el mundo son las industrias farmacéutica, de maquinaria y equipos, electrónica y comunicaciones, las que lideran este tipo de gasto.

Por otra parte, la I+D asociada a recursos naturales tiene un largo tiempo de maduración antes de alcanzar resultados. Como es difícil

que las empresas por sí solas puedan acometer ese desafío, en otros países de la OCDE ha sido el sector público el que lideró por años ese impulso. No es de extrañar entonces que en Chile muy pocas empresas tengan instalaciones y personal especializado para actividades de I+D. Por otra parte, es aún escaso el número de firmas que proveen servicios intensivos en conocimiento o tecnologías a los sectores de recursos naturales, aunque existen algunos casos muy notables que se han ido incrementado en el tiempo.

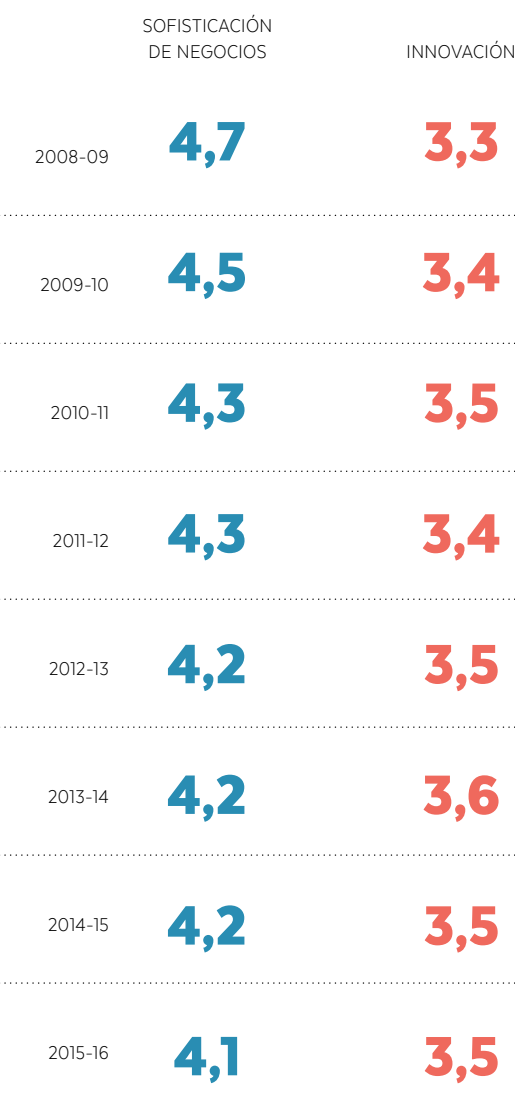
En el otro gran espacio donde están nuestras empresas -comercio y servicios-, la innovación se enfoca en la diferenciación a través del marketing y las capacidades logísticas, campos donde las tecnologías de la información y comunicación actualmente revolucionan las reglas del negocio.

En este contexto, un tema muchas veces pasado por alto es que aún nuestras capacidades de gestión empresarial están lejos de ser de clase mundial: según estudios internacionales nuestros gerentes califican muy por debajo de sus pares de México y Argentina<sup>4</sup>.

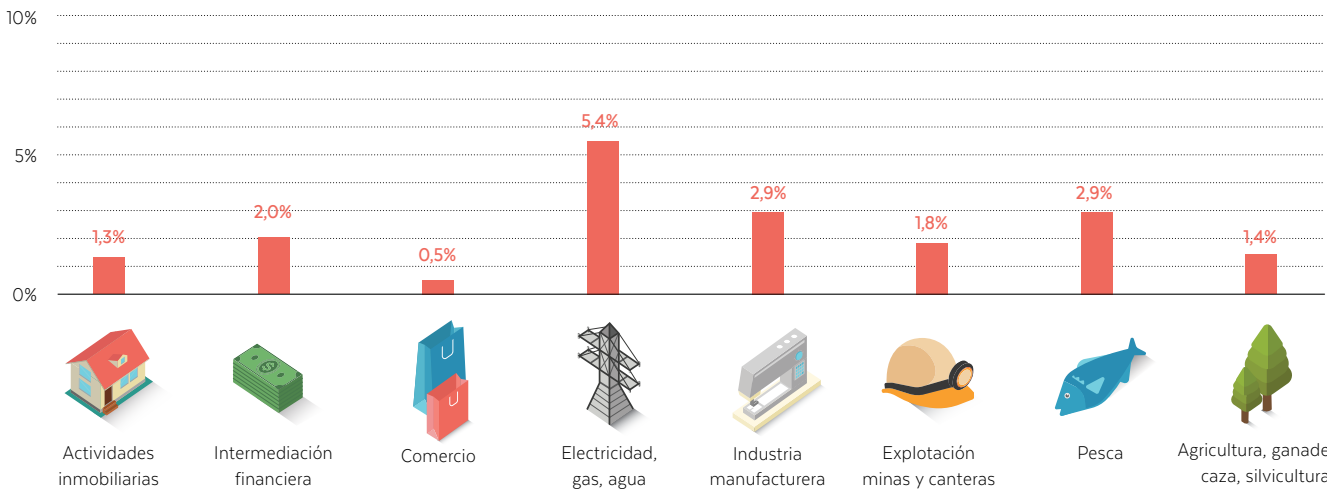
En definitiva, existe un enorme espacio de mejora para nuestras empresas. Hay sin duda signos alentadores y ejemplos de surgimiento y expansión, basadas en una continua innovación, que son capaces de constituirse en líderes tecnológicos en sus campos. Necesitamos que más empresas sigan esa ruta.

1. Reportes Foro Económico Mundial.
2. Ministerio de Economía, 2015.
3. Elaboración propia con datos OCDE.
4. Lederman, D., Messina, J., Pienknagura, S., Rigolini, J. (2014). El emprendimiento en América Latina: Muchas empresas, poca innovación. Banco Mundial, serie Estudios sobre América Latina y el Caribe., Washington D.C., EE.UU.

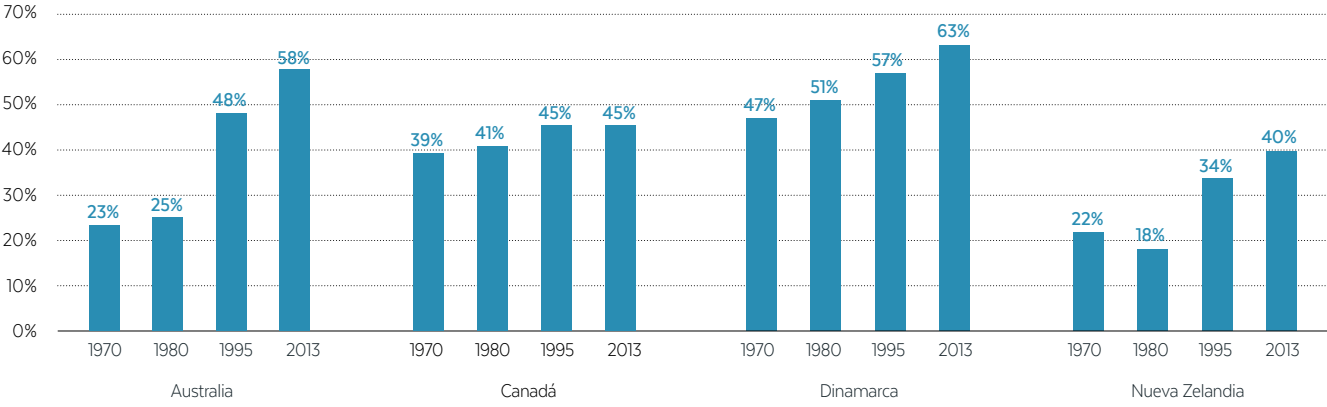
PILARES INNOVACIÓN Y SOFISTICACIÓN DE NEGOCIOS SEGÚN WEF  
NOTAS DE CHILE (ESCALA 1 A 7)<sup>1</sup>




EMPRESAS CON LABORATORIO O DEPENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN<sup>2</sup>




EVOLUCIÓN PARTICIPACIÓN PRIVADA EN GASTO EN I+D, 1970-2013 (% DEL PIB)<sup>3</sup>



En 2014, el sector empresarial financió el 32% del gasto en I+D. En países intensivos en recursos naturales, la participación privada toma décadas en aumentar.



Obtener una nueva variedad de frambuesa ha tomado más de 7 años.



Doce años le tomó a BioSigma llevar a nivel industrial la biolixiviación de minerales sulfurados de cobre de baja ley.





**Patricio Meller Bock, consejero CNID**

Es Ingeniero Civil de la Universidad de Chile y Doctor en Economía de la Universidad de California, Berkeley, actualmente es Presidente de Fundación Chile y profesor titular e investigador senior y director de proyectos de la Corporación de Estudios para Latinoamérica, CIEPLAN. Anteriormente fue director de CODELCO (2005) y se desempeñó como Consultor del BID y del Banco Mundial.



## Investigación y Desarrollo en las empresas productivas

Por Patricio Meller Bock



El indicador convencional asociado a la innovación es el gasto en Investigación y Desarrollo (I+D) como porcentaje del PIB. Chile gasta en I+D, alrededor del 0,4 %.

Este valor se reduce relativamente aún más cuando tomamos en cuenta quién hace la innovación (empresas, universidades o sector público) y queda de manifiesto al contabilizar cuantos dólares invierten las empresas productivas en I+D por trabajador contratado.

En un mundo global lo que interesa no son los porcentajes relativos al PIB, sino que los montos de recursos gastados en I+D por trabajador ocupado. Al respecto se aprecia que mientras en Corea del Sur el sector privado gasta en este ítem US\$ 1.627 por trabajador, en Chile la cifra equivalente es de US\$ 56 por trabajador, es decir, veintinueve veces menos.

¿Por qué las empresas productivas chilenas invierten relativamente poco en I+D?

A nuestro juicio, el empresario chileno considera la maquinaria importada como una “caja negra con enchufe”. Lo único que le interesa para producir es enchufar la máquina. En cambio, en Corea del Sur hay interés y preocupación por entender cómo funciona la maquinaria.

Para esto, desarman “la caja negra” y la vuelven a armar.

Esto es lo que se denomina ingeniería reversa, lo cual permite generar un proceso de aprendizaje tecnológico y el comienzo de la adquisición del know how sobre cómo se hace innovación.

El empresario chileno es un usuario pasivo de la tecnología. No cree necesario incurrir en costos asociados al aprendizaje del *know how* tecnológico moderno.

En un mundo global integrado, tiene menos costo y menor riesgo dedicarse a importar permanentemente la tecnología desarrollada por los países avanzados. En cambio el empresario asiático tiene la motivación por comprender la tecnología para facilitar el proceso de adopción y adaptación tecnológica. Además, tienen un objetivo de largo plazo en virtud del cual quieren producir mejoramientos e innovaciones a la tecnología moderna. El empresario asiático tiene como objetivo (de largo plazo) convertirse eventualmente en un exportador de tecnología.

Ser competitivos en el siglo XXI requiere de aprender a innovar constantemente. Para este efecto, la visión y comportamiento de los empresarios asiáticos es lo que debieran adoptar los empresarios chilenos.

## Innovar no es lo mismo para todos: el ancho mundo de las empresas de menor tamaño

El desafío no es solo hacer que las empresas sean más innovadoras, sino lograr que ese esfuerzo les rinda frutos.

Es un hecho bien conocido que las empresas de menor tamaño dominan la escena empresarial chilena. Más precisamente: son las micro empresas las más abundantes, pues representan prácticamente tres cuartos de todas las firmas existentes. Las pymes propiamente tales dan cuenta de casi todo el cuarto restante. Para todas ellas, innovar y obtener los frutos de ese esfuerzo se les hace muy difícil.

Innovar requiere de capacidades para desarrollar o incorporar conocimientos a la actividad que se realiza, creando así valor a los clientes. De ahí que una de las barreras que enfrentan nuestras empresas de menor tamaño es el relativamente bajo nivel educacional de sus dueños y gestores, el que va descendiendo a la par de la disminución del tamaño de la firma.

Si bien los años de educación formal no son un predictor perfecto de la capacidad de gestionar un negocio, sí están bastante relacionados. En los países más avanzados de la OCDE, estas diferencias en el nivel educacional de quienes están a cargo de las empresas de distinto tamaño no son tan altas.

Los recientes Centros de Desarrollo de Negocios<sup>7</sup> apuntan a superar esta barrera en las pequeñas y microempresas, pues presentan una ruta de progresión y cuentan con el soporte de entidades de educación superior para respaldar a los empresarios.

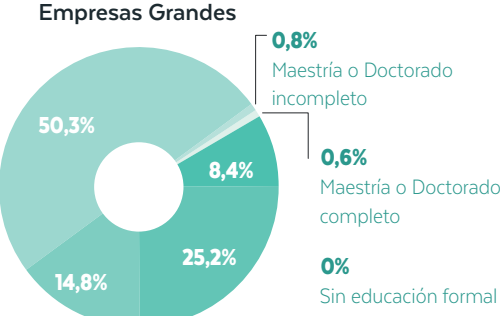
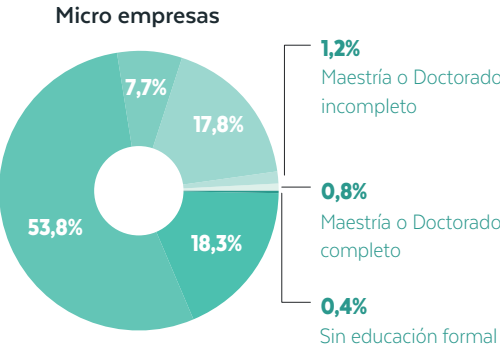
Sin embargo, hay problemas adicionales. De acuerdo a un estudio efectuado con datos de encuestas nacionales<sup>8</sup>, la rentabilidad de innovar varía proporcionalmente con el tamaño de las empresas, llegando a ser negativa en el caso de las más pequeñas. Es decir, la mayor parte de las microempresas que declaran haber innovado no experimentó un alza de las ventas o reducciones de costo que compensaran su esfuerzo.

Esto nos indica que hay factores adicionales a considerar como -por ejemplo- el acceso a redes de distribución, la posibilidad de obtener financiamiento para escalar las operaciones, entre otros. También pueden estar influyendo otros elementos como barreras que imponen empresas establecidas o regulaciones que no dejan espacio a las novedades que desarrollan los innovadores. Estos aspectos requieren un estudio más profundo, pero revelan que el desafío no es solo hacer que las empresas sean más innovadoras, sino lograr que ese esfuerzo les rinda frutos.

1. Ministerio de Economía. Cuarta Encuesta de Microemprendimiento. Diciembre de 2015.
2. III ELE, Ministerio de Economía.
3. Departamento de Estudios Económicos y Tributarios de la Subdirección de Gestión Estratégica y Estudios Tributarios del Servicio de Impuestos Internos, con datos a septiembre de 2016.
4. Ministerio de Economía (2016). Dinámica empresarial: brechas regionales y sectoriales de las pymes en Chile. 2005-2014.
5. Departamento de Estudios Económicos y Tributarios de la Subdirección de Gestión Estratégica y Estudios Tributarios del Servicio de Impuestos Internos (SII), con datos a septiembre de 2016.
6. Álvarez y Crespi (2015).
7. Creados por SERCOTEC y basados en la exitosa experiencia de los Small Business Development Center de Estados Unidos.
8. Álvarez, Roberto y Crespi, Gustavo (2007). *Multinational firms and productivity catching-up: the case of Chilean manufacturing*. Documento de trabajo del Banco Central, Santiago, Chile.

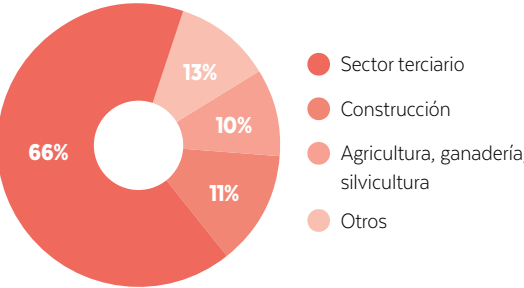
El 46,3% de los microempresarios declara ganar entre 0 y \$225.000 mensuales.<sup>1</sup>

DIFERENCIA EDUCACIONAL ENTRE DUEÑOS DE GRANDES Y MICRO EMPRESAS<sup>2</sup>

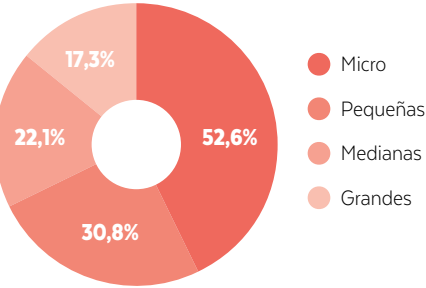


- Maestría o Doctorado completo
- Educación superior completa
- Educación escolar completa
- Sin educación formal
- Maestría o Doctorado incompleto
- Educación superior incompleta
- Educación escolar incompleta

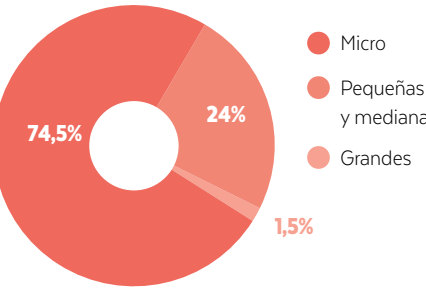
¿EN QUÉ SECTORES ESTÁN?<sup>3</sup>



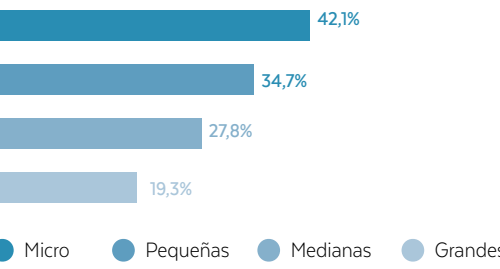
¿CUÁNTAS DE LAS EMPRESAS CREADAS EN 2007, SIGUEN ACTIVAS EN 2014?<sup>4</sup>



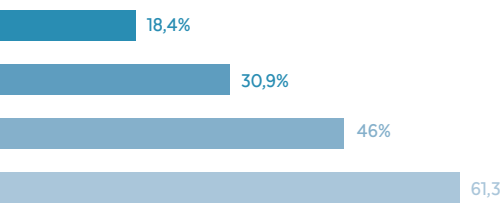
¿QUÉ PROPORCIÓN OCUPAN LAS EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO?<sup>5</sup>



¿QUÉ PROPORCIÓN DE EMPRESAS TIENE RESTRICCIONES FINANCIERAS?<sup>6</sup>



¿CUÁL ES LA PROPENSIÓN A INNOVAR EN EMPRESAS DE DIFERENTE TAMAÑO?<sup>6</sup>



Mientras más pequeñas sean las empresas, hay menor propensión a innovar y mayores restricciones financieras.



## Las tecnologías de información y comunicación ofrecen grandes oportunidades para las empresas más pequeñas



Difundir el potencial que las TICs tienen para elevar eficiencia y productividad en empresas de menor tamaño, y apoyar su incorporación efectiva en los negocios, debe ser una prioridad.

La gran mayoría de las empresas de menor tamaño desarrolla actividades de comercio y de servicios. Esos son rubros donde el uso de las tecnologías de información y comunicación puede hacer una gran diferencia.

El impacto que estas últimas han tenido en el servicio de taxis es un buen ejemplo. Más allá de la emergencia de sistemas alternativos, lo cierto es que hoy el servicio tradicional ha mejorado su eficiencia y productividad de manera notable gracias al aporte de diversas aplicaciones móviles. Así, por ejemplo, actualmente ellas permiten contactar al conductor a través del teléfono celular y saber cuánto demorará en llegar, o encontrar la ruta más despejada hacia su destino, lo que ahorra tiempo y combustible. Los mismos conductores acceden a aplicaciones que les permiten localizar los expendios más económicos de combustible y de repuestos. Los beneficios para los directamente involucrados son múltiples y la eficiencia general de la economía se incrementa.

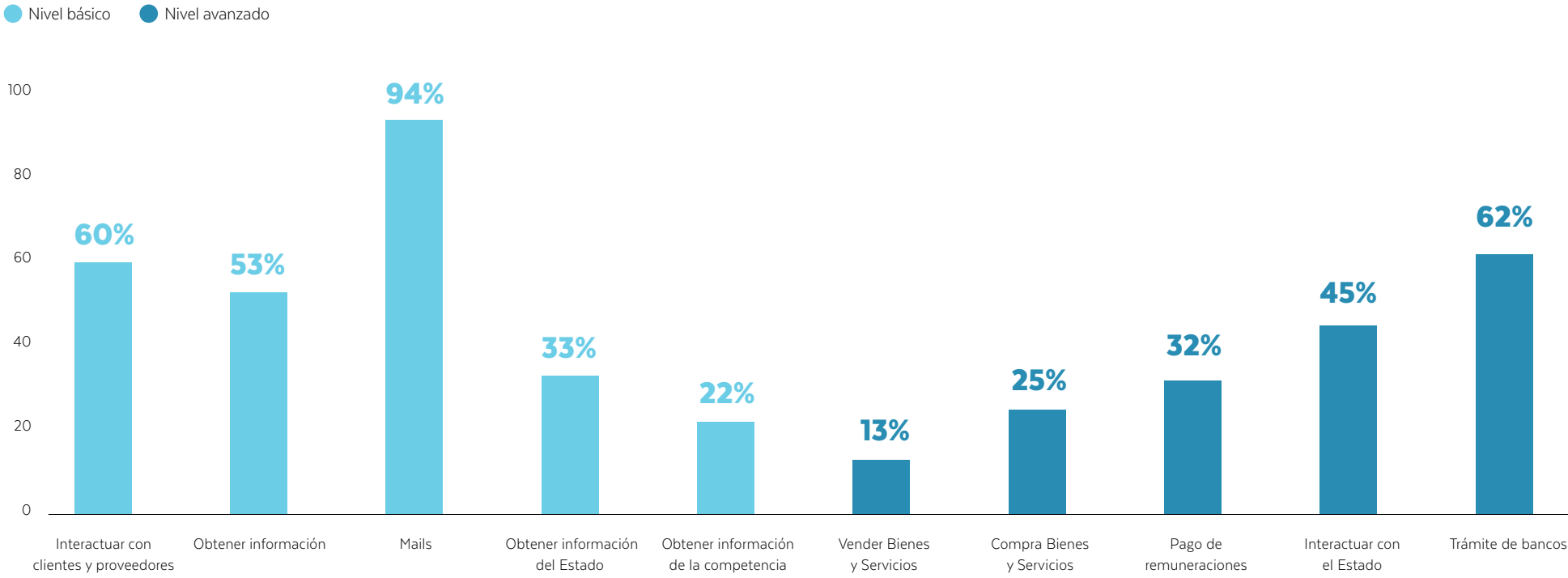
Sin embargo, este es un ámbito más bien excepcional del uso de estas tecnologías por parte de pequeños empresarios en nuestro país. En efecto, en la mayor parte de los casos, Internet y sus aplicaciones son usadas de manera muy limitada y en tareas muy triviales. Aparte de enviar correos o realizar el pago de cuentas bancarias, son escasos los usos más sofisticados, tales como obtener información sobre la situación del mercado o la realización de compras o ventas en línea. Más lejos estamos aún de aquellos pequeños empresarios que contratan servicios especializados para administrar su posicionamiento en sus mercados locales a través de redes sociales, que hoy son comunes en otros países.

El desconocimiento sobre las posibilidades de mejora para su desempeño, así como la carencia de preparación para usarlas, es parte de la explicación de la escasa penetración de estas herramientas en las empresas de menor tamaño (aunque es justo decir que tampoco nuestras grandes empresas lo hacen muy bien en este plano). Dada la elevada participación de tales firmas en actividades de comercio y de servicios, difundir el potencial que las tecnologías de información y comunicación tienen para elevar eficiencia y productividad, y apoyar su incorporación efectiva en los negocios, debe ser una prioridad de las actividades de extensión que se realizan con apoyo público.

Pero estas no son las únicas trabas que enfrentan nuestras empresas de menor tamaño.

1. III ELE, Ministerio de Economía.

### ¿EN QUÉ USAN INTERNET LAS EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO?<sup>1</sup>



### EL IMPACTO DE LA DIGITALIZACIÓN PUEDE SER CLAVE PARA LAS PYMES

#### Aplicaciones para conexión con la demanda

- Comodidad para solicitar y pagar viajes.
- Seguridad para los clientes.
- Taxistas no pierden tiempo y bencina buscando clientes.
- Ahorro en tiempo y dinero para clientes y taxistas.

#### Sensores de conexión y estado del vehículo

- Reducción de costos de mantención.
- Reducción de costos de seguros.



#### Sistema de navegación GPS para optimizar trayectos

- Ahorro de tiempo.
- Menor consumo de combustible y desgaste del vehículo.
- Transparencia en la relación con el pasajero.

#### Aplicaciones para acceso a insumos

- Reducción de costos.
- Reducción de tiempos.



## Las empresas de menor tamaño enfrentan múltiples trabas en su desarrollo



Nivelar la cancha para las empresas de menor tamaño e incorporarlas a la revolución tecnológica en curso, es clave para que tengan mejores oportunidades de prosperar y disminuir brechas.

El uso de las herramientas digitales ofrece interesantes posibilidades para mejorar eficiencia y productividad a las empresas más pequeñas. También les da la oportunidad de incorporar nuevos canales de comercialización. Sin embargo, llama la atención que incluso operaciones relativamente sencillas no sean realizadas con el concurso de estos medios.

Ello no puede atribuirse simplemente a la falta de conocimiento o de comprensión de la forma en que opera la tecnología. Un ejemplo claro es el bajo nivel de penetración que tienen los medios de pago electrónico en las ferias libres. Las ventajas son evidentes: facilitan la compra al consumidor, no requieren aprovisionamiento de efectivo, disminuyen el riesgo de robo asociado al manejo de monedas y billetes, entre otros. ¿Por qué entonces no se los usa extensivamente como medios de pago en las ferias? Una de las razones es que el costo de las comisiones a

pagar es demasiado alto y más significativo que para grandes empresas. Este es solo un ejemplo de las dificultades que enfrentan los empresarios más pequeños. Para quienes innovan radicalmente en la forma de hacer las cosas, las prácticas colusivas de grandes compañías pueden constituir barreras importantes, así como la gestión de permisos o autorizaciones de parte de funcionarios que -ante la duda- prefieren evitar el riesgo y optan por denegar las solicitudes.

Es preciso reconocer esfuerzos importantes. Iniciativas como Empresa en un Día y Escritorio Empresa, han simplificado los trámites para emprender y los han hecho mucho más eficientes.

Continuar nivelando la cancha y apoyarlas para que puedan incorporarse a la revolución tecnológica en curso, sigue siendo una tarea relevante para que las empresas de menor tamaño tengan mejores oportunidades de prosperar y así disminuir las brechas de productividad e inclusión de nuestra economía.

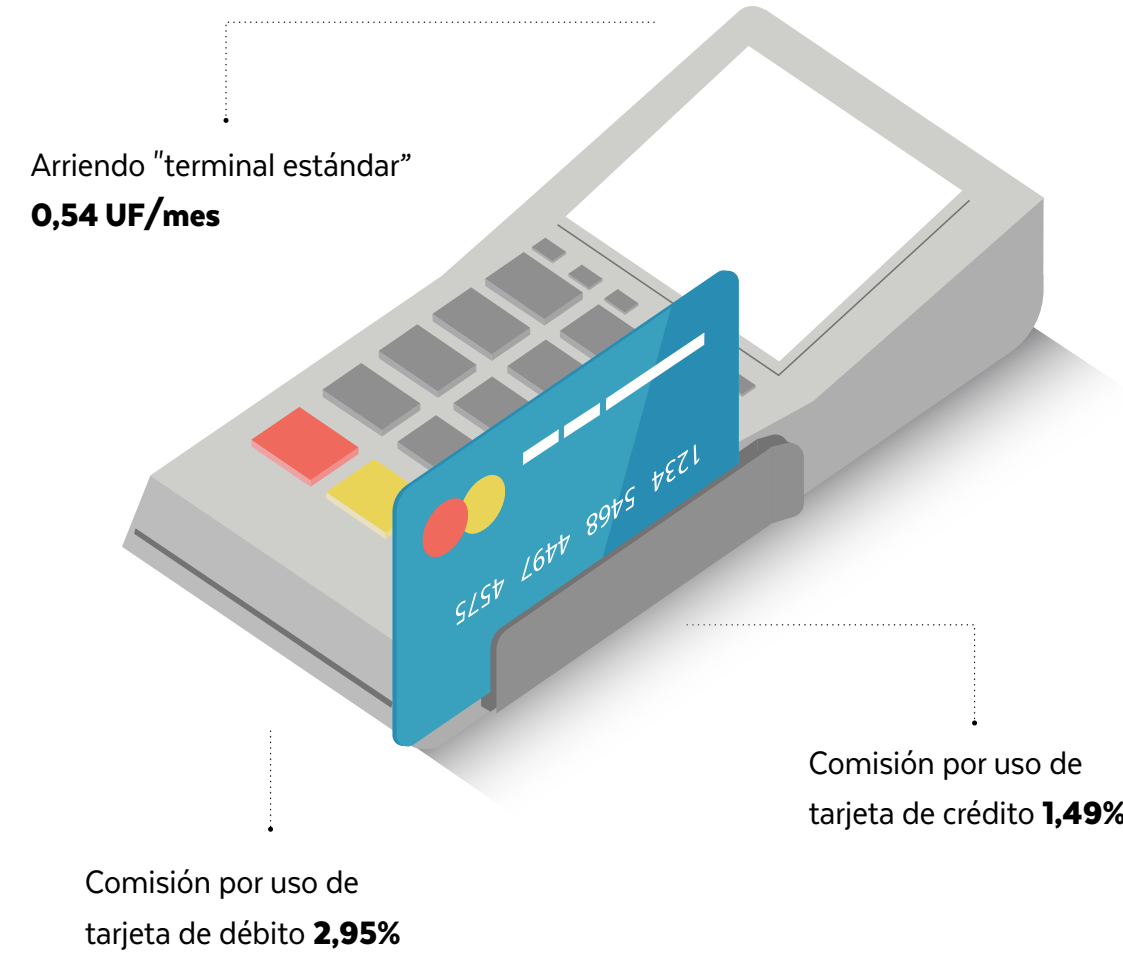
### Suecia lidera la carrera para convertirse en “sociedad sin dinero”<sup>3</sup>

“Según el Riksbank, las transacciones en efectivo representaban apenas el 2% del valor de todos los pagos efectuados en Suecia el año pasado, cifra que algunos consideran caerá al 0,5% en 2020. En las tiendas, el efectivo se utiliza ahora para apenas el 20%, la mitad que hace cinco años y muy por debajo del promedio mundial del 75%.

Asombrosamente, cerca de 900 de las 1.600 sucursales bancarias de Suecia ya no tienen dinero en efectivo ni reciben depósitos en efectivo”.

1. [www.transbank.cl](http://www.transbank.cl)
2. Asech (2014). Informe “Libre competencia en Chile y el ingreso de los emprendedores al mercado” Asech, Santiago, Chile.
3. The Guardian, 4 de junio de 2016. <https://www.theguardian.com/business/2016/jun/04/sweden-cashless-society-cards-phone-apps-leading-europe> Consultado en marzo de 2017.

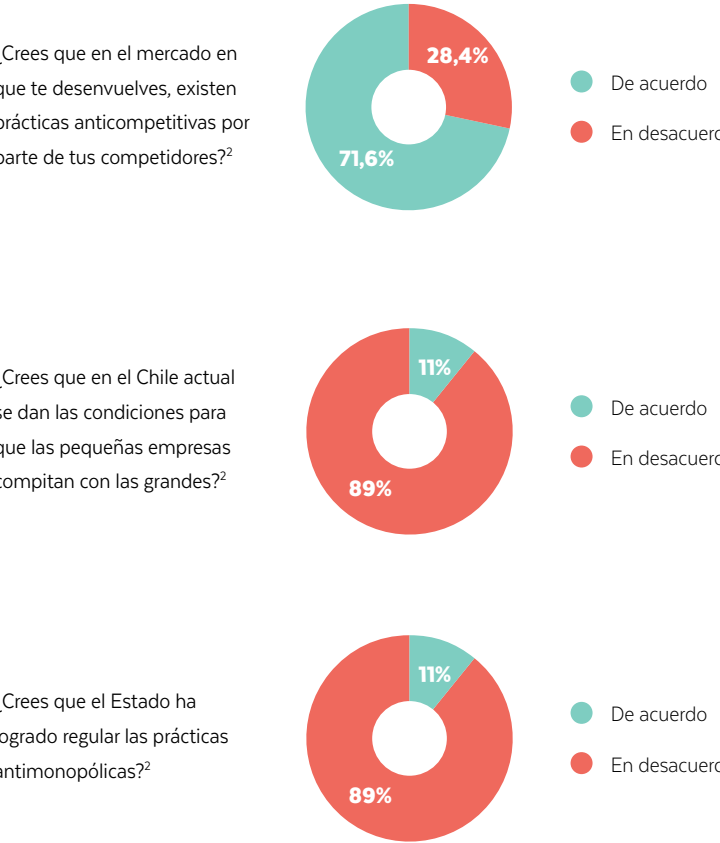
### SERVICIOS ESTÁNDAR QUE DEBE FINANCIAR UNA PYME\* PARA TRANSACCIONES ELECTRÓNICAS<sup>1</sup>



\*Para los rubros de ferias libres, kioscos, panaderías, pastelerías, rotiserías, pescaderías, carnicerías, frigoríficos, comidas preparadas, salones de belleza, cosmetología, peluquerías, cordonerías y paqueterías, minimarket y tiendas de conveniencia, video clubes, juegos de azar.

\*Transbank ofrece descuentos por montos transados según una tabla. Pero para comercios chicos se hace difícil rebajar mucho la comisión por sus niveles de transacción.

*“Multicaja, Kross, Atrápalo, Benedictino, son algunos casos de emprendimiento trabados o retrasados por razones ajenas a su desarrollo (prácticas monopólicas y abuso de posición dominante por parte de la competencia).”*







**Pamela Chávez Crooker, consejera CNID**

Es Ingeniera en Acuicultura de la Universidad de Antofagasta, Master of Science y Doctora en Microbiología Molecular y Biotecnología de la Universidad de Kyoto, con posdoctorado en la Universidad de Hawaii, Manoa. Asimismo, realizó el Programa Ejecutivo de Negocios de Columbia Business School, EE.UU. Actualmente es investigadora senior y socia de Aguamarina S.A., empresa de biotecnología para minería ubicada en Antofagasta.



## Innovando desde la región

Por Pamela Chávez Crooker



La innovación, sobre todo la innovación tecnológica, busca resolver desafíos desde el conocimiento. Una empresa de base tecnológica debe además llevar su solución al mercado a tiempo y de manera competitiva. Desde la minería, industria extractiva clave para Chile, hemos logrado que existan en el norte de Chile un conjunto de estas empresas que combinan el “saber hacer minería”, con el conocimiento científico-tecnológico. Es el caso de Aguamarina apoyando desde la biotecnología a la gran minería; de Neptuno Pumps innovando en temas de economía circular, con bombas para la minería y proyecciones en energía y agua; de Power Train Technologies soportando el funcionamiento de motores en altura que fallan por la falta de oxígeno; de Nanoprocess exportando cobre en forma de nanopartículas de tamaños altamente competitivos; de Scrum proveyendo software de logística a la minería y hoy también a la industria de comunicaciones; de Bejos Ingeniería fabricando ladrillos para construcción industrial desde las cenizas de termoeléctricas; de Propipe que desde la ingeniería apoya la innovación en procesos metalúrgicos. Todas generan patentes y publicaciones de alto nivel y exportan. Algunas cuentan ya con oficinas en otros países. Contar con iniciativas que tienden puentes entre la ciencia y la industria, como el Programa de Proveedores de Clase Mundial iniciado

por BHP Billiton -que ha ayudado a revelar los desafíos tecnológicos mineros y facilitado que los desarrollos tecnológicos lleguen al cliente- es clave para pasar de decenas de empresas de base tecnológica a cientos de ellas y acelerar el escalamiento industrial de las soluciones junto con un plan comercial para su distribución dentro y fuera de Chile y más allá de la minería. Este es el espacio natural para el talento de los nuevos ingenieros, doctores y post doctorandos que deberían volver al país en los próximos años, generando un puente efectivo entre la Ciencia y la Industria. Esto es lo que nos abre camino hacia la economía del conocimiento y hacia el desarrollo del país. Creer en el emprendimiento tecnológico en Chile es creer en el talento local, que es extraordinario. Los chilenos y chilenas debemos sentirnos orgullosos de lo que hemos logrado. Avanzar hacia el desarrollo y hacia una mejor calidad de vida para todos, requiere que confiemos en las personas, en los talentos y avancemos con fuerza en programas que apoyen el emprendimiento de las nuevas generaciones. Invertir en el emprendimiento del conocimiento es invertir en el desarrollo de Chile.

## La irrupción de nuestra cultura del emprendimiento es reconocida en el mundo entero

Chile ha adquirido un importante liderazgo a nivel regional por la generación de un ecosistema y de una cultura que busca estimular el despegue de emprendimientos innovadores.

Desde ya casi dos décadas que en Chile se han ido generando las condiciones para favorecer los emprendimientos dinámicos.

Nuestro país ha adquirido un importante liderazgo a nivel regional por la generación de un ecosistema y de una cultura que busca estimular el despegue de emprendimientos innovadores. En algunos ámbitos, esta posición de avanzada va incluso más allá de nuestro continente. En buena medida, ello es reflejo de una activa y prolongada política pública que ha apoyado el desarrollo de entidades de apoyo, así como de leyes que tempranamente generaron condiciones propicias para el desarrollo de diversas formas de capital de riesgo.

Así, por ejemplo, Chile siempre ha liderado el ranking de calidad de entorno normativo e institucional para el desarrollo de capital de riesgo que elabora periódicamente LAVCA<sup>3</sup> para la región. Es asimismo top 5 mundial en actividad de aceleración. Y, desde luego, el programa Start Up Chile hizo su contribución al posicionar a Chile como un lugar privilegiado de fomento al emprendimiento a ojos del mundo.

De este modo, a diferencia de lo que era el diagnóstico de solo un par de décadas atrás, el entusiasmo por emprender se ha extendido a lugares donde era muy ajeno. Es el caso, por ejemplo, entre los que siguen carreras universitarias.

A ello también ha contribuido la incorporación de laboratorios o cursos de emprendimiento en prácticamente todas las universidades del país, así como la proliferación de espacios compartidos de trabajo (*cowork*) a lo largo de Chile.

Estas ganas se extienden también a actividades que van más allá de los negocios, con el propósito de lograr impacto social. Muestra de ello son los miles de participantes que tiene cada año el Festival Internacional de Innovación Social (FIIS).

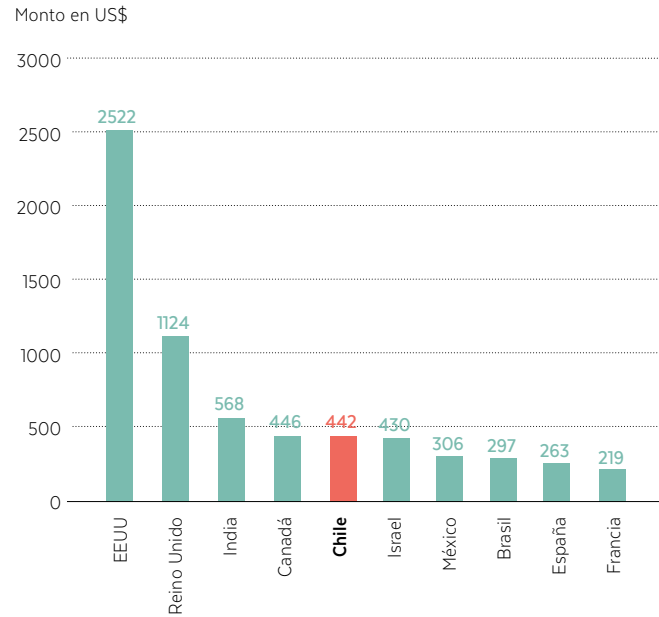
En definitiva, es innegable que en Chile se ha generado un entorno que busca promover a los emprendedores dinámicos.

### Internet a granel en el almacén de la esquina

Los innovadores sociales de Algramo –distribuidores a granel en almacenes de barrio y ganadores del premio The Venture 2015 de ChivasVenture– crearon la empresa Alcom que entrega Internet por medio de los mismos establecimientos de “zonas rojas”, esto es, los áreas urbanas donde no llegan las distribuidoras de telecomunicaciones. Los almacenes reciben la señal inalámbrica con un sistema “punto a punto” emitida a través de antenas instaladas en zonas seguras aledañas, ubicadas aproximadamente a un kilómetro de distancia.

1. Global Accelerator Report 2015.
2. Capítulo chileno del Global Entrepreneurship Monitor.
3. Latinamerican Equity and Venture Capital Association.

### TOP 10 EN ACELERACIÓN DE EMPRENDIMIENTOS DE START UP<sup>1</sup>



### Entre 2008 y 2015

Chile ha liderado el ambiente de negocios para capital de riesgo en América Latina (Informes LAVCA Scorecard 2016).

El entusiasmo por el emprendimiento se ha propagado en la sociedad chilena, incluso en áreas donde era muy ajeno.



### SURGEN NUEVAS FORMAS DE EMPRENDIMIENTO SOCIAL<sup>2</sup>

#### 2015

Universidad Adolfo Ibañez abre el Centro de Filantropía e Inversiones Sociales, primero de su tipo en el país.

#### 2017

cantidad de emprendedores sociales en Chile el año 2015, con una edad promedio de 40 años.

#### 2010

se crea el primer Fondo de Inversión Social (FIS), administrado por Ameris Capital.

#### US \$10 MM

se han colocado en el mercado de inversión de impacto entre 2002 y 2016.

*“Emprendimiento e innovación ya son ramos obligatorios en más de cien programas de estudios.”*

El Mercurio, 20 de Junio 2016.

### El desafío de mover la aguja con emprendimiento innovador

Hasta ahora los frutos de los emprendedores en materia de crecimiento y transformación productiva no son sustanciales. Más allá de unos pocos casos, el impacto en la economía es aún escaso.

A pesar de los logros en materia de formación de un ecosistema propicio al emprendimiento dinámico, lo cierto es que hasta ahora los frutos que se han obtenido en materia de crecimiento y transformación productiva no son sustanciales. Más allá de unos pocos casos de empresas que han alcanzado presencia global o que están en vías de lograrlo, el impacto en nuestra economía ha sido escaso.

Diferentes factores parecen conspirar para explicar este débil impacto. En primer lugar -como documenta un reciente estudio encomendado por el CNID<sup>5</sup>- solo recientemente los Fondos de Capital de Riesgo que han sido apoyados por el Estado han comenzado a invertir en empresas propiamente tecnológicas. En efecto, recién a partir de 2010 las carteras de inversión registran una presencia cercana al 40% de este tipo de emprendimientos.

Por otra parte, entre los emprendedores existe la percepción de

que estos fondos negocian su participación en forma desmedida en relación al valor que realmente agregan. Al mismo tiempo quienes manejan los fondos se quejan de falta de comprensión de parte de los emprendedores. El resultado es que pocas negociaciones prosperan.

En tercer lugar, parecen faltar condiciones para poder escalar los negocios a nivel global desde Chile. Para lograrlo, las empresas buscan instalarse directamente en Estados Unidos y obtener apoyo de fondos americanos, lo que disminuye el impacto local. En fin, hay quienes también argumentan sobre la importancia de dar tiempo para los aprendizajes y maduración del ecosistema y de los distintos actores.

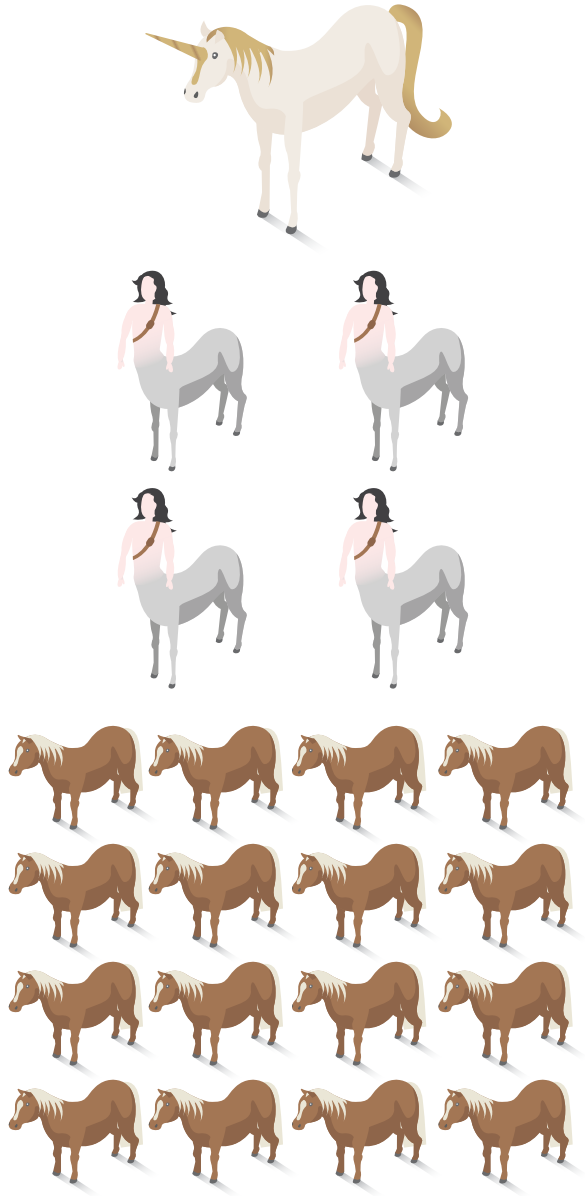
Con todo, es un signo alentador que exista una mayor presencia de empresas tecnológicas en la cartera de los fondos.

De cualquier modo, la experiencia internacional muestra que -salvo en muy pocos lugares y en circunstancias especiales- esta no es una ruta de alto impacto. En general, el capital de riesgo representa una cifra baja como porcentaje del PIB y donde más ha prosperado es en zonas con una vibrante capacidad de innovación tecnológica, como son los casos de Silicon Valley, Israel o Boston.

Esto de ninguna manera quiere decir que no haya que promover este línea de actividad, pero nos alerta respecto de evitar formarse expectativas excesivas de su rol en un proceso de cambio estructural.

- 1. <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=216452>  
Publicado el 4 de enero de 2016.
- 2. Informe Impacto Start Up Chile 2016.
- 3. Echecopar, G. (2017). Estimación del Impacto de la Política Pública de Apoyo al Capital de Riesgo. CNID Colección Estudios. Santiago, Chile.
- 4. Corfo UDD, 2016.
- 5. Echecopar, G. (2017). Estimación del Impacto de la Política Pública de Apoyo al Capital de Riesgo. CNID Colección Estudios. Santiago, Chile.

### VALORIZACIÓN DE LAS START-UP CHILENAS MÁS EXITOSAS<sup>1</sup>



En Chile se calcula que existe un ecosistema de más de 1.000 startups y, según estimaciones de la Corfo, solo una de estas compañías está en la categoría Unicornio: Crystal Lagoons.

### EL PROGRAMA START-UP CHILE EN CIFRAS<sup>2</sup>



### INDUSTRIA DE CAPITAL DE RIESGO 1998 - 2015

Solo en los últimos años la industria de capital de riesgo se ha orientado hacia inversiones tecnológicas: a partir de 2010 estas comienzan a significar cerca de un 40% de sus inversiones anuales.<sup>3</sup>

**US\$ 531 millones**

**US\$ 394** CORFO  
**US\$ 137** Privados

**33** Administradoras operando

**46** Fondos creados

**234** Empresas apoyadas

### ¿POR QUÉ ES POCO EFECTIVA NUESTRA INDUSTRIA DE CAPITAL DE RIESGO?

- 1** No hay disposición a ceder control para escalar a nivel global.
- 2** El mercado es pequeño.
- 3** Falta especialización.
- 4** Hay pocas opciones de inversión de salida.

**\$18mill**

es el promedio anual de ingresos de los innovadores sociales que los declaran (57%).<sup>4</sup>



## La potencialidad disruptiva en I+D+i de la inversión extranjera directa



Atraer un mayor número de firmas extranjeras que realicen actividades de I+D, es una ruta que debemos explorar en Chile.

Las transnacionales son responsables de la mayor parte de la I+D que realiza el sector privado en el mundo. En 2010, en EE.UU. estas explicaban un 71% de toda la I+D empresarial. Las mayoritariamente extranjeras, alcanzaban un 14%. Nada menos que el 85% de la I+D de dicho país era realizada por empresas de este tipo<sup>6</sup>.

Mucha de la actividad de I+D de estas compañías se efectúa fuera de su país de origen. Por ejemplo, el 14% de la I+D privada de Estados Unidos es hecha por compañías extranjeras. De las principales mil transnacionales que ejecutan I+D, un 91% de ellas lo hicieron fuera de sus países de origen, gastando en promedio un 55% de su presupuesto en el extranjero<sup>7</sup>.

Esta tendencia viene de antiguo, particularmente con la presencia de instalaciones de compañías estadounidenses en Europa. Pero en las últimas décadas se ha extendido con fuerza. De hecho, en países como Bélgica, Israel o Irlanda, prácticamente la mitad de la inversión en I+D es realizada por las sedes de transnacionales.

Chile ha sido un receptor muy importante de inversión extranjera directa (IED). Entre 2008 y 2014, esta representó un 7,8% del PIB nominal, un porcentaje muy superior al exhibido en el mundo y en América Latina (2,0% y 2,8%, respectivamente). En la competencia por atraer IED, Chile está entre los top 20. Sin duda, nuestra economía se ha beneficiado de este proceso, incluyendo casos de transferencia tecnológica y de innovación que permitieron transformar radicalmente un sector como el de los vinos, gracias a la influencia de la Viña Miguel Torres, por ejemplo.

Pero podemos beneficiarnos mucho más de la IED si logramos atraer un mayor número de firmas extranjeras que realicen actividades de I+D en Chile.

Reforzar la formación de ingenieros y técnicos es desde luego una condición esencial, pero también se requieren campañas focalizadas, acompañadas de programas que permitan conectar firmas extranjeras con capacidades locales. En el pasado, desde Corfo, se implementó un muy bien evaluado programa con este perfil, lamentablemente descontinuado al traspasarse al entonces Comité de Inversiones Extranjeras. La reciente formación de la agencia especializada en Invest Chile -sucesora del Comité- está llamada a retomar esa ruta.

- Porter & Stern "Innovation: Location Matters" MIT Sloan Management Review 2001.
- Elaboración propia, con información institucional de cada compañía.
- Banco Central.
- MSTI OCDE (2015) y OCDE (2014).
- Marcelo Pino, Gerente de Asuntos Corporativos Huawei Chile en <http://www.biobiochile.cl/noticias/ciencia-y-tecnologia/ciencia/2016/11/23/huawei-instalara-su-centro-regional-de-innovacion-en-chile-para-la-industria-de-las-tic.shtml>
- Ver estudio del National Center for Science and Engineering Statistics <https://phys.org/news/2016-02-multinational-companies-majority-business.html> Consultado en diciembre de 2016.
- Banco Mundial, 2010.

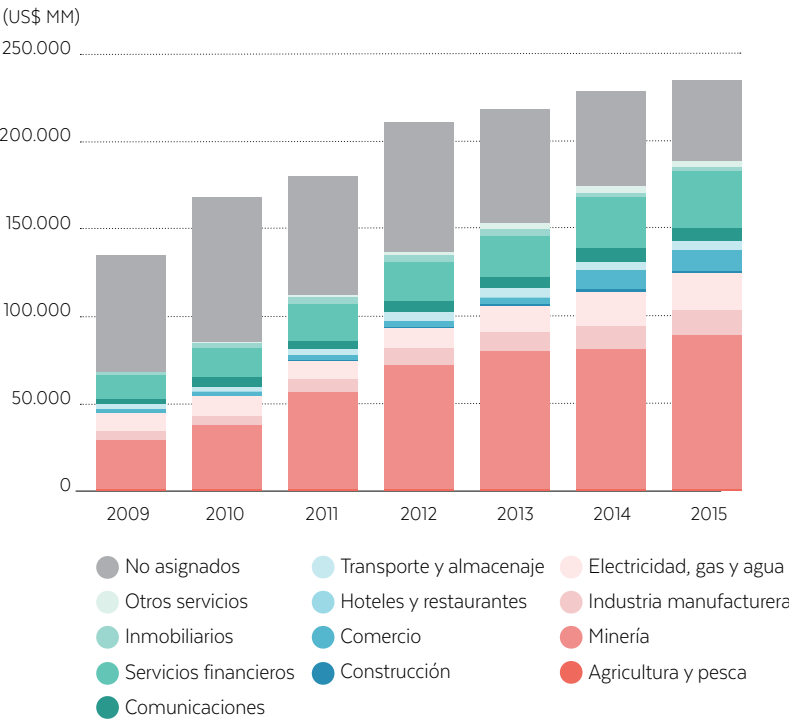
Las empresas extranjeras que hacen I+D fuera de sus países de origen, podrían dar un impulso a nuestras capacidades innovativas.

A mayor capacidad innovativa, mayor probabilidad de que las multinacionales inviertan in situ<sup>1</sup>.

### EJEMPLOS DE CENTROS I+D DE COMPAÑÍAS MULTINACIONALES<sup>2</sup>

● Roche ● Motorola ● Samsung ● Toyota ● Microsoft

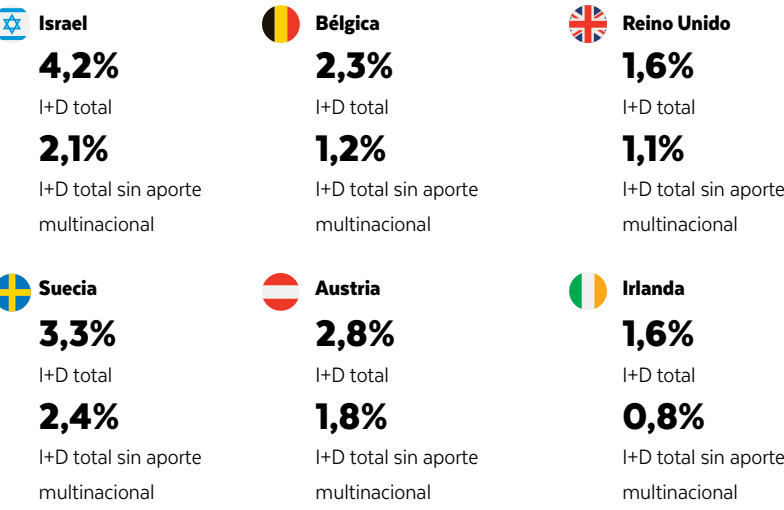
### STOCK DE INVERSIÓN DIRECTA POR SECTOR ECONÓMICO<sup>3</sup>



Huawei instalará en Chile su Centro Regional de Innovación

Chile ofrece las mejores condiciones en la región para desarrollar estas iniciativas y merece ser un referente en Latinoamérica.<sup>5</sup>

### PORCENTAJE DE I+D POR PAÍS, EXPLICADO POR MULTINACIONALES (% PIB)<sup>4</sup>







## El Estado puede ser mucho más activo en aprovechar y fomentar I+D+i



La CTI permite al Estado abordar retos que son propios de su quehacer, mejorar su eficiencia, incrementar su capacidad de comprensión e incluso recrear su relación con la sociedad.

Tradicionalmente hemos tendido a concentrar nuestra mirada en el rol que juega el Estado en apoyar la CTI a través del traspaso de recursos a otros actores, tales como universidades, empresas o centros de investigación. Sin embargo, el Estado puede impulsar el desarrollo de la CTI a través de la forma en que él mismo se organiza para abordar sus tareas. Quizás el caso más reconocido de una innovación radical impulsada en la propia operación del sector público fue la plataforma digital para las declaraciones de renta ante el SII. Se trata de un ejemplo notable por el impacto logrado, pero también por su excepcionalidad. En general, el Estado chileno no aprovecha cabalmente las posibilidades que ofrece la CTI.

Esta puede contribuir de diversas maneras a la labor del Estado: en el abordaje de grandes retos propios de su quehacer; mejorando la eficiencia de su desempeño; contribuyendo a incrementar su capacidad de comprender y anticipar fenómenos emergentes; e incluso ayudando a recrear su relación con la sociedad.

¿Cómo? En primer lugar, aprovechando la creatividad de otros. En efecto, el Estado puede expandir y mejorar su desempeño al capturar lo que la propia sociedad va generando, tanto en materia de tecnología o productos innovadores, como de lo que emerge desde la innovación social. En segundo lugar, el Estado puede ejercer un rol protagónico en la propia generación de I+D+i. Puede aprovechar las capacidades de sus propios funcionarios, abriendo concursos como el actual “Funciona!”, así como promoviendo una gestión transversal que favorezca la innovación al interior del sector público. Una verdadera transformación de este último requiere obviamente de profesionales comprometidos y motivados, pero no puede desconocer la necesidad de transformaciones más estructurales en la organización y lógicas del Estado, para que efectivamente se pueda responder a la creciente complejidad de los retos públicos.

Finalmente, puede aprovechar los resultados de la CTI que él mismo ayuda a financiar. Hoy existe un interés creciente de parte de la comunidad de investigadores de contribuir al desarrollo nacional. Apoyar en el perfeccionamiento del diseño e implementación de políticas e iniciativas públicas es una forma natural para muchos de ellos. Para que el Estado pueda efectivamente aprovechar ese potencial, se requieren capacidades de contraparte, que puedan dedicar tiempo a esa labor y tengan poder para influir en las decisiones.

INSTITUTO NACIONAL DE PROPIEDAD INDUSTRIAL<sup>1</sup>

**Primer organismo del Estado en poner en marcha el teletrabajo**



- Las labores se cumplen fuera de las dependencias de Inapi
- No hay control horario
- Solo un día semanal presencial en la institución
- Compromiso de aumento de producción

CONCURSO FUNCIONA!<sup>2</sup>

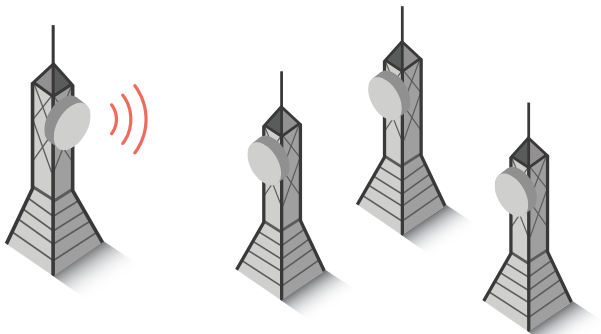
**Reconocimiento a la innovación**



Reconocimiento que entrega el Servicio Civil a los funcionarios públicos que promueven la innovación para mejorar la gestión y generar procesos más eficaces y eficientes dentro de sus instituciones.

INTERNET PÚBLICA POR MICROONDAS

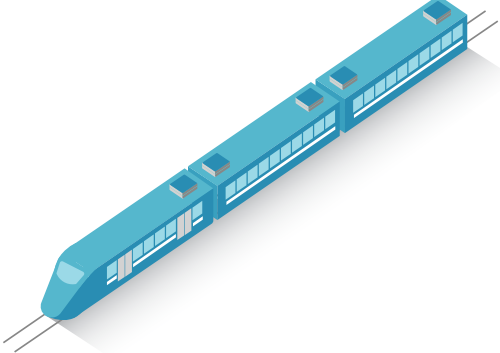
**Red de Radio Frecuencia en la Región de Los Ríos**



Uno de los ganadores del concurso Innova Salud 2016 que permite mantener la conectividad de establecimientos de salud en zonas de difícil acceso.

METRO<sup>4</sup>

**Abastecerá el 42% de su red con energía solar a partir de 2017**

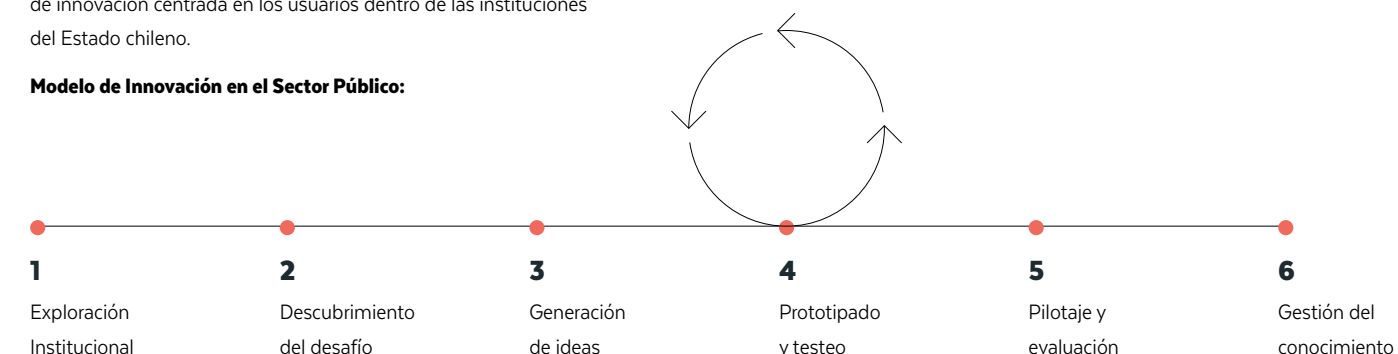


LABORATORIO DE GOBIERNO<sup>5</sup>

**¿Cómo gestionar la innovación en los servicios públicos?**

El Laboratorio de Gobierno desarrolla, facilita y promueve procesos de innovación centrada en los usuarios dentro de las instituciones del Estado chileno.

**Modelo de Innovación en el Sector Público:**



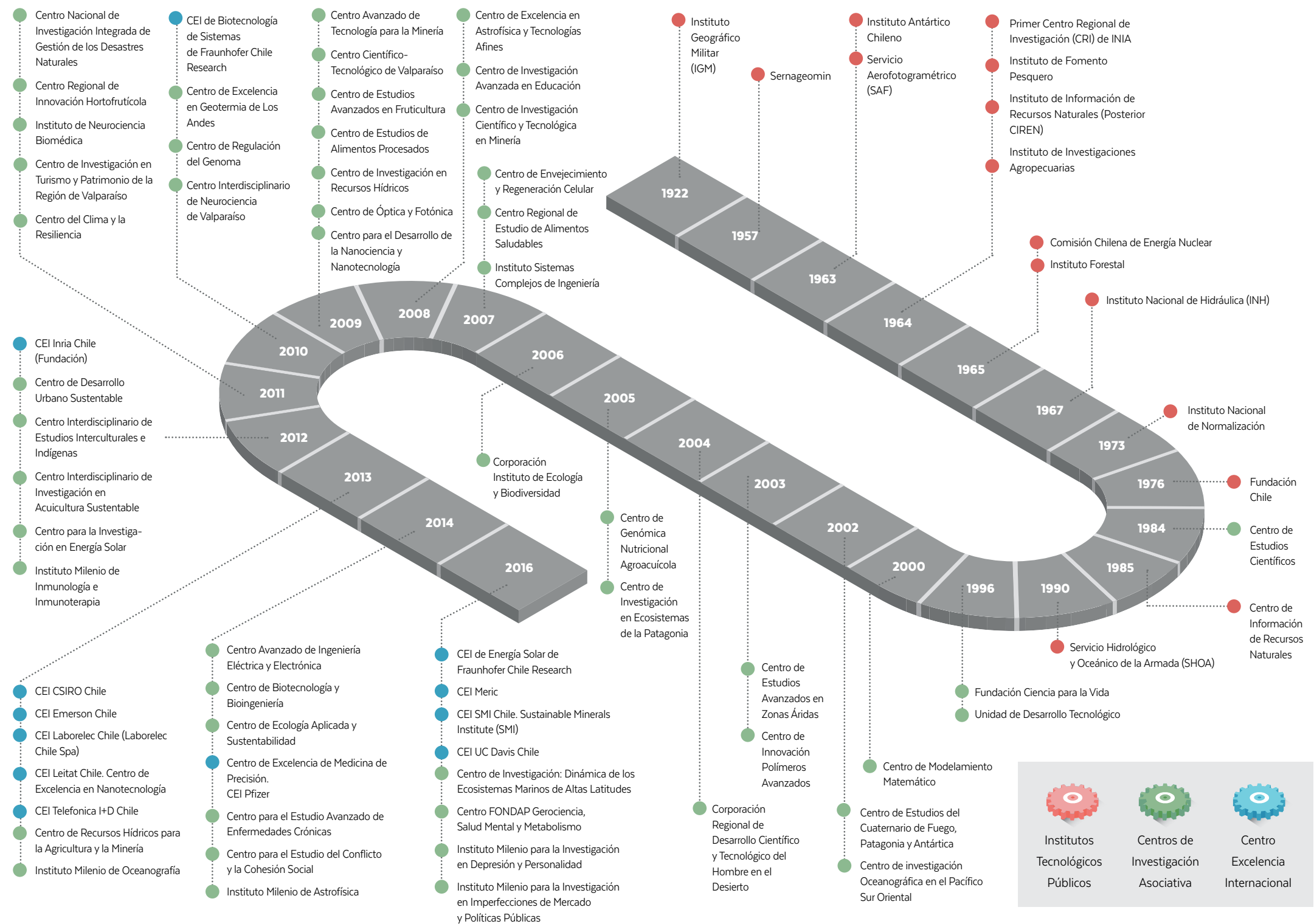
El Estado también puede ser un actor de la ciencia, tecnología e innovación.

Emergen instituciones que conectan la investigación científica y tecnológica con temas de interés público

Uno de los aprendizajes del funcionamiento de los sistemas nacionales de innovación es que la articulación entre la oferta de capacidades (universidades, investigadores, empresas tecnológicas) y las necesidades u oportunidades de innovación (que surgen de las empresas, del Estado, o de la sociedad), no se produce de manera directa ni espontánea. Unos y otros no necesariamente se conocen ni tienen espacios naturales de encuentro. No solo suelen diferir en sus intereses y motivaciones, sino también -en muchas ocasiones- no comparten lenguajes y códigos. De ahí que los sistemas de innovación de mejor desempeño se encuentran poblados de actores que se especializan en cubrir estas brechas, identificando y traduciendo oportunidades y desafíos para las partes. En Chile disponemos de pocos de esos conectores. Algunos de los que formamos en los '60 (institutos tecnológicos) nunca lograron recuperarse de la desatención de que fueron objeto en los años '70 y '80.

Muchas políticas de CTI en el mundo han recogido el desafío de promover la colaboración entre los diferentes actores<sup>1</sup> de forma de generar un impacto significativo para el desarrollo sostenible e inclusivo.

1. Nature Index Collaborations, 2015. Opening Borders and Barriers. Nature 527, S80–S82 publicado en línea el 11 de noviembre de 2015. doi:10.1038/527S80a.





**Servet Martínez Aguilera, consejero CNID**

Es Ingeniero Matemático de la Universidad de Chile y Doctor en Matemáticas de la Universidad Pierre-et-Marie Curie, Francia. Actualmente es investigador del Centro de Modelamiento Matemático. En 1993 recibió el Premio Nacional de Ciencias Exactas. Fue Presidente de la Academia de Ciencias (2004-2009) y hasta 2012 fue el Presidente de la Unión Matemática de Latinoamérica y el Caribe (UMALCA).



## Colaboración en ciencia

Por Servet Martínez Aguilera



Tres décadas de desarrollo de la ciencia en Chile motivan a entender más profundamente la relación ciencia y sociedad: los círculos virtuosos entre creación de ideas y desarrollo socio-económico son los que dan nombre a las sucesivas épocas desde el renacimiento, y son los que están construyendo algunos centros científicos nacionales.

El país acumula problemas de gran impacto social, ejemplos de ellos son los desastres naturales-sociales y la calidad de la educación. Ellos desafían nuestras capacidades de investigación pues el conjunto de la ciencia nacional corresponde al de una buena universidad de investigación de EE.UU. de tamaño medio. Ello transforma en épica las actividades científicas que potencian nuestro desarrollo y hacen imperativa una estrecha colaboración científica que sea real y de excelencia.

La ciencia -como toda actividad- es marcada por el factor humano, en este caso la reflexión científica, lo que ella inspira y cómo los científicos se asocian y comparten. La colaboración entre grupos de investigación de distintas instituciones (como en el laboratorio en computación de alto rendimiento) es el paso necesario para tener equipos confiables con amplio alcance, para que el país pueda enfrentar con la fuerza apropiada algunos problemas significativos.

La ciencia es intensiva en capital: los presupuestos de las grandes universidades del mundo son apenas una dimensión menor que el PIB nacional. Ello implica que el crecimiento científico sostenido requiere de una fuerte inserción internacional y, si bien los problemas a nivel país que podemos enfrentar son pocos, estos no tienen éxito asegurado.

En el largo plazo las disciplinas científicas evolucionan. Hay grupos que desaparecen y otros que emergen. En gran parte se debe a cambios mundiales, a algunas de las ideas y caminos que algo abren o resuelven, y a las inversiones que hagan gobiernos, universidades y empresas de países líderes.

De esta forma, una política de largo plazo del país supone que los investigadores y los centros científicos estén atentos a los cambios progresivos y de tendencia. Una excelente formación cultural y en ciencias fundamentales es la que mejor permite detectar y enfrentar los cambios.

Asimismo, nuestras verdaderas ventajas comparativas son el capital cultural y científico, la capacidad de colaboración, nuestras redes nacionales e internacionales, la inserción de la ciencia en la sociedad y la cultura ciudadana: ellas permiten aprovechar sostenidamente las oportunidades que aparezcan o sepamos hacer aparecer.



## El creciente interés por conectarse es terreno fértil para dar el salto que necesitamos



Las ciencias y las tecnologías pueden ayudarnos a mejorar la calidad de nuestra deliberación sobre el futuro que queremos construir juntos.

Los rendimientos decrecientes de los recursos naturales, el envejecimiento de la población, las demandas sociales, el calentamiento global, la industria 4.0 son desafíos de tal envergadura que nos demandan nuevas estrategias de desarrollo basadas en la cooperación, el conocimiento y el diálogo.

Para el mundo de la ciencia esto significa abrirse a un mayor grado de conexión con las necesidades de la sociedad. Sin embargo, debemos hacernos cargo que la situación es más compleja que -por ejemplo- pedir menos publicaciones y más patentes.

Una posibilidad de marcar la diferencia es ampliar el espacio de investigación orientada por propósito (o misión), donde tanto la ciencia básica como la aplicada son igualmente necesarias, y la colaboración con otros actores se hace posible y necesaria.

Desde el mundo empresarial también se requiere mayor disposición a trabajar en acuerdo con otros. Por eso es alentador ver espacios como el Club de la Innovación, que congrega un número creciente de socios. Los consorcios tecnológicos muestran que es posible ir adecuando expectativas

de los actores para generar una fructífera colaboración entre la ciencia y la empresa, que se puede sostener durante largos periodos de tiempo.

Asimismo, en el marco de Ingeniería 2030, se experimentan modalidades novedosas y promisorias de vinculación, como por ejemplo las pasantías de investigadores en empresas que lleva adelante la Universidad de la Frontera o el Hub Maule Costa de la Universidad de Talca. En esta dirección también apunta el impulso que Corfo ha dado a la creación de nuevos centros de transferencia tecnológica.

Y es preciso ir más allá. El acuerdo impulsado por el CNID en pos de una minería virtuosa, inclusiva y sostenible, extendió el diálogo y la colaboración a sindicatos, pueblos originarios, autoridades locales, amén de investigadores, empresarios y políticos. En este proceso, el concurso de quienes aportan la visión de las ciencias sociales y las humanidades es fundamental.

“Las ciencias tienen un rol insustituible en la reflexión sobre nuestros proyectos y posibilidades de futuro. Son ellas las que nos muestran el Universo del que somos parte y las oportunidades que se nos presentan. Son ellas las que nos ayudan a anticipar nuevos desafíos y a innovar en la forma en que los enfrentamos. Son ellas, finalmente, las que nos recuerdan, con el desinterés y la pasión con que buscan la verdad, lo que somos y el sentido humano de todo lo que hacemos”<sup>41</sup>

Fuente Lámina: Elaboración propia.

1. Extracto del discurso de la Presidenta Michelle Bachelet, en la inauguración de la Comisión Presidencial Ciencia para el Desarrollo. Enero, 2015.

### SE MULTIPLICAN ESPACIOS DE ENCUENTRO ENTRE LA SOCIEDAD Y EL MUNDO DE LA INVESTIGACIÓN

#### Hub Maule Costa

Universidad de Talca y empresas de la región formando profesionales en gestión estratégica para innovación territorial, con un plan de fortalecimiento de capacidades locales.

#### Nodo I+T

Programas de apoyo de la Universidad de la Frontera para el cierre de brechas investigadores-empresas, investigación multidisciplinaria y emprendimiento tecnológico.

#### Centros de investigación asociativa

Más de cincuenta centros de investigación asociativa e interdisciplinar.

#### Ingeniería 2030

10 escuelas de ingeniería reforzando sus vínculos con sectores productivos, con el apoyo de Corfo.

#### Centros Regionales

13 centros de investigación que abordan necesidades locales en conjunto con Gobiernos Regionales, con el apoyo de Conicyt.

#### Redes de Centros de Investigación

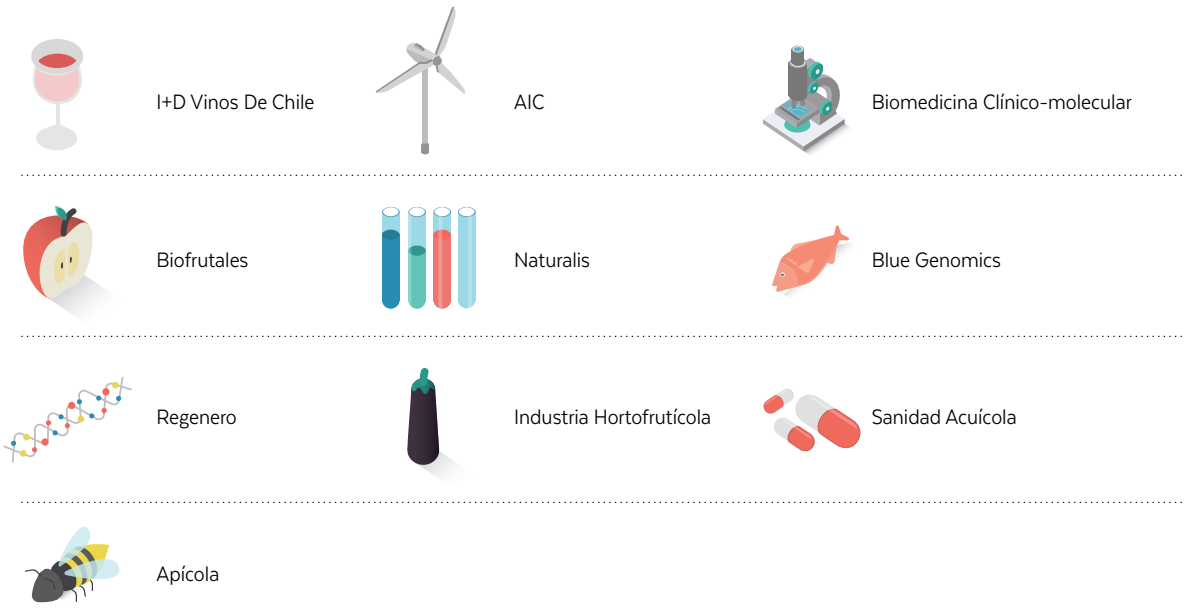
Red de 25 centros que abordan temas de Recursos Hídricos (RedH2O) y Red de 9 Centros en Biomedicina.



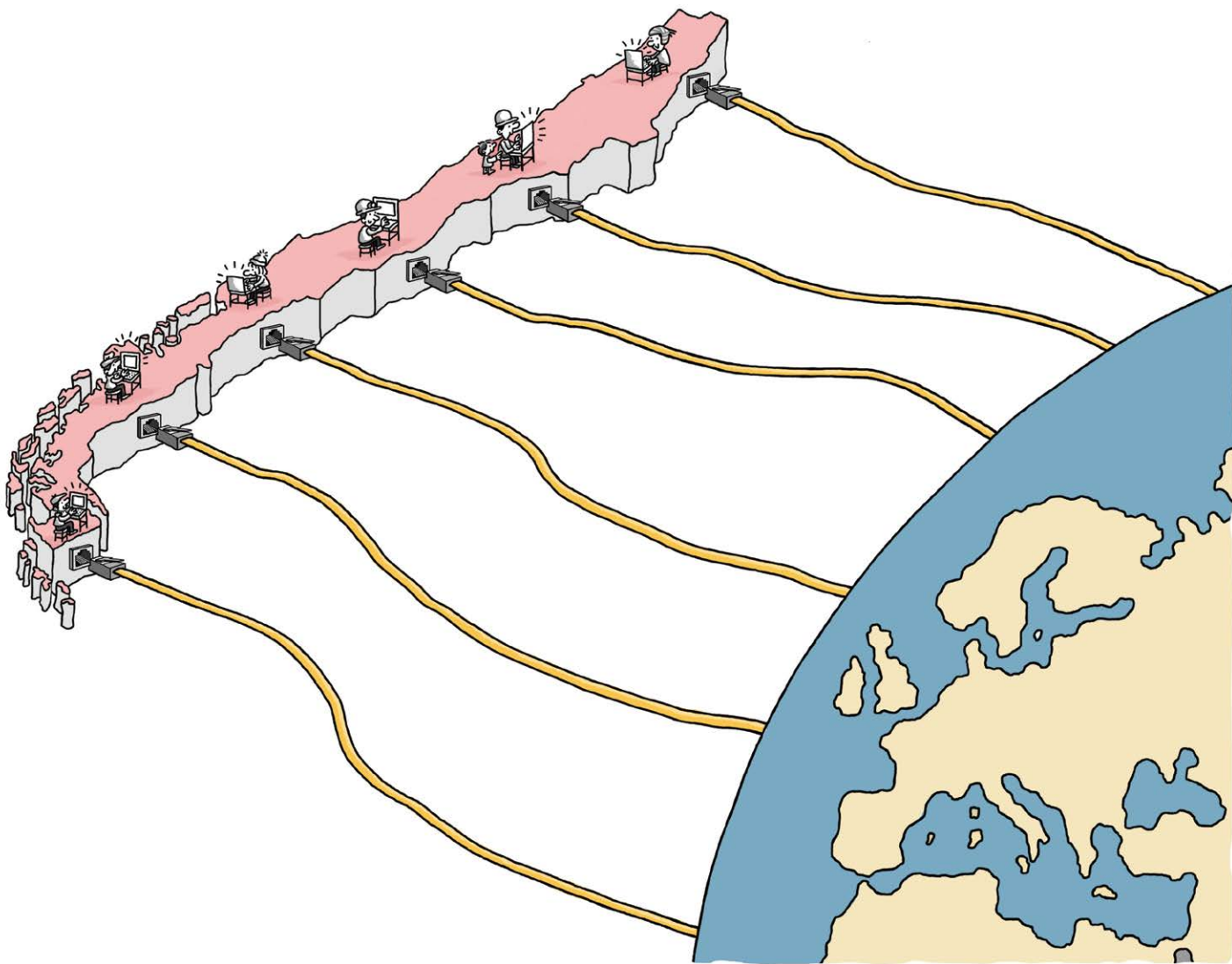
### Un proceso inédito: ESFUERZOS DE COORDINACIÓN EN LA INDUSTRIA MINERA



### CONSORCIOS TECNOLÓGICO-EMPRESARIALES ACTIVOS







1. Comisión Agentes Emergentes para la Innovación (2016). “Soñando futuro. Una generación comprometida con el desarrollo”. CNID, Santiago, 2016. Página 5.

## Visión a 2030 de los Agentes Emergentes para la Innovación<sup>1</sup>

“Chile en 2030 es un país que se cree el cuento, en que lo público es realmente público, en que hemos vuelto a creer en las personas y donde el ser humano no es un medio para conseguir otros objetivos, sino que está al centro de nuestras preocupaciones.

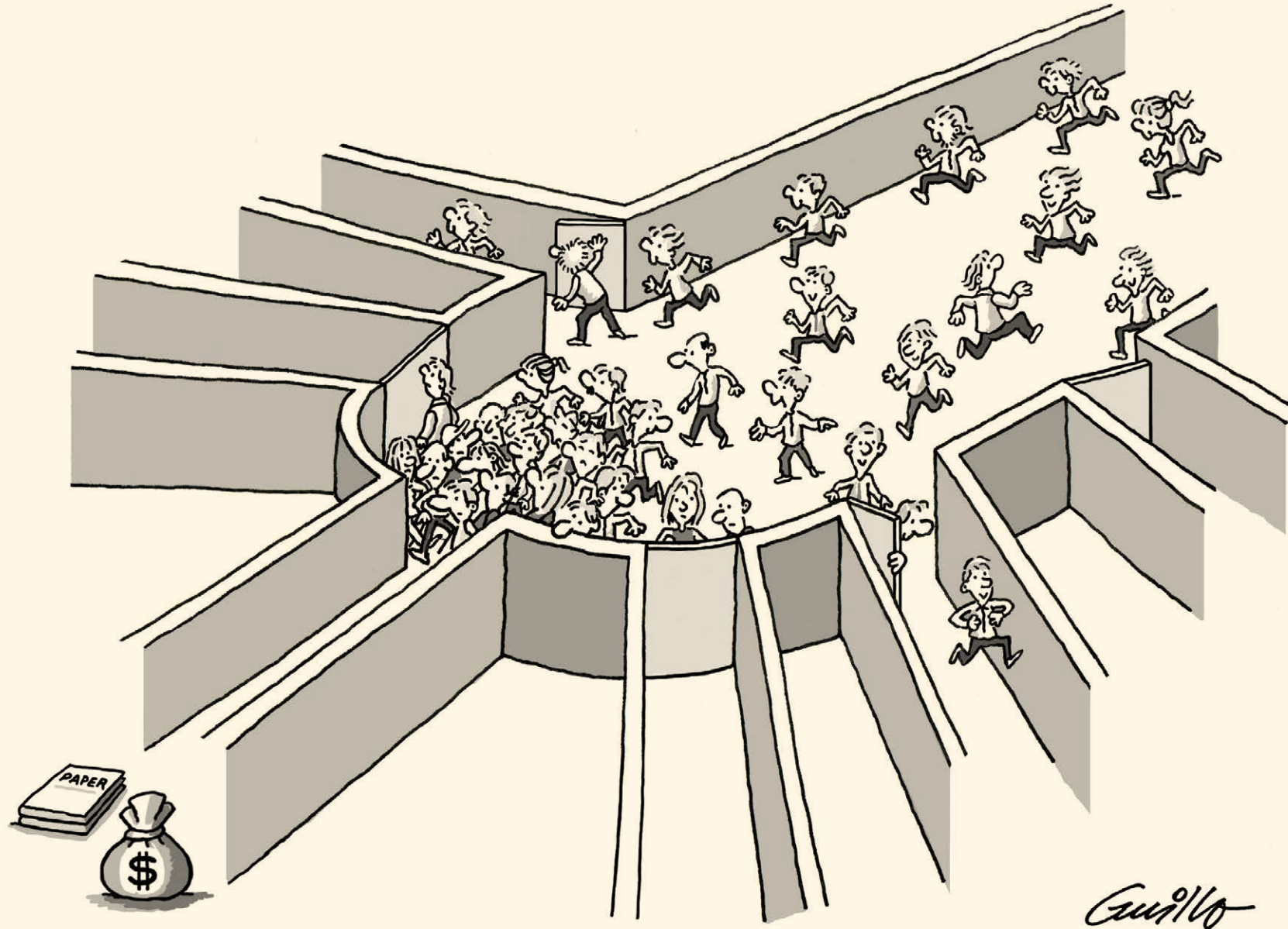
Es un país donde la educación está pensada para el siglo XXI, en que se fomenta la creatividad, el pensamiento crítico y el crecimiento integral de sus habitantes. En que los estudiantes están familiarizados con la tecnología.

Chile en 2030 es un país que integra la diferencia, un país que no está dividido según la formación profesional o el lugar en que se vive, un país equitativo en que todos tenemos las mismas oportunidades como punto de partida, un país donde valoramos la diferencia entre las personas y la entendemos como una enorme energía catalizadora para desarrollar nuestro potencial humano creativo y social.

Nuestro país es un país donde cambió la lógica, en que las decisiones individuales pasan a segundo plano y, en cambio, las decisiones deliberativas y tomadas en conjunto toman el primer lugar. Un país en que contamos con espacios colaborativos y democráticos para la toma de decisiones.

En 2030, somos un país sustentable, en que tomamos en consideración al ecosistema en nuestro proceso productivo y en que en lugar de usarlo como medio para nuestra producción económica, nos sentimos parte de él.

Finalmente, en el Chile de 2030, estamos realmente insertos en el mundo, más que insertos, estamos aportando de manera sustantiva en la sociedad y la economía globalizada del siglo XXI. Nuestros investigadores están haciendo contribuciones de clase mundial, nuestros innovadores y emprendedores son el orgullo de América Latina, y Chile es reconocido como un país de punta en el desarrollo... pero en el desarrollo integral, sostenible, inclusivo y a escala humana.”



CAPÍTULO 4

Nuestra política pública en materia de ciencias, tecnologías e innovación

Presentación

La invitación es a mirar nuestra historia, reconociendo las debilidades y creencias que nos han limitado y, al mismo tiempo, identificar y relevar experiencias que nos muestren que podemos transitar y ampliar caminos más promisorios.

Las ciencias, las tecnologías y la innovación no han sido, hasta ahora, una verdadera preocupación de la política pública en Chile. Más allá de momentos en que se inyectó una buena dosis de nuevos recursos, lo cierto es que la inversión en esta área ha seguido el crecimiento del PIB. Incluso se ha estancado en el último período.

En estos años y más allá de los esfuerzos de muchos - incluido el propio Consejo- salvo algunas honrosas excepciones, no hemos logrado concordar y sostener una política de Estado a nivel nacional ni regional, orientada por propósitos que superen las diferencias –a menudo mas ideológicas que reales- que nos dividen entre gobiernos de distinto signo, así como entre científicos y economistas.

La acción pública en materia de ciencias, tecnologías e innovación clama por una visión sistémica e integral que involucre al conjunto del Estado. Hasta ahora ella se ha construido, casi exclusivamente, sobre los hombros de Corfo y Conicyt. El buen desempeño de estas dos agencias nos ha aportado logros importantes, pero hoy necesitamos con más urgencia que antes, entender que el aporte de la CTI es una responsabilidad de todo el sector público.

Tenemos la posibilidad de aprovechar desde la política pública múltiples herramientas para promover la CTI, que hoy son usadas en los países de la OCDE y que van más allá

de la transferencia de recursos, incluyendo el uso de normas y regulaciones, las compras públicas y la modernización continua del Estado, entre otras.

Hoy también estamos en condiciones de abordar el impulso de la CTI, superando creencias acendradas que se han basado en comparaciones extemporáneas con los países de la OCDE. La realidad de dichos países, cuando tenían el mismo nivel de ingreso per cápita que tiene Chile hoy, nos muestra que el sector público seguía siendo el principal contribuyente al gasto en I+D. Asimismo, las ciencias eran una prioridad, contrario a lo que ocurre al mirar la realidad actual de esas economías y sociedades que han logrado un alto nivel de sofisticación.

Revisar las certezas que nos han guiado en el debate sobre el sentido y el rol de la política pública en CTI, es un imperativo para poder avanzar con mayor claridad y posibilidades de éxito.

Hoy, en múltiples iniciativas y espacios de conversación, se comienzan a perfilar acuerdos cada vez más transversales que hacen ver con optimismo la posibilidad de pasar a una nueva etapa en la acción pública en materia de CTI.

La invitación es a mirar nuestra historia, reconociendo las debilidades y creencias que nos han limitado y, al mismo tiempo, identificar y relevar experiencias que nos muestran que podemos transitar y ampliar caminos más promisorios.

I. LA POLÍTICA DE CTI EN ESTOS AÑOS: MÁS DISCURSO QUE PRÁCTICA

No hemos logrado sostener un esfuerzo público decidido en materia de ciencias, tecnologías e innovación

Salvo excepciones, nuestro esfuerzo público no ha superado la natural expansión del producto y del gasto fiscal de estos años. La falta de propósitos claros en torno a los cuales aunar y coordinar los esfuerzos de política, también ha sido parte de esta historia.

Desde inicios del nuevo siglo, el fomento de la CTI se fue incorporando a la preocupación de la política pública, particularmente en el contexto de su contribución al desarrollo económico del país. Expresión de ello ha sido el considerable aumento que tuvo el gasto público en su apoyo, con momentos de inflexión muy marcados: el incremento generado a partir de 2005 cuando se aprobó el “royalty” a la minería del cobre y se creó el Fondo de Innovación y Competitividad (FIC); la puesta en marcha del programa Becas Chile en 2008 en Conicyt; y la creación, a través de Corfo, de la línea de crédito tributario a la innovación iniciada en la primera administración de la Presidenta Bachelet y ampliada por el Presidente Piñera.

Con todo, salvo esos eventos puntuales, nuestro esfuerzo público no ha superado la natural expansión del producto y del gasto fiscal de estos años, que incluso se ha estancado en el último tiempo.

La idea de vincular a través de una ley la recaudación por el “royalty” al gasto en CTI, no logró prosperar en el Congreso, sobre todo porque no pudimos ponernos de acuerdo en cómo distribuir estos recursos entre las regiones mineras y no mineras del país. Esto significó que, aunque hubo recursos adicionales desde esta fuente que se destinaron al Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC), estos fueron inferiores a lo recaudado por el impuesto y no lograron romper la inercia de un incremento que sigue al PIB.

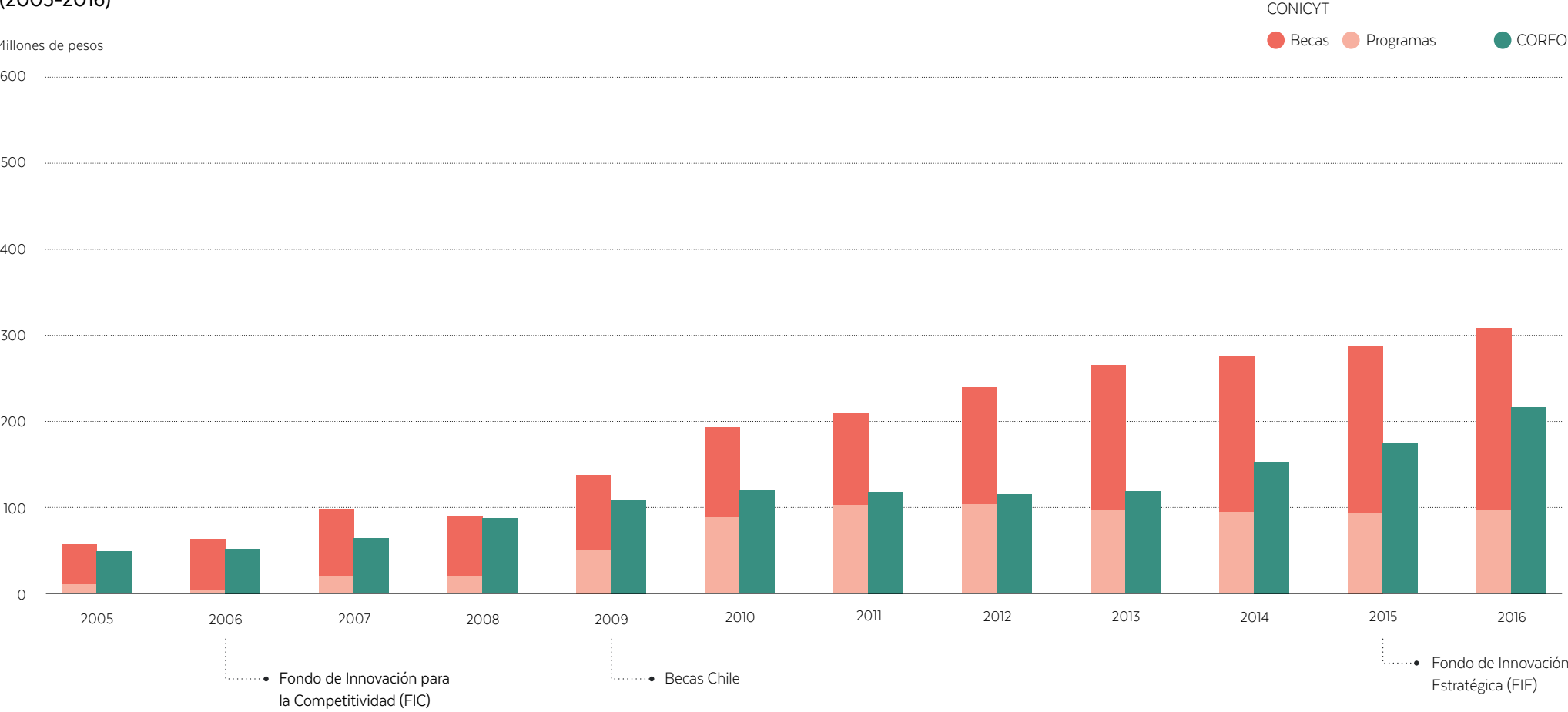
Así, en las divisiones y las urgencias del corto plazo perdimos la oportunidad como país de sembrar para el futuro.

La falta de propósitos claros en torno a los cuales aunar y coordinar los esfuerzos de política, también ha sido parte de esta historia.

El mismo hito de creación del programa Becas Chile, encuentra una de sus motivaciones en aprovechar la coyuntura de la necesidad de gastar excedentes fiscales en el exterior, más que en el marco de implementación de una política integral de desarrollo de postgraduados que considere una mirada conjunta de la formación, atracción e inserción, como lo señalara este mismo Consejo en esos años<sup>3</sup>. Hoy esta acción -que ciertamente nos permite contar con más doctorados- enfrenta al desafío de la inserción de quienes han sido formados en el extranjero, haciendo evidente la urgencia de una mirada comprehensiva en las políticas de CTI.

- 1. Elaboración propia, con datos de la Dirección de Presupuesto.
- 2. Dirección de Presupuesto.
- 3. Orientaciones sobre institucionalidad para el desarrollo del capital humano avanzado. CNIC, 2009.

PRESUPUESTO CONICYT VS CORFO (SIN FOMENTO A LA PYME)<sup>1</sup>  
(2005-2016)



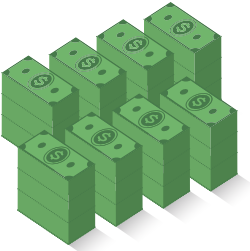
ENTRE 2007 Y 2015

El impuesto específico a la actividad minera recaudó

**\$1.904.141.933**

El Fondo de Innovación para la Competitividad gastó

**\$731.038.329**



TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO DEL GASTO FISCAL EN CTI, CON Y SIN BECAS E I+D+I, 2003 - 2015 (MILES DE MILLONES DE 2014)<sup>2</sup>

**9,6 %**

CTI incluyendo capital humano (Becas)

**7,8 %**

CTI sin capital humano (Becas)

**7,4 %**

I+D+i

<sup>1</sup>Millones de pesos reales 2006=1





Necesitamos una política que nos dé propósito,  
facilite la coordinación y sobre todo sume más manos



En la práctica y más allá de los intentos que cada gobierno ha impulsado, no ha existido una política sostenida para orientar y articular los esfuerzos de apoyo a las ciencias, las tecnologías y la innovación.

El marco institucional que ordena la acción pública en ciencias, tecnologías e innovación se ha estructurado en torno a dos pilares fundamentales: el Ministerio de Educación (bajo cuyo alero se sitúa Conicyt) y el Ministerio de Economía (bajo cuyo alero se sitúa Corfo). El supuesto que abrazamos fue que la coordinación entre el mundo de la investigación científica y el de la innovación y el emprendimiento, así como la incorporación de otros actores públicos clave para la materialización de grandes objetivos de política, se produciría en el Comité Interministerial de Innovación. Este último debiendo alimentar sus decisiones de política en base a las orientaciones que proporciona el CNID (CNIC hasta 2014).

En los hechos, este esquema teórico no ha funcionado. Las principales propuestas planteadas por el CNIC en la estrategia entregada en 2008 fueron parcialmente adoptadas por el gobierno de la época, pero fueron luego descontinuadas al cambiar de signo político la coalición al mando,

pues no contaban con un apoyo político transversal. Como Consejo tampoco hemos mantenido una misma mirada, ni contado con el peso político que requiere influir desde este organismo. El Comité Interministerial de Innovación escasamente se ha reunido en este periodo y, cuando lo ha hecho, ha contado con baja participación de los ministros.

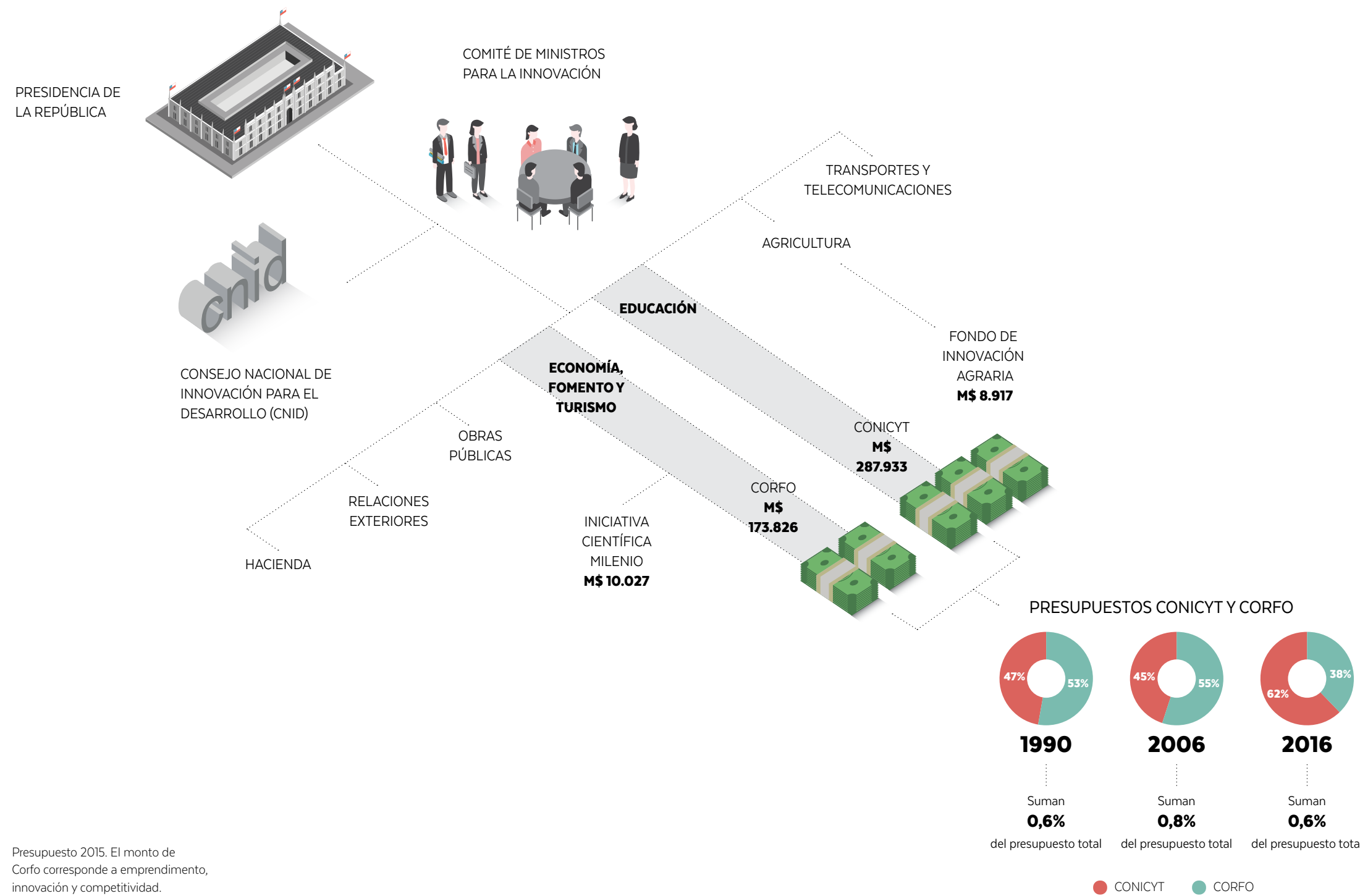
De esta forma, en la práctica y más allá de los intentos que cada gobierno ha impulsado, no ha existido una política sostenida para orientar y articular los esfuerzos de apoyo a las ciencias, las tecnologías y la innovación.

Lo que fundamentalmente ha predominado es la acción de colocación de recursos, a través de diversos instrumentos y programas. La mayoría de estos han sido llevados a cabo por Conicyt y Corfo -con algunos casos muy destacados-, pero con cada una de ellas actuando de manera independiente. La conexión entre ambos mundos ha sido escasa y, adicionalmente, el ámbito del desarrollo tecnológico ha estado por mucho tiempo en tierra de nadie.

Otra consecuencia significativa en esta materia es que, más allá de la fortaleza y prestigio del que gozan ambas agencias, la acción del Estado en el ámbito de la CTI se ha mantenido encapsulada en el espacio de dichas entidades, sin ser asumida -como ocurre desde hace años en la mayor parte de los países de la OCDE- por el conjunto del aparato público.<sup>2</sup>

1. Elaboración propia con información de Dirección de Presupuesto.
2. Ver OCDE (2009). "Work on innovation. A stocktaking of existing work STI." Documento de trabajo Science and Technology Policy.

SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN CHILENO:  
UN MODELO DE DOS PILARES







## El caso de Corfo: una agencia activa que ha acumulado aprendizaje ¿qué necesita para hacer más?



El aprendizaje que ha acumulado Corfo es un activo que puede prosperar más, si somos capaces de perseverar y dar el tiempo a que maduren los procesos y den frutos.

Corfo ha hecho y continúa haciendo una gran contribución al desarrollo del país. Ciertamente, su actual rol y envergadura no son los de los años ‘50 ó ‘60 del siglo pasado, pero difícilmente encontraremos en los últimos veinte años una pyme innovadora exitosa que no haya tenido en algún momento apoyo de esta entidad.

Desde fines de los ’90, se ha ido consolidando su rol de promoción de la innovación y del emprendimiento, manteniendo asimismo una función de fomento productivo. La capacidad de la institución de diseñar e implementar instrumentos y programas que logran agregar valor en estos diversos campos<sup>1</sup> ha sido avalada por diversas evaluaciones de impacto.

Sin embargo, más allá de los incrementos de su presupuesto, pareciera existir un problema de escala en las intervenciones, hipótesis que se ve sustentada por la enorme cantidad de instrumentos manejados. La valoración sobre la capacidad de Corfo de intervenir en distintos ámbitos, se ha combinado con la multiplicidad de desafíos que enfrenta nuestro

desarrollo productivo, haciendo de esta institución una herramienta y un socio en muy diversos frentes.

Sin perjuicio de los aportes que hace en cada uno, hoy requerimos articular esta amplia gama de instrumentos en programas de mayor envergadura.

Este ejercicio precisa de un amplio acuerdo, tanto sobre la forma de definir los focos de atención como respecto a las modalidades de intervención, pues cualquier iniciativa de mayor alcance involucra mayores tiempos de maduración y, por lo tanto, requiere continuidad. En ese sentido, los pasos que se han dado a través de los programas estratégicos, que identifican –en conjunto los actores empresariales, de la academia, de la sociedad civil y del sector público– los desafíos al nivel de sectores o de problemas transversales de nuestra economía, ofrecen una interesante oportunidad al orientarse a la generación de bienes públicos. El apoyo a la coordinación de los actores y la provisión de bienes públicos sectoriales, son dos de las herramientas que se han probado como más poderosas en la moderna política de desarrollo productivo<sup>2</sup>.

El aprendizaje que ha acumulado esta institución es un activo que puede prosperar más aún, si somos capaces de perseverar y dar el tiempo a que maduren los procesos y den frutos. Creemos que ya están las condiciones para que ello ocurra.

Fuente Lámina: Elaboración propia con datos Corfo.

1. Ver por ejemplo López, A. (2009). “Las evaluaciones de programas públicos de apoyo al fomento y desarrollo de la tecnología y la innovación en el sector productivo en América Latina. Una revisión crítica.” Nota Técnica Banco Interamericano de Desarrollo, Abril 2009.
2. Sabel, C.; Fernández-Arias, E.; Hausmann, R.; Rodríguez-Clare, A.; Stein, E.. (2012) “Export Pioneers in Latin America.” Washington D.C., 2012.



**LOS CINCO QUE APORTAN MAYORES VOLÚMENES DE FONDOS**

**MM\$ 12.000**  
Programas Tecnológicos Estratégicos (10 años)

**MM\$ 9.700**  
Fortalecimiento y Creación de Capacidades Tecnológicas Habilitantes para la Innovación (10 años)

**MM\$ 8.000**  
Programa Tecnológico Desarrollo Tecnología Solar Fotovoltaica Climas Desérticos y Alta Radiación (10 años)

**MM\$ 6.140**  
Fortalecimiento y Creación de Capacidades Tecnológicas Habilitantes para la Innovación (10 años)

**MM\$ 4.000**  
Programa Tecnológico Creación y Adopción de Estándares Internacionales para la Interoperabilidad Minera (5 años)

**LOS CINCO QUE APORTAN MENORES VOLÚMENES DE FONDOS**

**MM\$ 9**  
Programas de Preinversión en Riego - Modalidad Extrapredial

**MM\$ 9**  
Programas de Preinversión en Áreas de Manejo de Pesca Artesanal - Estudios Base

**MM\$ 7**  
Voucher de Innovación para Empresas de Mujeres

**MM\$ 3**  
Programa de Preinversión en Riego - Modalidad Intrapredial

**MM\$ 2**  
Programas de Preinversión en Áreas de Manejo de Pesca Artesanal - Seguimiento

**INSTRUMENTOS ESTABLES (CON MÁS DE 8 AÑOS DE VIGENCIA)**

1. Bienes públicos para la innovación
2. Fondo de asistencia técnica
3. Incubadoras de negocios
4. Redes de capitalistas ángeles
5. Capital semilla
6. Gestión de la innovación
7. Apoyo al extensionismo (nodos)

Nota: al identificar a los programas de mayor y menor envergadura, se descontaron aquellos que por su naturaleza corresponden a créditos, aportes en capital o conformación de listado de entidades acreditadas por Corfo.

## El caso de Conicyt: una institución clave en la historia de la investigación ¿cómo fomentar más la colaboración y conexión con desafíos país?

Necesitamos fortalecer a Conicyt para que juegue el rol clave en el desarrollo de las ciencias y las tecnologías al que está llamada. Este es un salto que el país requiere dar.

Conicyt desde sus orígenes ha sido la casa de la ciencia en Chile. La mayor parte de sus líneas de financiamiento se ha mantenido en el tiempo, con dos focos principales que concentran su acción: el financiamiento a investigadores vía Fondecyt y el otorgamiento de becas de posgrados nacionales y Becas Chile. En conjunto, estas líneas dan cuenta de un 69% del presupuesto de la institución para 2017<sup>1</sup>.

El gran desafío hoy es fortalecer el apoyo a la investigación asociativa, que ha sido clave -junto a la Iniciativa Científica Milenio- en la creación y mantención de los centros de investigación. El apoyo al desarrollo de este tipo de investigación, hace más de una década se ha planteado como una ruta prioritaria de avance, y hoy ya vemos ejemplos evidentes de que ha sido clave en el fomento de una ciencia más multidisciplinaria y conectada a los desafíos del país.

Avanzar en esta dirección y permitir a esta institución una gestión más estratégica, requiere de una conducción política que no ha logrado ser provista desde el Ministerio de Educación o desde el Comité Interministerial, lo que hace eco del diagnóstico de política de todo el sector de la CTI.

Sin embargo, en Conicyt una limitante mucho más concreta ha estado en la insuficiente inversión que el Estado ha canalizado para sustentar la operación de esta entidad, estresando su gestión. Mientras los recursos para colocaciones han experimentado un alza continua, no ha ocurrido lo mismo con el personal ni con los gastos de apoyo.

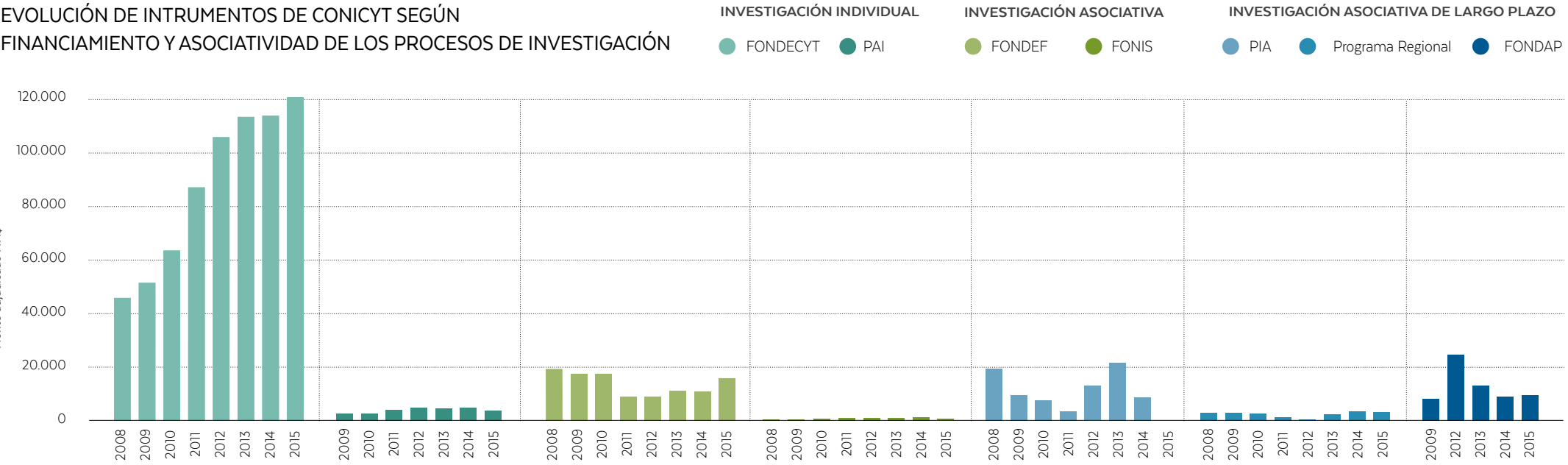
Permitir a Conicyt jugar el rol clave en el desarrollo de las ciencias y las tecnologías al que está llamada, pasa también por superar una lógica burocrática de operación que está ahogando al sector público en general. La mayor parte de los funcionarios -pero también de los científicos- deberían pasar mucho menos tiempo en los trámites de asignación y rendición de los recursos, y mucho más en promover las ciencias, tecnologías e innovación, haciendo uso de ellos.

Hoy nuestro país requiere de este salto, y esta agencia merece contar con las condiciones que le permitan ser el trampolín con el que soñamos.

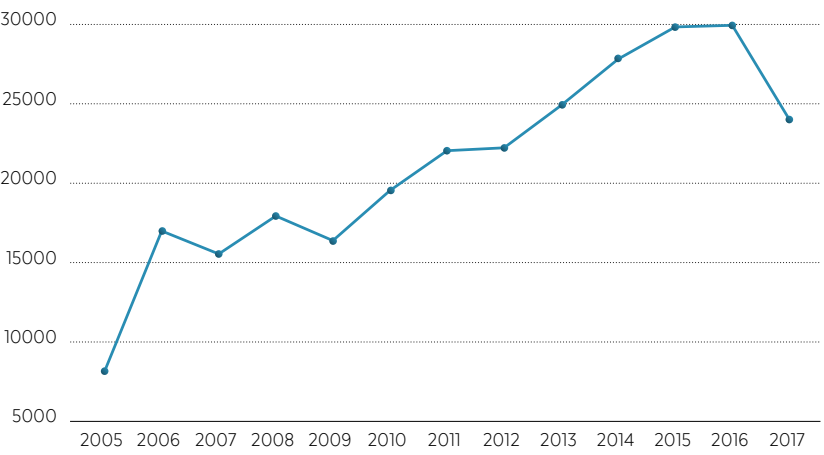
Fuente Lámina: Elaboración propia con información de Conicyt 2016.

1. El porcentaje sube a 72,4% si se considera solo el presupuesto de transferencias corrientes (todos los programas de Conicyt).

### EVOLUCIÓN DE INSTRUMENTOS DE CONICYT SEGÚN FINANCIAMIENTO Y ASOCIATIVIDAD DE LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN



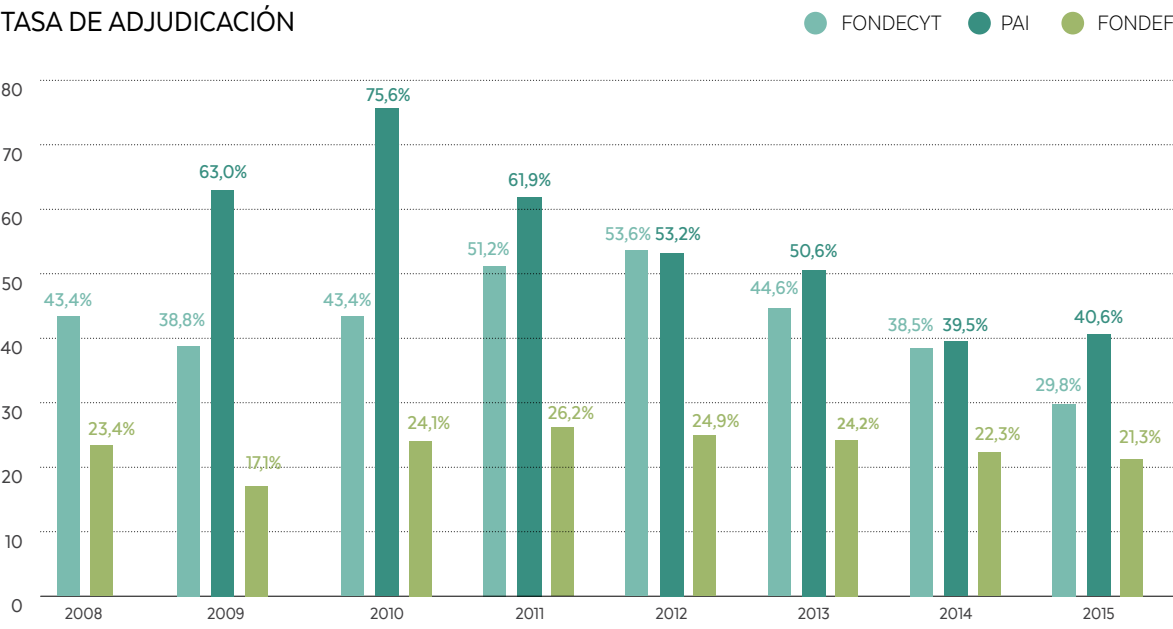
### GASTO EN PROGRAMAS POR CADA MIL PESOS EN PERSONAL



Entre 2008 y 2015, el número de proyectos postulados a los programas de Conicyt aumentó a una tasa promedio de 3% anual, con tasas de adjudicación relativamente estables (35%).

Los montos adjudicados crecieron sobre un 10% promedio anual, mientras el gasto en contratación de personas aumentó en torno a un 8% anual.

### TASA DE ADJUDICACIÓN



## Propósitos ambiciosos que nos reúnan y movilicen más recursos: una historia de futuro que podemos contar

Lo cierto es que –al margen de algunos intentos– no hemos logrado ponernos de acuerdo sobre una mirada amplia de grandes propósitos orientadores que articulen y movilicen a los actores.

Hasta hoy, la falta de conducción integral en el apoyo a la CTI y de un salto cuantitativo de los recursos, son los rasgos dominantes de este período, y que no hemos logrado cambiar desde el diagnóstico de este mismo Consejo hace diez años.

No es que no lo hayamos intentado. De hecho, los gobiernos han creado mecanismos para abordar este problema. Cuando se generó el FIC, por ejemplo, se esperaba que estos recursos fueran generando inflexiones a la acción pública que siguieran las orientaciones estratégicas a través de la inyección permanente de recursos frescos al sistema. Y aunque desde este fondo se han financiado importantes iniciativas de CTI, rápidamente, su gasto se transformó en recursos de arrastre (que cubren compromisos de pago de años anteriores). De esta forma, dejó de servir como instrumento de timón para ajustes estratégicos.

Durante el gobierno del Presidente Piñera, a través de la declaración de 2013 como el Año de la Innovación, se apeló más bien a una transformación cultural, movilizando el interés de la gente al mostrar

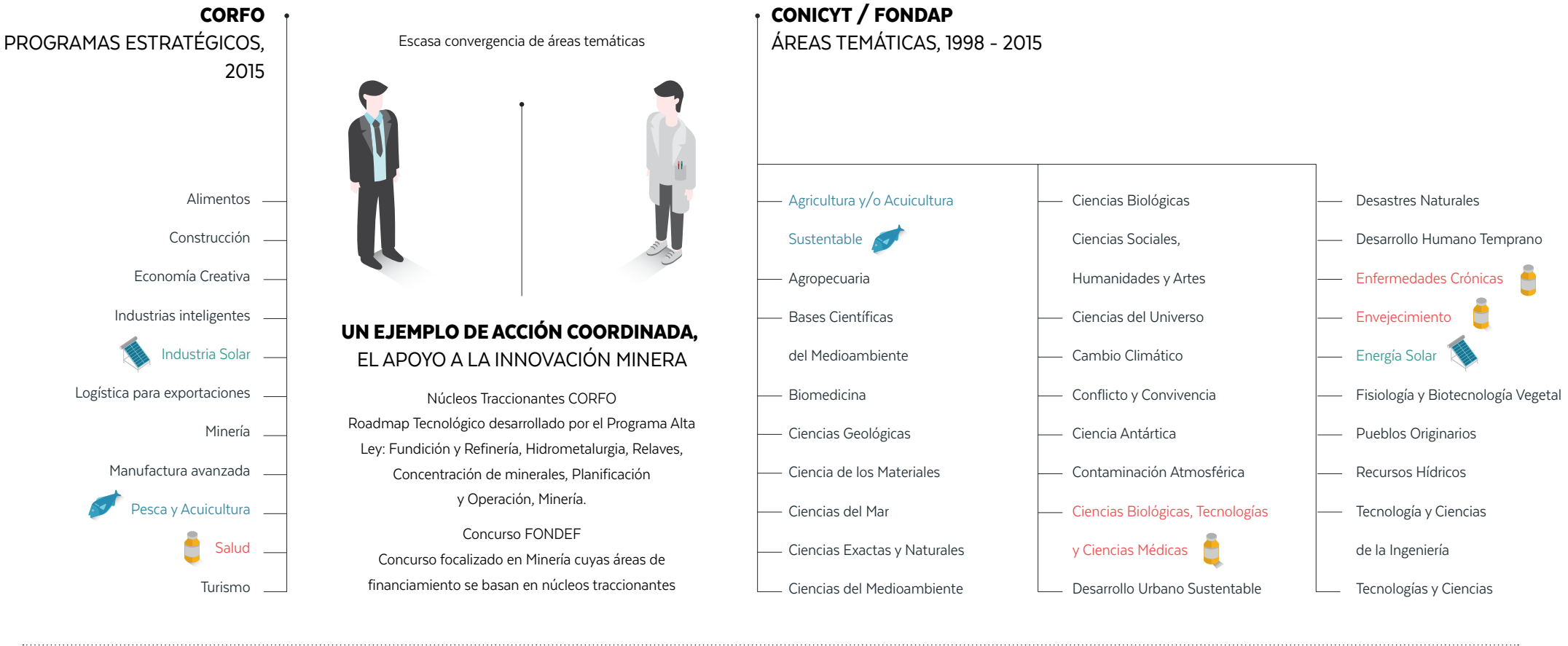
cómo la innovación ya estaba ocurriendo en el país y articulando ejemplos de este esfuerzo desde los distintos ministerios. Tampoco este esfuerzo logró perpetuarse en el tiempo.

Al margen de estos intentos, lo cierto es que no hemos logrado ponernos de acuerdo sobre una mirada amplia de grandes propósitos orientadores que articulen y movilicen a los actores. Es aquí donde la exacerbación de nuestras diferencias se ha transformado en una barrera fundamental que conspira en contra de acometer grandes retos, expandir el volumen de nuestro esfuerzo y darle continuidad. A ello se suma, la falta de valoración de la CTI que predomina en ciertos círculos, donde paradójicamente suele ir asociada a la idea de que “no se ve que haga una diferencia fundamental”.

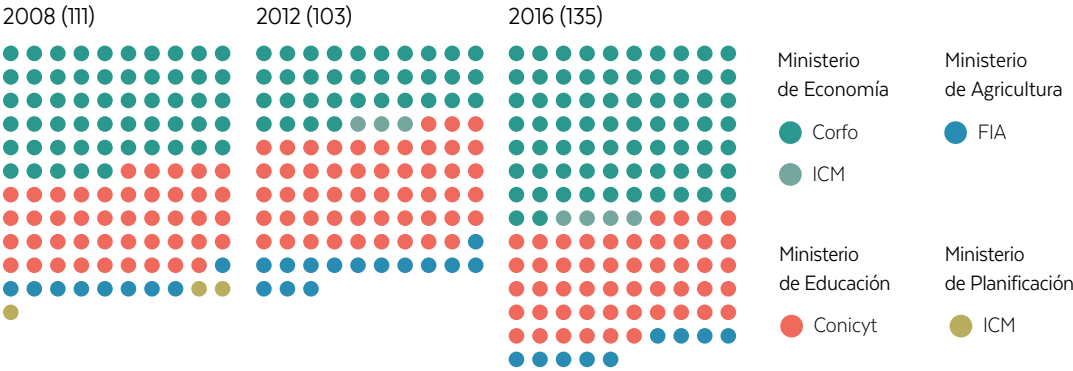
Y sin embargo para el exiguo tamaño de nuestro esfuerzo, los resultados son apreciables. ¡Cuanto podríamos hacer con más!

Hoy hay iniciativas alentadoras. Un ejemplo es el de articulación de esfuerzos para una minería virtuosa, inclusiva y ambientalmente sustentable, que permitió establecer acuerdos con amplio respaldo de actores empresariales, sociales, académicos y políticos. De aquí derivó el llamado a proyectos de I+D que vincula esfuerzos de universidades, centros de investigación y empresas por parte de Conicyt (línea Fondef), con foco en retos de la minería del cobre, definiendo áreas de interés según el roadmap tecnológico de la minería elaborado por Fundación Chile, por encargo de Corfo. Fue una prueba de que este es un camino posible para Chile.

1. Elaboración propia, con información de MINECON (2008). Guía de Instrumentos para el Emprendimiento - Chile Emprende; FIA (2012), Memoria Institucional; MINECON (2016), Gasto ejecutado por instrumentos según Gerencia (Sistema de Información en construcción); CONICYT (2016). Compendio Estadístico CONICYT 2013-2015.



### EVOLUCIÓN DE INSTRUMENTOS<sup>1</sup>



Se considera como instrumentos a las iniciativas de financiamiento público que se traducen en subsidios o incentivos para fomentar el emprendimiento y la innovación, a través de fondos concursables, mecanismos de inversión o programas públicos de ventanilla abierta gestionados principalmente por CORFO (emprendimiento e innovación orientada al sector empresarial) y CONICYT (investigación científica y tecnológica).

PORCENTAJE DE ARRASTRE  
ÚLTIMOS FIC

4,2%



## El anhelo y la necesidad de conciliar miradas: país y regiones



El fortalecimiento de las regiones debe ayudar a construir instancias locales de decisión en la asignación de recursos, instalar y fortalecer capacidades de quienes aprueban iniciativas, así como velar por el cumplimiento de objetivos y metas.

El impulso a la innovación se ha incorporado ya hace años en las agendas regionales, en un contexto institucional particular. Los Gobiernos Regionales (Gores) cuentan con menos herramientas, pues Conicyt no tiene oficinas locales. En consecuencia, sus problemas radican –más que en la falta de coordinación entre agencias– en las dificultades para actuar en base a objetivos estratégicos que concilien los desafíos regionales con las orientaciones de los programas nacionales, que perduren en el tiempo y den consistencia a los esfuerzos desplegados.

En estos últimos quince años, se ha promovido la creación de distintos tipos de instancias regionales buscando dar cuenta de este objetivo. Primero, los Consejos Regionales de Ciencia y Tecnología (Corecyt) impulsados por Conicyt. Luego –desde Corfo– las Agencias Regionales de Desarrollo Productivo que elaboraron los Programas de Mejoramiento de Competitividad para los sectores estratégicos priorizados por los Gores. Poco tiempo después, se les requirió que se revisaran y/o diseñaran las Estrategias Regionales de Innovación con

base en la metodología del Regional Innovation Strategy (RIS), y se fueron transformando en las Corporaciones de Desarrollo Regional para independizarlas de Corfo. Más adelante, a estas corporaciones se les solicitó avanzar en la dirección de Especialización Inteligente, mientras que en paralelo se implementó un proceso de traspaso de competencias a los Gobiernos Regionales en los ámbitos de Planificación Regional –y más recientemente de Fomento Productivo– como respuesta al proceso de descentralización que vive el país.

Estos ejercicios comparten conclusiones y también la dificultad de implementar sus recomendaciones. En efecto, aún se aprecia una asimetría en cuanto al margen de maniobra entre el Gobierno Central y el Gobierno Regional. Por ejemplo, el Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), representa dos de cada diez pesos de inversión pública materializada en las regiones. En los ocho restantes no se produce, en general, un ajuste entre las políticas nacionales con respecto a lo que las regiones declaran como sus ejes de desarrollo, generando dispersión, tanto temática como territorial, así como falta de claridad sobre el impacto de los proyectos.

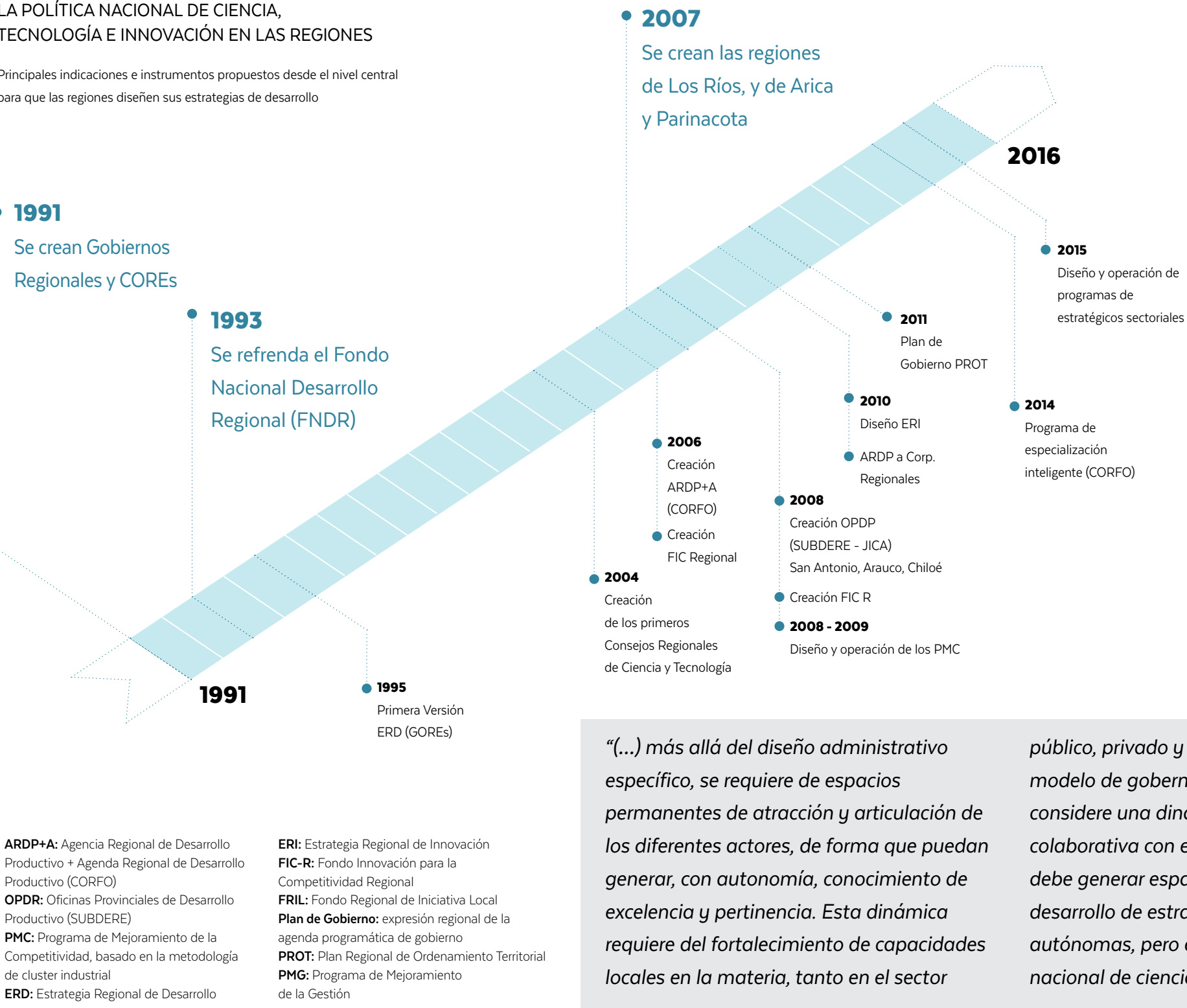
Las reformas institucionales en curso orientadas al fortalecimiento de las regiones, deben ayudar a construir instancias regionales de decisión en la asignación de recursos, junto a la instalación y fortalecimiento de las capacidades de quienes tienen la responsabilidad de aprobar iniciativas y velar por el cumplimiento de los objetivos y metas establecidos.

Fuente Lámina: Elaboración propia.

1. Comisión Ciencia para el Desarrollo de Chile, “Un sueño compartido para el futuro de Chile”, CNID, 2015.

## LA POLÍTICA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN LAS REGIONES

Principales indicaciones e instrumentos propuestos desde el nivel central para que las regiones diseñen sus estrategias de desarrollo



*“(…) más allá del diseño administrativo específico, se requiere de espacios permanentes de atracción y articulación de los diferentes actores, de forma que puedan generar, con autonomía, conocimiento de excelencia y pertinencia. Esta dinámica requiere del fortalecimiento de capacidades locales en la materia, tanto en el sector*

*público, privado y académico, así como de un modelo de gobernanza innovador que considere una dinámica participativa y colaborativa con el nivel central. Esto último debe generar espacios e incentivos para el desarrollo de estrategias regionales autónomas, pero en diálogo con la política nacional de ciencia, tecnología e innovación.”<sup>71</sup>*





**Gonzalo Herrera Jiménez, consejero CNID**

Es Ingeniero civil de la P. Universidad Católica de Chile y Doctor de la U. Católica de Lovaina la Nueva, Bélgica. Fue secretario ejecutivo del Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica del Ministerio de Economía y luego director de FONDEF de Conicyt. Actualmente es Vicerrector de Innovación y Transferencia Tecnológica de la Universidad de Talca.



## Innovación, universidades y territorios

Por Gonzalo Herrera Jiménez



Cuando en Chile se diseñan estrategias nacionales y se elaboran políticas públicas, independientemente de la temática de la que se trate o del problema que se quiera abordar, casi sin excepción estas se elaboran en Santiago, por personas que habitan en la capital. Y, dado que se ha creado una cierta sensibilización respecto de la necesidad de considerar a las regiones en estos esfuerzos, se suele incluir algún acápite orientado a difundir los beneficios de estas iniciativas a las regiones del país. En ocasiones, incluso, parte importante de la ejecución de las acciones contempladas en estas estrategias o políticas públicas se desarrolla en diversas regiones o localidades... siguiendo un plan concebido y diseñado en y desde la Región Metropolitana.

Gran parte del esfuerzo desplegado por la Comisión Asesora Presidencial en Descentralización y Desarrollo Regional tuvo como trasfondo un llamado a mirar el desarrollo de Chile desde la integralidad de su territorio, considerando la gran heterogeneidad y riqueza de nuestro país y respetando las capacidades locales para decidir en múltiples aspectos que dicen relación con su vida cotidiana.

Lo anteriormente dicho es plenamente aplicable a un ámbito temático que involucra la futura institucionalidad de nuestras universidades, así como el anuncio por parte del Gobierno relativo a la creación de un Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Parece particularmente necesario pensar el desarrollo de los diferentes territorios de nuestro país tomando en cuenta el aporte insustituible que en aquel tendrán la ciencia, la tecnología y la innovación, generadas principalmente en nuestras universidades. Nuestros recursos naturales son, y seguirán siendo por mucho tiempo, la base del desarrollo productivo de nuestro país. Uno de los grandes desafíos que enfrentamos es, entonces, cómo agregar inteligencia, y por lo tanto valor, a aquello que extraemos de nuestras tierras y de nuestros mares. Y la ciencia y la tecnología necesarias para aquello deberán ser generadas principalmente en los propios territorios, porque se trata de desafíos locales.

La nueva institucionalidad que se cree para hacerse cargo de la dimensión pública de la ciencia, la tecnología y la innovación deberá necesariamente tomar en cuenta la realidad anterior. Un ministerio que se limite a formular políticas públicas nacionales en esta materia, sin hacerse cargo de las especificidades territoriales de las mismas, será un escaso aporte al fortalecimiento productivo y social de los diferentes territorios de nuestro país.

Debemos acostumbrarnos a dejar de pensar a Chile como la suma de Santiago y sus regiones tributarias, sino más bien como un amplio territorio humano, rico y complejo.

II. TENEMOS LA POSIBILIDAD A LA MANO DE AMPLIAR Y PROFUNDIZAR LA ACCIÓN PÚBLICA PARA IMPULSAR LA CTI

El Estado dispone de diversas formas de impulsar las ciencias, las tecnologías y la innovación que aún no hemos aprovechado

Leyes para elevar estándares de operación de las empresas, compras públicas, atracción focalizada de inversión extranjera y cambios en la propia operación del sector público son todas formas de impulsar la CTI que podemos reforzar.

Hasta ahora hemos abordado el impulso a las ciencias, las tecnologías y la innovación, como una política sectorial. Y aunque esto pueda ser una etapa en la evolución de las políticas, necesitamos superar una discusión que ha tendido a reducirse a cuántos recursos logramos movilizar a Corfo y Conicyt, tomando un atajo para hacer de la CTI una dimensión que cruce el conjunto de la acción estatal.

El Estado tiene múltiples formas a través de las cuales puede promover las ciencias, las tecnologías y la innovación. Por ejemplo, a través de cambios legales que elevan los estándares con que deben operar las empresas, siendo un caso típico el de las exigencias ambientales. Poca duda cabe que el establecimiento en California de normas más estrictas

respecto de las emisiones, fue un factor clave en el desarrollo de motores menos contaminantes por parte de la industria automotriz. La reciente aprobación en Alemania de una ley que pone fecha de término a la circulación de autos con motores de combustión interna, es sin duda un estímulo a la innovación. El impacto positivo y estimulante de la innovación que pueden regulaciones más estrictas en materia ambiental, ha sido documentando por varios estudios aplicados en países de la OCDE<sup>1</sup>. Una de las claves en el uso de estos mecanismos es combinar las mayores exigencias con apoyo a quienes tengan más dificultades para cumplirlas (por ejemplo, las pymes), así como establecer horizontes temporales adecuados -pero definitivos- para que las firmas puedan ajustarse.

Leyes para elevar estándares de operación de las empresas, compras públicas, atracción focalizada de inversión extranjera y cambios en la propia operación del sector público son todas formas de impulsar la CTI que podemos reforzar.

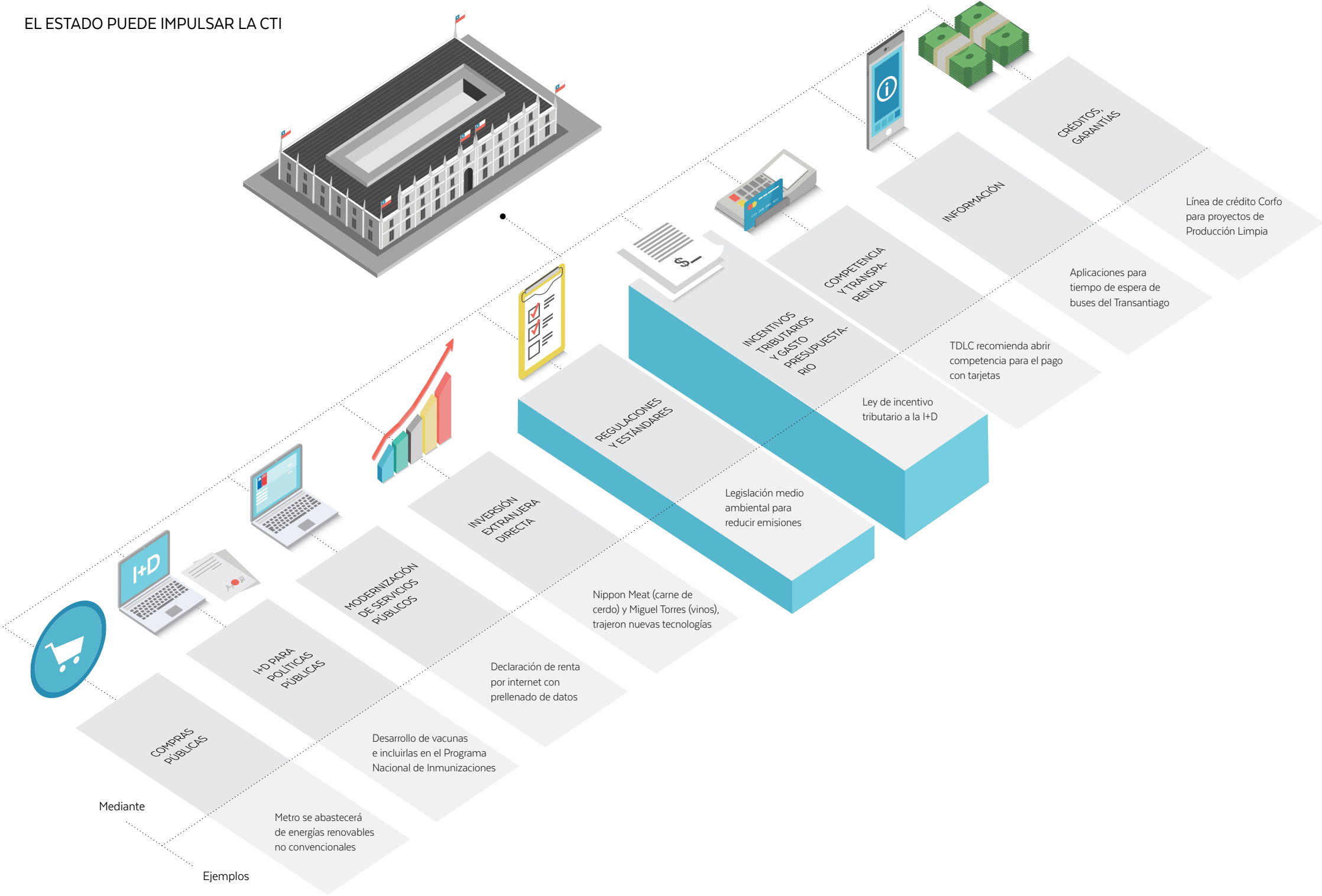
En Chile tenemos casos que muestran el impacto que este tipo de iniciativas pueden tener. Sin embargo, se trata de experiencias aisladas que no surgieron de una política de ciencias, tecnologías e innovación que haya integrado estas dimensiones en su elaboración.

Fuente Lámina: Elaboración propia.

1. Constantini, V. Y Mazzanti, M. (2012): *On the Green and innovative side of trade competitiveness? The impact of environmental policies and innovations on EU exports*. Research Policy, Vol 41, 1.

Blind, K. (2012): *The influence of regulations on innovation: a quantitative assesment for OECD countries*. Research Policy, Vol 41, 2.

EL ESTADO PUEDE IMPULSAR LA CTI





Nos hemos entrabado en posiciones ideológicas antagónicas, pero ¿son realmente tan grandes las diferencias?



Si nos alejamos de la guerrilla verbal, emerge un espacio mayor para disponer de políticas de Estado más que de gobierno.

Los esfuerzos en CTI generan resultados en plazos que superan con creces los de un gobierno. La persistencia y la paciencia son cruciales para obtener frutos. Los cambios drásticos de rumbo no nos permitirán progresar. ¿Es posible construir un acuerdo que dé sustento a políticas de Estado? Si nos guiamos por la retórica dominante en las discusiones de política, pareciera que seguimos entrabados en la vieja dicotomía entre mercado y Estado. La mejor expresión de ese antagonismo, ha sido la diferencia emblemática que se produjo entre el primer gobierno de la presidenta Bachelet (2006-2010) y el del presidente Piñera (2010-2014). En el primer período se apostó por la concentración de esfuerzos públicos en algunos clústers (sectores) de alto potencial. Esta política fue desechada por el gobierno siguiente, manifestando su oposición a que el Estado actuara de manera selectiva. Su medida símbolo fue Start-Up Chile, poniendo el énfasis en estimular el emprendimiento de las personas. El contraste entre las coaliciones reflejado en sus opciones preferenciales de política, hace parecer difícil pensar en un acuerdo. Pero, al recorrer

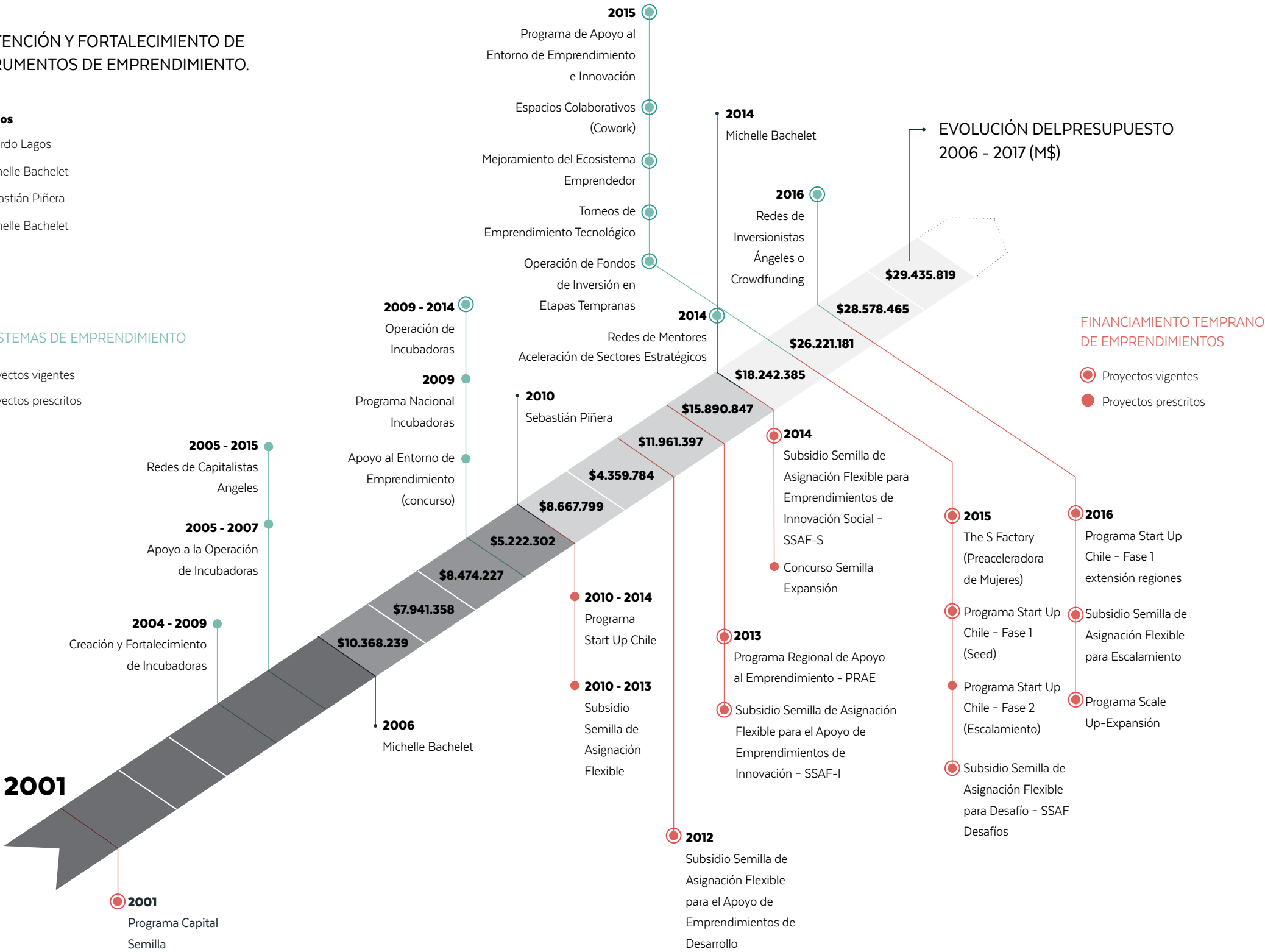
el velo de la retórica y focalizarnos en las acciones, emerge una imagen bastante más matizada. En efecto, durante el Gobierno del Presidente Piñera se mantuvo el apoyo al programa de Desarrollo de Proveedores de la Minería que había surgido, en el marco de la política de clústeres. Se implementó, además, un programa para apoyar el surgimiento de servicios y tecnologías asociadas a la observación astronómica, así como también se apoyó directamente la instalación de la fábrica de contenedores de Maersk en San Antonio. De acuerdo a algunas autoridades de la época, su oposición no era a trabajar con sectores específicos, sino a privilegiar el aporte de recursos hacia ellos sin mediar mecanismos que aseguren que se está financiando proyectos que tienen más mérito que opciones alternativas. Es decir, no estamos frente a diferencias de fondo, el reto parece más bien definir objetivos y procedimientos en base a criterios comunes. Por otra parte, a pesar del cambio de Gobierno, el programa Start-Up Chile ha continuado funcionando con ajustes que han buscado perfeccionar su operación e impacto. De hecho, las políticas de apoyo al emprendimiento han mostrado una notable continuidad desde que se implementaron los primeros programas a fines de los años ‘90. En consecuencia, si nos alejamos de la guerrilla verbal, emerge un espacio mayor para disponer de políticas de Estado más que de gobierno.

MANTENCIÓN Y FORTALECIMIENTO DE INSTRUMENTOS DE EMPRENDIMIENTO.

- Gobiernos**
- Ricardo Lagos
  - Michelle Bachelet
  - Sebastián Piñera
  - Michelle Bachelet

ECOSISTEMAS DE EMPRENDIMIENTO

- Proyectos vigentes
- Proyectos prescritos





**Cristóbal Undurraga Vergara, consejero CNID**

Es Ingeniero Civil Industrial de la P. Universidad Católica de Chile y Magister en Negocios y Administración de la Universidad de Stanford, fue gerente de emprendimiento y director ejecutivo de INNOVA en CORFO. Actualmente, es Gerente de Desarrollo de Ekonometría y miembro del directorio de la Asociación de Emprendedores de Chile.



## Continuidad de las políticas de emprendimiento

Por Cristóbal Undurraga Vergara



La evidencia en Chile y en el mundo, muestra que la innovación necesita de la energía, audacia y talento de los emprendedores. Al revisar la evolución de las estrategias del CNID y de nuestras políticas públicas, se observa cómo se ha ido reconociendo este rol movilizador y dejado atrás la visión más tradicional, donde el anhelo de la innovación se le endosaba solo a las grandes empresas.

Este consenso ha sido fundamental para que, durante gobiernos de distinto signo político, se haya promovido el emprendimiento y también se haya avanzado en la simplificación de las regulaciones que frenan a las pymes y a los emprendedores. La estabilidad en este vector de apoyo a las nuevas empresas, ha tenido múltiples impactos, habiendo permitido:

- ❖ El crecimiento muy importante del número de nuevas empresas, basadas en tecnología o nuevos modelos de negocios, desde la creación del primer Capital Semilla en el año 2001.
- ❖ La mejora continua de los instrumentos públicos de apoyo al emprendimiento. La capacidad de adaptación y aprendizaje en las agencias del Estado, ha dado lugar a políticas casi dinámicas, capaces de incorporar las lecciones y cambios del medio ambiente emprendedor.
- ❖ La generación de un puente confiable entre emprendedores (de manera individual o gremial) y el Estado. Esta alianza ha permitido

trabajar en conjunto algunas políticas públicas y de las cuales, también han surgido propuestas de modificaciones regulatorias de altísimo impacto como la ley de Empresa en un Día.

- ❖ El surgimiento de una industria de apoyo al emprendimiento en forma de fondos de capital de riesgo, incubadoras privadas, espacios de trabajo colaborativo y productos exclusivos para emprendedores.
- ❖ La formación de académicos, la investigación sobre temas de emprendimiento y la publicación de varios libros de apoyo a la creación de empresas.
- ❖ La ubicación de Chile en la delantera de la región en temas de emprendimiento y como un lugar donde personas de todo el mundo quieren comenzar sus proyectos.

La marea emprendedora que hoy hace que los egresados de las universidades señalen preferentemente que quieren crear su propia empresa, son la mejor prueba del valor que tiene la consistencia de largo plazo en políticas públicas. Y esa consistencia solo es posible si ponemos el foco en quienes se busca apoyar y no en ideologías y lenguajes de combate.

Porque, más allá de nuestras diferencias, los desafíos de Chile exigen que nuestro talento emprendedor se exprese con urgencia en nuevas empresas, más innovadoras y con alto impacto social.



## Las discrepancias sobre el rol y la valoración de la ciencia que nos dividieron, empiezan a disolverse

Hay consenso respecto a la importancia de combinar ciencia orientada por curiosidad con aquella orientada por misión, en el marco de la búsqueda de un desarrollo que conjugue crecimiento, sustentabilidad e inclusión.

Las posiciones antagónicas no han sido privilegio del debate entre Estado y mercado. También se han manifestado –y en ocasiones de manera extrema– respecto del papel y la forma en que la actividad científica contribuye al país.

Para algunos –numerosos entre ingenieros y economistas– debe privilegiarse la investigación aplicada y, en particular, aquella que esté conectada a los retos de nuestra economía. En casos extremos se llega a cuestionar el propio sentido de hacer ciencia en Chile, aludiendo a que invertir en mover la frontera universal del conocimiento está fuera de nuestro alcance, lo que resulta absurdo si podemos usar “gratis” el conocimiento que se genera afuera.

En el extremo opuesto, se encuentra la visión que se atrinchera en una autonomía radical de la investigación científica, subrayando el valor propio de la generación de conocimiento. Así, para unos el financiamiento de la investigación está capturado por científicos que desean que el Estado subsidie sus carreras personales y, para otros, se

busca reducir el valor de la ciencia a su capacidad de generar negocios.

Aunque pueda estar expuesto como caricatura, estas visiones han estado presentes en el debate y han contaminado de desconfianza la relación entre la comunidad científica y los formuladores de política pública. Sin embargo, como en el caso de la dicotomía Estado versus mercado, podemos apreciar en los últimos años, una convergencia a la que concurren cada vez más actores. Los investigadores –particularmente aquellos que trabajan en centros interdisciplinarios de investigación asociativa– han ido incorporando un sentido de misión y muestran que contraponer ciencia fundamental y ciencia aplicada no tiene sentido. Ambas son necesarias al abordar un fenómeno y entre ellas existe un continuo inherente. En paralelo, las visiones que reducían el bienestar al crecimiento económico también han perdido terreno, frente al reconocimiento de una realidad bastante más compleja.

El informe “Ciencia para el desarrollo: un sueño compartido para Chile” que congregó a un importante número de científicos, hacedores de política y también a empresarios, da cuenta de este proceso. Más allá de diferencias en temas de institucionalidad, hubo consenso respecto a la importancia de combinar ciencia orientada por curiosidad con aquella orientada por misión, en el marco de la búsqueda de un desarrollo que conjugue crecimiento, sustentabilidad e inclusión. En ese contexto, se revela el valor multidimensional de las ciencias, incluyendo el aporte de la filosofía, las artes y las humanidades.

### DE LA CIENCIA A LA INNOVACIÓN Y DE LA INNOVACIÓN A LA CIENCIA: DOS EXPERIENCIAS DE CONVERGENCIA



**ALEX BERG**  
INGENIERO, DIRECTOR UDT\*

#### Sobre los efectos de haber incorporado ciencia básica en un centro originalmente orientado al desarrollo y transferencia de tecnología

Más allá de las publicaciones (hoy tenemos 49 ISI con impacto promedio de 2,9 a 2015), contar con investigadores fundamentales en nuestro centro –que estudian aspectos importantes relacionados con las tecnologías en desarrollo– nos ayuda a entender mejor los problemas, nos entregan luces de cómo solucionarlos y abren sendas que nos permiten reconocer desarrollos de interés futuro.

#### Los desafíos de integrar ciencia básica y aplicada en torno a un mismo proyecto

El científico debe reconocer al buen tecnólogo como un aliado importante y el tecnólogo debe percibir que la colaboración con un buen científico le ayuda a lograr sus objetivos. El respeto y reconocimiento del prójimo como un aliado valioso, me parece que es el desafío principal.

La interacción es clave para establecer una plataforma de colaboración. Almorzamos juntos, jugamos fútbol, practicamos aeróbica, y también discutimos sobre trabajos actuales y futuros. Si bien respetamos las motivaciones de cada persona, hay un direccionamiento estratégico que orienta los desafíos, tanto científicos como tecnológicos, en un rumbo determinado. La ciencia fundamental tiene un sentido. No es saber por saber, sino saber para entender y solucionar un problema o abrir nuevos ámbitos de acción tecnológica.

El primer desafío fue en 2001, cuando un proyecto Fondap nos puso a trabajar juntos a astrónomos de tres instituciones con culturas y burocracias muy distintas (las universidades de Chile, Católica y de Concepción). Siempre habíamos tenido que competir por las migajas de financiamiento existente, pero colaborando alcanzamos los logros prometidos más que satisfactoriamente.

A partir de esa nueva sinergia, el desafío siguiente llegó al adjudicarnos un Basal asociados al Departamento de Ingeniería Eléctrica de la U. de Chile para diseñar y construir un receptor de Banda 1 para el observatorio Alma. El resultado ha sido muy positivo, se han formado ingenieros muy bien preparados en tecnologías de punta y se han desarrollado algunos spin-off que tienen utilidad práctica.

#### Sobre los efectos de haber incorporado desarrollo tecnológico en un centro originalmente orientado a la ciencia básica

El desafío del desarrollo tecnológico nos ha mostrado cómo la pasión de los científicos que necesitan un nuevo instrumento para sus proyectos, se une a la creatividad de los ingenieros.

Esto fue posible gracias a que se nos pedía desarrollar un área de aplicación de la ciencia que apuntara a un beneficio económico. Es así como hoy contamos con un laboratorio tecnológico validado en la comunidad internacional por su excelencia y que desarrolla otros proyectos para Alma. El entusiasmo de los Ingenieros en el laboratorio de Calán los ha hecho desarrollar diversas aplicaciones que están siendo patentadas.

#### \* Unidad de Desarrollo Tecnológico

Creada en 1996 en la U. de Concepción, desarrolla ciencia, tecnología e innovación en el área de la bioeconomía. Su ámbito de acción son las biorrefinerías forestales como conjunto de procesos de transformación que permiten obtener diferentes productos a través de materias primas lignificadas, susceptibles de ser transformadas en productos de alto interés comercial.

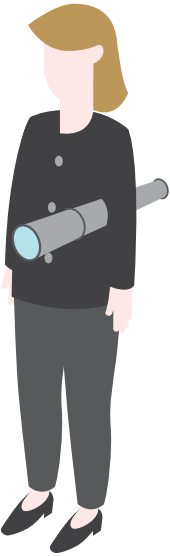
[www.udt.cl](http://www.udt.cl)

#### \* Centro de Astronomía y Tecnologías Afines

Desarrolla astronomía de excelencia y promueve las tecnologías asociadas a nivel nacional e internacional, al tiempo que contribuye a la formación de personal de frontera en dichas actividades.

Creado en 2008, tiene a la Universidad de Chile como institución albergante y a la Universidad Católica de Chile y Universidad de Concepción como instituciones asociadas.

[www.cata.cl](http://www.cata.cl)



**MARÍA TERESA RUIZ**  
ASTRÓNOMA, DIRECTORA CATA\*

## Entrampados en mitos y retórica: ¿qué hacían otros países de la OCDE cuando tenían nuestro actual ingreso per cápita?

Normalmente comparamos la situación de Chile en materia de CTI con lo que ocurre actualmente en países más avanzados. Esto nos ayuda a identificar tendencias emergentes y prácticas interesantes de adaptar a nuestra realidad. Sin embargo, en tal comparación observamos la situación de países que ya hicieron el tránsito hacia su estado actual. ¿Qué pasaba con ellos cuando tenían un nivel similar de ingreso por habitante al que tiene ahora Chile<sup>1</sup>? Esta otra comparación nos ayuda a entender los retos que enfrentamos.

Un estudio realizado por el CNID<sup>2</sup> en esta otra temporalidad revela, entre otras, tres conclusiones que nos liberan de creencias muy arraigadas en nuestros debates.

1. Invertir en I+D no es un lujo de país rico, sino una condición para serlo. Contraponiendo la posición de que Chile debiera más bien aprovechar los adelantos generados por naciones más avanzadas, la trayectoria de todos los países de la OCDE muestra que invertían en I+D un porcentaje del PIB muy superior al que destinamos actualmente en nuestro país.
2. En países intensivos en recursos naturales, el sector público aporta más que el sector privado a la I+D, relación que toma décadas en revertirse. Oponiéndose a la creencia de que una de nuestras deficiencias es que el

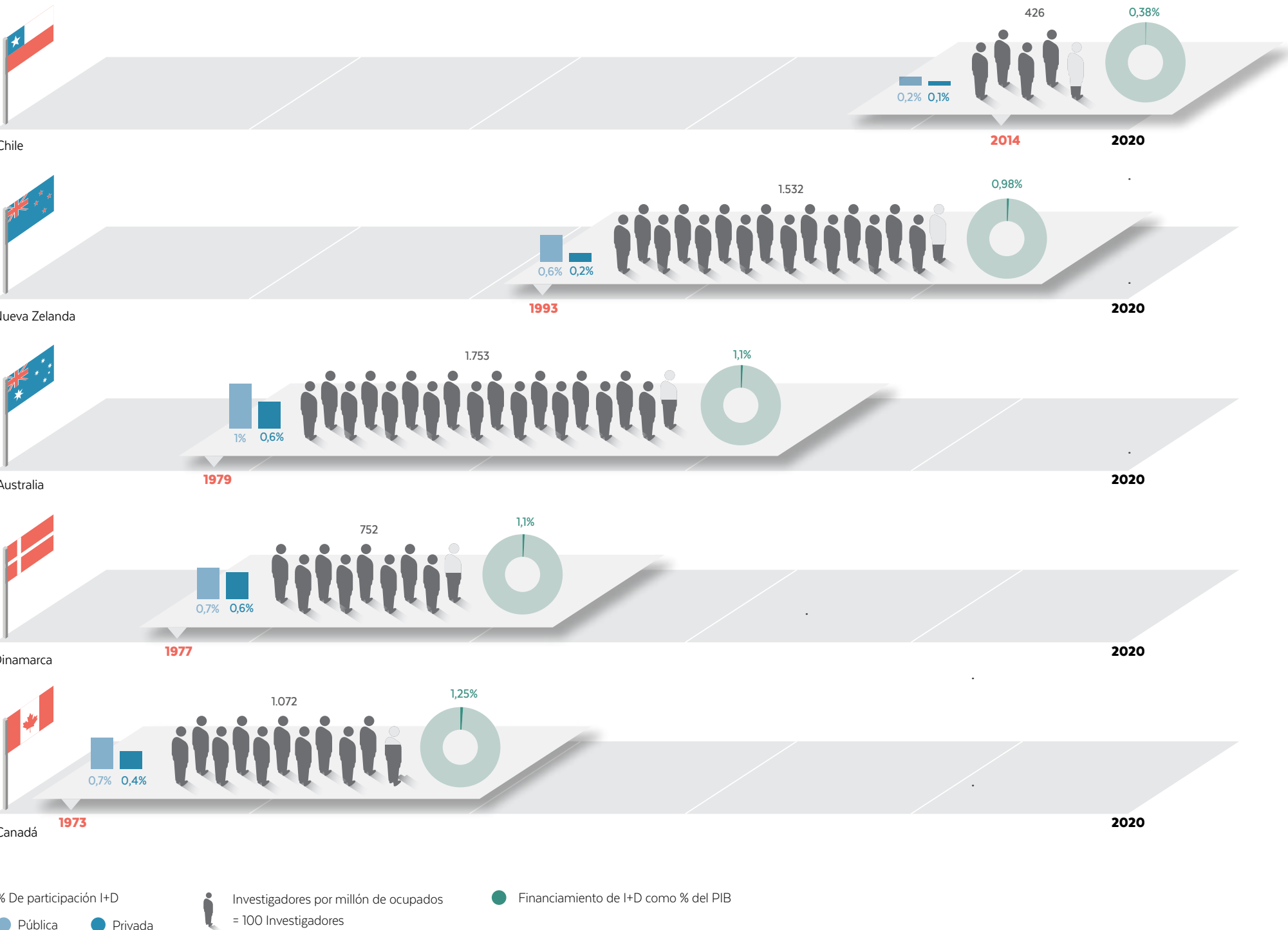
sector público y no privado sea el principal responsable del gasto en I+D. Al mirar hacia atrás, se aprecia que en los países con una base industrial sólida o con políticas industriales muy activas (como Corea del Sur), el sector privado si lideraba la inversión en I+D. Pero, lo contrario ocurría donde predominaban actividades intensivas en recursos naturales<sup>3</sup>. En ellos, el Estado lideró por muchos años más el gasto en I+D, siendo una de las explicaciones el mayor tiempo que toman los resultados de la investigación en recursos naturales, y por ende, el que pocas empresas pueden sostener ese esfuerzo<sup>4</sup>. Así, apelar a que el sector privado aumente su esfuerzo en I+D+i es necesario, pero es imperativo contar con un incremento sustantivo de los recursos públicos.

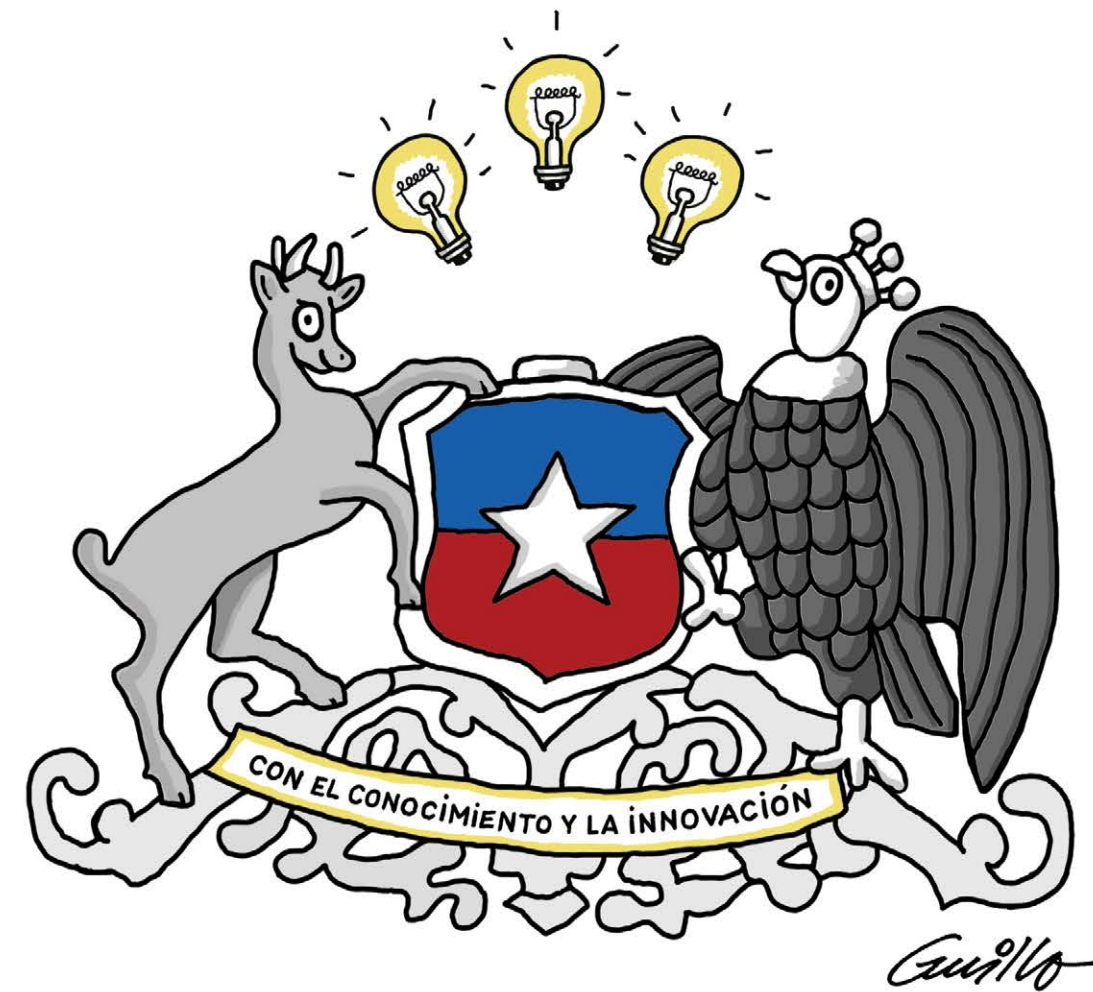
3. La investigación científica tenía mucha más importancia que en Chile. Otro aserto común de escuchar, es que Chile destina demasiados recursos a financiar ciencia en desmedro de la innovación. Sin embargo, en ese momento todos los países de la OCDE tenían una proporción de investigadores sobre población ocupada muy superior a la que tiene Chile hoy, y la cantidad de publicaciones científicas por habitante era también mayor.

Fuente Lámina: Elaboración propia con datos OCDE.

1. La comparación se hace a similar poder de paridad de compra.
2. ClioDinámica (2016) “Análisis Dinámico de la Fase De Desarrollo Económico de Chile en Comparación con Fases Experimentadas por Países Desarrollados”, CNID, Santiago, Chile.
3. Donde los recursos naturales y sus derivados explican sobre el 50% de sus exportaciones.
4. La experiencia con la obtención de nuevas variedades frutales, así como el caso de la biolixiviación para la minería del cobre son ilustrativos al respecto.

## ¿CON QUÉ CONTABAN OTROS PAÍSES CUANDO TENÍAN UN INGRESO PER CÁPITA SIMILAR AL QUE TENEMOS HOY?<sup>1</sup>





## SECCIÓN 3



## Abriendo una nueva etapa





CAPÍTULO 5

Un nuevo impulso trasformacional hacia el desarrollo

MÁS PERSONAS APROVECHANDO LAS CIENCIAS, LAS TECNOLOGÍAS Y LA INNOVACIÓN

El desarrollo de Chile se encuentra desafiado en sus diversas dimensiones: la sustentabilidad ambiental, el dinamismo económico, y la inclusión y cohesión social. Necesitamos con urgencia establecer una nueva forma de integrar y relacionar, de manera virtuosa, esas tres dimensiones propias del desarrollo.

No estamos solos en esta búsqueda. La humanidad entera está apremiada por la necesidad patente de replantearse la forma en que nos hemos relacionado con el medio natural, así como entre nosotros mismos, viviendo una transición en la comprensión y abordaje de la idea de progreso.

Las formas de medir, categorizar y analizar con las que hemos trabajado, se revelan insuficientes para dar cuenta de los fenómenos que hoy comenzamos a reconocer. Por ejemplo, se hace evidente para muchos que el producto o el ingreso por persona no dan cuenta de aspectos fundamentales del desarrollo, como la integridad de la naturaleza, el valor de los servicios ecosistémicos que derivan de sus diferentes componentes, o el grado de inclusión e integración de la sociedad. El acuerdo logrado en torno a los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el marco de las Naciones Unidas es una clara expresión de esta transición y es el norte hacia el cual necesitamos avanzar.

Sin duda, se trata de una transformación emergente. Para algunos es

una alteración radical de formas habituales de vida, mientras que otros sienten que los cambios son demasiado lentos y marginales. Lo que es claro, es que se trata de un período de transición que está modificando bases fundamentales de la forma en que hemos estructurado nuestra convivencia y nuestro modo de estar en el planeta. Es inevitable que un proceso de esta naturaleza genere ansiedades y esté marcado por la incertidumbre. Este es el escenario en que nos estamos desenvolviendo y que nos acompañará en los años por venir.

Como Consejo no tenemos –ni pretendemos tener– certezas sobre cómo evolucionará este camino. Pero sí invitamos a reconocer el período actual como un tiempo de enormes desafíos que, como tales, van acompañados de grandes oportunidades. Chile tiene una enorme riqueza natural, económica y social, construida desde el valor de su gente. Es sobre ella que podemos redefinirnos como país y ofrecer al mundo nuestro gran potencial. Tomar esta oportunidad supone dotarnos de mayores capacidades de comprensión, de adaptación y de creación.

El despliegue de las ciencias, de las tecnologías y de la innovación no es una receta mágica que vaya a resolver de plano los retos que enfrentamos. Tampoco plantea un derrotero exento de conflictos y tensiones. Menos aún es un sucedáneo del coraje y de la voluntad política. Pero estamos convencidos de que, para tener la oportunidad



El despliegue de las ciencias, de las tecnologías y de la innovación no es una receta mágica que vaya a resolver de plano los retos que enfrentamos. Tampoco plantea un derrotero exento de conflictos y tensiones. Menos aún es un sucedáneo del coraje y de la voluntad política. Pero estamos convencidos de que es condición ineludible hacer un esfuerzo en ciencias, tecnologías e innovación inmensamente superior al que estamos haciendo.

de construir una mejor sociedad, es condición ineludible hacer un esfuerzo en ciencias, tecnologías e innovación inmensamente superior al que estamos haciendo.

Este esfuerzo por ampliar nuestra base colectiva de conocimiento e incorporarlo más activamente en todas nuestras actividades, va mucho más allá de la necesidad de incrementar el nivel de gasto en I+D de las empresas, de elevar los niveles de patentamiento, o de incrementar nuestras publicaciones científicas. Ciertamente, todo lo anterior es importante, pero la complejidad de los desafíos que enfrentamos en las múltiples dimensiones que nos constituyen como sociedad, en un mundo marcado por los efectos del cambio global y la velocidad de los avances tecnológicos, requieren mucho más.

La Comisión Asesora Presidencial de Ciencia para el Desarrollo resumió esta situación a través de dos preguntas clave: ¿de qué vamos a vivir? y ¿cómo vamos a convivir los chilenos?

Todos sus miembros compartieron el hecho de que estamos en una encrucijada de nuestro desarrollo, más allá de matices o posiciones respecto de temas específicos, de modo que su informe fue claro en definir la contribución de la CTI:

“Profundizar y fortalecer nuestra convivencia democrática requiere de un diálogo donde las ciencias sociales y naturales, las humanidades, las artes, la ingeniería y la tecnología, en forma multidisciplinaria y colaborativa aporten en la identificación de las interrogantes y en la iluminación de los caminos disponibles. Ampliar nuestra capacidad de reflexión crítica, abrir y explorar nuevos espacios para la innovación en todos los ámbitos de nuestra sociedad es el aporte que esperamos de un mayor desarrollo de nuestras capacidades científicas y tecnológicas.”<sup>1</sup>

Para ello, la Comisión propuso como objetivo prioritario que más personas estén dedicadas a generar y usar sistemáticamente conocimiento en sus actividades<sup>2</sup> en todos los ámbitos del quehacer humano y en los diversos espacios de nuestra sociedad, para que Chile tenga una capacidad expandida de conducir y estimular su desarrollo (ver anexo n° 1).

Como Consejo, respaldamos y adherimos a las propuestas de dicho informe, pues compartimos la convicción de que fortalecer y movilizar el talento humano es el principal aporte que el Estado puede hacer al momento de promover la CTI.

1. Comisión Ciencia para el Desarrollo (2015), “Un sueño compartido para el futuro de Chile”, CNID, página 12.

2. Se usa la definición de investigador que hace la OCDE, esto es: profesionales que involucrados en la concepción o creación de nuevo conocimiento, productos, procesos, métodos y sistemas y en la gestión de los respectivos proyectos.

Fuente: OECD: Glossary of statistical terms.



HACERSE PARTE Y COLABORAR: CONDICIONES PARA LA CTI EN UN CONTEXTO DE COMPLEJIDAD

Incrementar y movilizar el talento humano es una condición fundamental para que Chile pueda transitar en esta nueva fase de su desarrollo. Junto con ello, debemos ser capaces de orientar nuestros esfuerzos de manera coherente con el reconocimiento de la complejidad del desarrollo, y transformar la forma en que tradicionalmente hemos entendido el aporte y la promoción de la CTI.

Hoy coincidimos en que el valor de las ciencias, las tecnologías y la innovación va mucho más allá de la contribución que pueden hacer al dinamismo económico. Esto no refleja una dicotomía entre los objetivos de la investigación y de la innovación, sino que da cuenta de la transversalidad de cada una de sus dimensiones.

Así, por ejemplo, las empresas –siendo el principal agente de la innovación– actualmente necesitan innovar no solo en función de sus objetivos de rentabilidad, sino también –y en algunos casos sobre todo– para hacer sus operaciones ambiental y socialmente sostenibles.

Por su parte, quienes desarrollan la actividad científica tienen un rol crítico en procurar que su labor aporte en el avance hacia el desarrollo deseado, para lo cual existen diversos canales. Ciertamente es valioso cuando el avance del conocimiento se vuelca a solucionar problemas o se transforma en nuevos productos o servicios. Pero también cuando nos permite comprender mejor la realidad que nos rodea, así como los

fenómenos emergentes, iluminando nuestras conversaciones y debates. Las formas de conectar la investigación con el entorno son diversas y cada una tiene valor.

Esta mirada amplia del aporte de la CTI debe ir acompañada por un mayor encuentro de sus distintas vertientes. El contexto de complejidad nos demanda establecer la colaboración como rasgo fundamental de nuestra acción. Desde luego, apostando a la confluencia de las distintas disciplinas, de las ciencias y de las humanidades. Pero, asimismo, a la de todos los actores que conforman nuestra sociedad. De esta forma, el abordaje de los retos y el aprovechamiento de las oportunidades que se abren, podrán ser asumidos considerando las distintas miradas, valores e intereses. Superar la hegemonía de una sola perspectiva es el camino que nos permitirá dar cuenta de la riqueza y de la complejidad de los fenómenos, iluminando nuestra comprensión de los mismos y abriendo posibilidades de innovar. Y en ese proceso en que nos proponemos avanzar, las políticas de fomento de la CTI pueden ser clave para fomentar el encuentro. La colaboración genera por sobre todo espacios de conocimiento y entendimiento mutuos, que derivan en la generación de confianzas y en un mejor tejido social.

Chile tiene una enorme oportunidad construyendo desde lo que somos. Conocer y promover las singularidades geográficas, territoriales,

Superar la hegemonía de una sola perspectiva es el camino que nos permitirá dar cuenta de la riqueza y de la complejidad de los fenómenos, iluminando nuestra comprensión de los mismos y abriendo posibilidades de innovar. Y en ese proceso en que nos proponemos avanzar, las políticas de fomento de la CTI pueden ser clave para fomentar el encuentro. La colaboración genera por sobre todo espacios de conocimiento y entendimiento mutuos, que derivan en la generación de confianzas y en un mejor tejido social.

históricas de nuestro país nos provee del sustrato primordial sobre el cual pueden florecer las oportunidades de preservación, de adaptación y de innovación. Por eso, apostamos por el despliegue de la CTI a lo largo y ancho de nuestro territorio y por su inclusión en las diferentes esferas de nuestra sociedad.

Creemos que la clave del éxito estará en nuestra capacidad de sostener esfuerzos de largo aliento que reúnan distintas perspectivas en un diálogo constructivo basado en la honestidad intelectual y en el respeto.

Esa ha sido parte de la búsqueda y experiencia de este Consejo, y es nuestra convicción que existe un amplio espacio de acuerdo que puede convocar a un esfuerzo colectivo a favor de un mejor y mayor uso de la

CTI para el desarrollo nacional.

Las propuestas que se presentan a continuación buscan plasmar la visión que hemos expuesto a lo largo de este documento. Ellas no apuntan a reemplazar aquello que hoy se está realizando, ni tampoco representan todo aquello que será preciso hacer en los próximos años para avanzar en esta transición.

Son iniciativas que ofrecen nuevos espacios y nuevas lógicas que abren caminos para nuestro avance, y que, de implementarse, no solo generan un alto impacto directo, sino que también se constituyen en sustrato de otros esfuerzos en esta misma dirección.

**Mobilizar recursos para un mayor esfuerzo en CTI: el desafiante contexto en que nos desenvolveremos en el futuro cercano**

La inversión en I+D no es un lujo sino un requisito para alcanzar el desarrollo. Más aún, en el actual contexto, es imprescindible un renovado despliegue de esfuerzo y acción en este campo. Necesitamos avanzar más rápido y sabemos que en países como el nuestro –con economías intensivas en recursos naturales- es clave un impulso inicial decisivo por parte del Estado. ¿Es suficiente el ritmo actual de inversión pública? ¿En que situación nos deja al año 2030?

De acuerdo a los datos reportados por la OCDE, el gasto en I+D entre 2009 y 2014 (únicos datos comparables disponibles) se incrementó a un ritmo de 5,8% promedio anual, es decir dos puntos por sobre el crecimiento promedio del PIB en el periodo (3,8%). Ello fue la resultante de un aumento promedio anual de un 4,8% del aporte público a la I+D y de un 10 % en el caso de la I+D privada. Si se mantiene un crecimiento del gasto promedio anual de 5,8% en I+D y de un 3,8% del PIB, a 2030 recién estaríamos llegando a un gasto del 0,58% del PIB. De esta forma, Chile seguiría siendo el país de la OCDE que menos invierte en I+D y quizás ampliaría su brecha respecto a la media de los países avanzados. Si quisiéramos llegar en 2030 a un 1% del PIB, con un aumento mode-

rado de la participación privada (de un 32 a un 40%), estamos obligados a un esfuerzo sustantivamente mayor al realizado hasta ahora. Por una parte, el gasto público debería crecer al 8,8% anual y, por otra, el gasto privado debería hacerlo a un 11% anual.

El actual contexto de compromisos de los recursos públicos supone que en el corto plazo la posibilidad de incrementar el aporte público a I+D pasa por la reasignación de fondos desde otras partidas. En el corto plazo esto puede verse como un juego de suma cero, donde lo que gana la CTI lo pierde otro sector. Sin embargo, invertir en I+D puede justamente hacer disminuir las necesidades de gastos corrientes y de inversión en rubros como salud, infraestructura, manejo de desastres naturales, provisión de agua potable, etc. El reto está entonces, en conectar mejor el esfuerzo de I+D con las necesidades de nuestra sociedad.

Un esfuerzo público de esta naturaleza, sin duda, genera una señal poderosa hacia el sector privado, estimulando a los actores a innovar para abordar esos desafíos. Pero junto a ello, es preciso ser creativos en generar nuevas formas de promover la inversión privada en I+D.

Las propuestas de este documento reconocen este contexto desafiante y buscan precisamente ofrecer formas novedosas, pero realistas de dar el salto que necesitamos.

## Cinco propuestas para un nuevo impulso transformacional

No nos cansamos de repetirlo: Chile necesita hacer un esfuerzo en ciencias, tecnologías e innovación inmensamente superior al que hemos estado haciendo.

Para que ello ocurra, no basta con declararlo. Tampoco es suficiente demandar más recursos al Estado. Las proyecciones del presupuesto público indican que los próximos años enfrentaremos un cuadro muy restrictivo, con un alto componente de gastos ya comprometidos. Un aumento significativo de financiamiento de la CTI, pasa por dar prioridad a esta por sobre otras áreas de necesidad, así como por movilizar nuevas fuentes de recursos.

Conscientes de este escenario, las propuestas que planteamos buscan aportar una respuesta creativa a las limitaciones que enfrentamos en el corto plazo.

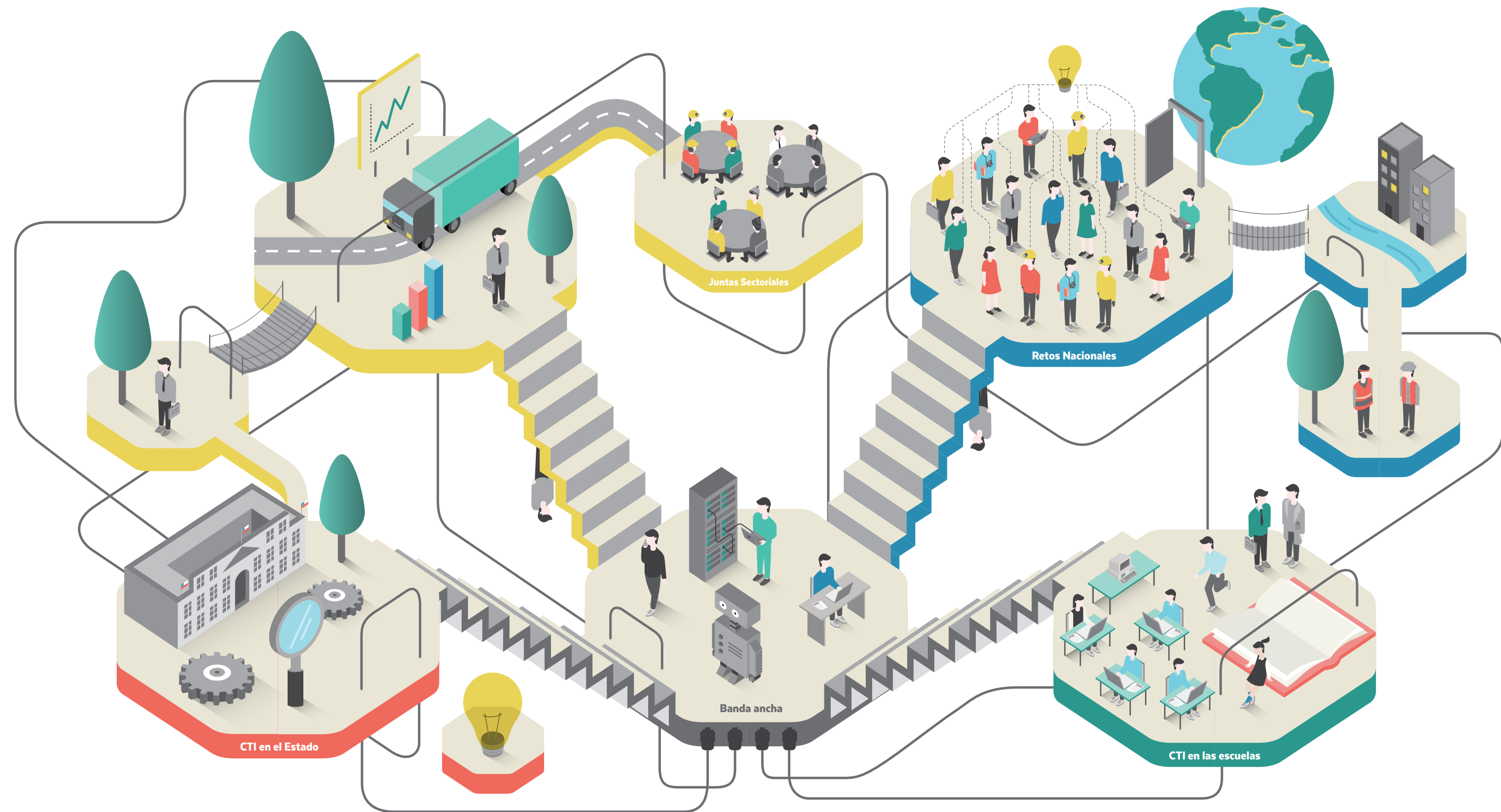
Ellas no son el fruto de la inspiración de unos pocos, sino que reflejan un aprendizaje compartido a través de múltiples diálogos y conversaciones, y se asientan en algunas convicciones fundamentales que compartimos como Consejo.

La primera es que nuestro objetivo como país debe ser avanzar hacia un desarrollo sostenible social y ambiental, y en este contexto, parte de nuestro aprendizaje es que más que definir el camino exacto a transitar, debemos apuntar a expandir nuestras capacidades de actuar en distintos escenarios, haciendo de la CTI un componente fundamental de este proceso. En consecuencia, las medidas

privilegian concordar mecanismos que permitan dar un fuerte impulso al esfuerzo nacional en la materia y desplegar el talento de nuestros habitantes. Y junto a este esfuerzo de abrir espacios para todos y todas, proponemos algunos impulsos transformadores focalizados donde, además de proponer ámbitos específicos—que creemos gravitantes—, concentramos nuestra atención en instalar mecanismos institucionales que permitan generar esta capacidad y sostener estas opciones en el tiempo.

Además, asumimos que la viabilidad de la estrategia se sustenta en los acuerdos logrados durante su elaboración. El énfasis puesto en el diálogo y construcción de acuerdos se refleja en el respaldo expreso que actores directamente involucrados le otorgan a medidas que les conciernen. De este modo, el propio proceso de elaboración de esta estrategia ha permitido generar condiciones para que las propuestas tengan los apoyos críticos para materializarse.

Finalmente, apostamos por un conjunto acotado de propuestas de envergadura, antes que una larga lista de recomendaciones, fijando la atención y los esfuerzos en iniciativas que realmente tengan un impacto transformador y que le hagan sentido a la ciudadanía y sus preocupaciones más profundas. Buscamos conciliar la ambición con el realismo, asumiendo que estamos desarrollando capacidades para transitar en este nuevo camino.





## I. Una invitación a ser grandes: Retos Nacionales para el Desarrollo

Acordar un procedimiento que –incorporando las preocupaciones de la gente– permita seleccionar grandes desafíos país donde la CTI pueda hacer una contribución relevante, con un horizonte de al menos diez años.

En Chile hemos tenido serias diferencias sobre el rol que puede jugar la política pública para favorecer el despliegue de nuevas actividades. Estas conllevan el riesgo de que las políticas tengan alta variabilidad de gobierno en gobierno, atentando así contra la posibilidad de que tengan impacto. Hoy podemos ponernos de acuerdo en cómo actuar en este plano y dar señales claras hacia los distintos actores del sistema.

Coincidiendo en que es clave dejar un amplio espacio para que la creatividad de las personas se exprese y se vaya haciendo cargo de lo que trae un futuro que no podemos predecir –y menos aún controlar–, hemos avanzado también en un amplio acuerdo: dado nuestro tamaño, Chile no puede pretender ser excelente en todo. Algún tipo de focalización debiera orientar al menos parte de los esfuerzos que el sector público despliega en este campo. El llamado es resolver cómo definir esa focalización y en base a qué criterios guiar la acción pública.

Tradicionalmente, la discusión sobre cómo ejercer selectividad se ha orientado al ámbito de los sectores de actividad económica. Ello nos condujo inmediatamente al enfrentamiento de posiciones sobre la factibilidad y legitimidad de “elegir sectores ganadores” desde el Estado. Más allá de entrar a discutir los méritos relativos de cada una de estas posiciones, hoy como Consejo postulamos una mirada distinta respecto a este tema.

Proponemos un cambio de paradigma: seleccionar propósitos nacionales, no sectores. Así, además de superar la vieja discusión de selectividad con la que hemos convivido, podemos conectar y mostrar el aporte de la CTI a las preocupaciones que nos importan a todos y todas, muchas veces conectando las dimensiones de lo económico, social y ambiental en desafíos que efectivamente son transversales.

Se trata de grandes propósitos nacionales que aborden problemas y/o oportunidades singulares de nuestro país. Por ejemplo, los desastres de origen natural. Sabemos que Chile es la nación más afectada por estos eventos en el mundo y que, producto del cambio climático, estos se están incrementando en frecuencia e intensidad. Los desastres afectan directamente la vida y el bienestar de las personas, por lo que su prevención y mitigación son objetivos que nos reúnen como chilenos y chilenas. Como país ya hemos logrado una posición de liderazgo en

materia de terremotos, pero estamos también crecientemente expuestos a aluviones, inundaciones, incendios de gran magnitud, tsunamis. ¿Por qué entonces no ser líderes mundiales en la capacidad de prevenir, enfrentar y recuperarnos ante desastres naturales? ¿Por qué no orientar parte de nuestro esfuerzo en CTI a esta causa y desde ahí atender un problema fundamental de nuestra población y a la vez desarrollar tecnologías e innovaciones que ayuden al mundo a enfrentar este reto?

Este es solo un ejemplo. Existen otros propósitos relevantes y propios de nuestra condición que se pueden agregar, como ser líderes en una minería ambientalmente sustentable, en la generación de energías limpias (particularmente la solar), o en solucionar los problemas de obesidad que hoy afectan gravemente a nuestra población infantil.

En todos estos y otros casos imaginables, se confronta un desafío de interés público, anclado en alguna singularidad de nuestro territorio o sociedad, y donde la innovación, la investigación científica y el desarrollo tecnológico son críticos. Todos ellos requieren de una significativa alineación de políticas públicas, así como del concurso público y privado, tanto del mundo de las empresas y emprendedores de muy diversos sectores como de organizaciones de la sociedad civil. Movilizar esas energías, requiere de una señal potente de compromiso de perseverar en el abordaje de un reto determinado, pues ello es condición base para que los actores concentren naturalmente sus esfuerzos en torno a ese propósito.

Desde países muy diversos tenemos ejemplos de cómo se ha usado la CTI para enfrentar grandes retos nacionales orientados por propósito, permitiéndoles posicionarse como líderes mundiales en los ámbitos abordados. Es el caso de Holanda en el manejo del agua, Dinamarca con las energías renovables, o Israel con las tecnologías de riego en el desierto. Nosotros también podemos tomar ese camino.

En cierto modo, la instalación del Fondo de Inversión Estratégica (FIE), al alero del Ministerio de Economía, apuntó en esta dirección al establecer un mecanismo para financiar intervenciones que tienden a quedar fuera de las prioridades de los ministerios sectoriales, pero que son claves para conseguir objetivos complejos. A partir del aprendizaje de esa experiencia, creemos que es posible diseñar un mecanismo que lo perfeccione en su operación y lo focalice hacia un conjunto más acotado de retos nacionales, proyectándolo en el tiempo.

En concreto, proponemos establecer un procedimiento que –incorporando las preocupaciones de las personas– permita seleccionar un número acotado de grandes retos nacionales que puedan ser trabajados con horizontes de al menos diez años y con una conducción que reporte directamente a la Presidencia de la República. Planteamos que la implementación de los programas de trabajo asociados a los retos cuente con financiamiento propio, pero que el grueso de los recursos movilizados provenga de las reparticiones públicas y de los actores privados relacionados. Sin perjuicio de ello, proponemos que exista un



fondo de recursos de mil millones de dólares, disponible para financiar inversiones o actividades específicas absolutamente necesarias para el éxito de los programas, pero que no se puedan implementar a través de los conductos públicos actualmente existentes. Este fondo sería una suerte de continuador del actual Fondo de Inversiones Estratégicas (FIE).

Una vez aprobados, estos propósitos deben convertirse en una política de Estado que sea asumida como una responsabilidad especial por parte de los ministerios y servicios de los distintos gobiernos. La principal tarea del equipo conductor sería coordinar y articular los esfuerzos de los agentes públicos y privados, haciéndose así cargo de la principal dificultad que hoy se enfrenta para abordar desafíos complejos que sobrepasan las lógicas sectoriales.

El proceso de selección de los retos, así como el seguimiento de los avances logrados, son aspectos particularmente críticos de esta iniciativa.

Por ello, el CNID propone que en la selección de los retos se considere la participación efectiva de la ciudadanía, avalada por un comité de personas de alto prestigio y diversidad, que asegure la absoluta independencia de su funcionamiento, resguardando la legitimidad del proceso. Los retos a abordar podrán ser presentados por órganos públicos, académicos, empresariales o de la sociedad civil, mostrando la relevancia de apostar por ellos.

Los sistemas de decisión deberán contar con los tiempos y recursos suficientes para analizarlos, considerando incluso estudios

complementarios de ser requeridos. Entre los criterios de selección debieran considerarse al menos los siguientes:

- ❖ Responder a una condición singular de Chile
- ❖ Orientarse por propósitos que respondan a problemas o necesidades relevantes
- ❖ Contar con potencial de generar valor para el mundo
- ❖ Tener una justificación poderosa de la necesidad de intervención especial del sector público
- ❖ Contribuir positivamente a la sostenibilidad ambiental y a la cohesión social, y que dicha contribución sea claramente evaluable

El abordaje del reto requerirá una hoja de ruta clara, pero posible de ajustar con aprobación del comité. Una vez al año, el equipo a cargo de la implementación deberá entregar una rendición de cuentas, mostrando en detalle el avance en indicadores de desempeño y justificando la mantención del programa. Más allá de los recursos para financiar la operación del equipo a cargo de la implementación del reto, la asignación de recursos para proyectos específicos se hará caso a caso por parte del Comité. Todo lo anterior será de acceso público y tendrá que ser comunicado a través de un sitio web especialmente dedicado.

El proceso de diseño del procedimiento que proponemos, debiera contar con apoyo de expertos internacionales y beneficiarse de la experiencia del funcionamiento del Fondo de Inversiones Estratégicas (FIE).

UNA NOTICIA QUE QUISIÉRAMOS LEER A PROPÓSITO DE ESTE IMPULSO

## CHILE HA HECHO UN PARAÍSO TURÍSTICO DEL DESIERTO MÁS ÁRIDO DEL MUNDO

Con un hostel en un pequeño predio en las inmediaciones de San Pedro de Atacama, Roberto Amaral y Constanza Montes reciben a turistas de todas partes del mundo y les ofrecen una experiencia inolvidable. Frutas y hortalizas cultivadas en la zona por sus vecinos, artesanía que rescata las raíces locales, noches de estrellas guiadas por los profesionales de los observatorios astronómicos, y una vida que saca su energía del sol del Norte Grande.

A principios de este siglo, Chile se planteó el desafío de aprovechar la energía solar para dotar de agua la zona mas árida del planeta. Sorteando la escasez de agua y el desplazamiento al sur de los frutales por cambio climático, usaron el conocimiento y la tecnología para hacer del Sol su principal socio, recuperando agua del mar y permitiendo mantener vivos los ecosistemas de la zona. Hoy el país se encuentra a la vanguardia mundial de una serie de desarrollos asociados a la energía solar, el aprovechamiento del agua de mar, la comprensión del desierto

y el involucramiento de las comunidades en mantener vivos modos, tradiciones y naturaleza. En ese contexto nació el negocio que manejan con orgullo Roberto y Constanza.

El trabajo conjunto con los centros de investigación y tecnológicos, no solo ha permitido generar soluciones concretas a la sobrevivencia y desarrollo de las familias de ese territorio, sino que ha integrado las ciencias a su día a día, en especial la astronomía y el conocimiento del desierto con sus particulares formas de vida.

Este proyecto ha generado un gran interés a nivel global, dada la conjunción de diversos enfoques científicos en juego, el apoyo que ha logrado de numerosos organismos públicos y privados, incluyendo a varios ministerios clave en la materia junto con fondos de capital de riesgo que se han sumado de forma temprana a esta iniciativa que reporta directamente a la Presidencia de la República.



## II. Un camino para actuar colectivamente: Juntas de inversión empresariales para I+D+i sectorial

Diseñar una contribución obligatoria para realizar I+D+i en torno a los desafíos colectivos sectoriales, bajo la conducción y administración de las empresas del sector organizadas para esos efectos.

En Chile existen diversos estímulos para que las empresas innoven, entre los que se cuentan las líneas de apoyo de Corfo y el mecanismo de incentivo tributario a la I+D. Estos mecanismos ya cuentan con una importante trayectoria y son una ayuda efectiva para las empresas que buscan ejecutar proyectos de innovación. Asimismo, a lo largo de los años se ha ido desplegando un conjunto de herramientas que apoyan el surgimiento y la primera expansión de nuevos emprendimientos.

Sin embargo, no contamos con mecanismos de similar calibre para asistir las necesidades de I+D+i que tienen las empresas a nivel colectivo, como sector de actividad. Lo cierto es que existe, y existirá cada vez más, un importante número de desafíos que las empresas no pueden asumir de manera individual, ya sea porque son demasiado costosos y los beneficios se van a distribuir muy rápidamente entre todas las firmas del sector, o bien porque la posibilidad de tener éxito requiere de la participación de todas las firmas. Los efectos del cambio climático, las nuevas exigencias ambientales y las oleadas transformadoras que están generando los cambios tecnológicos (industria inteligente, Internet de las Cosas, “Big Data”, entre otros), son algunos de los elementos del contexto actual que hacen más patente a las empresas la necesidad de unirse para abordar desafíos comunes.

¿De qué tipo? Los desafíos pueden consistir en la formación de personas altamente especializadas, o programas y proyectos de I+D+i en ámbitos de relevancia sectorial (por ejemplo, problemas ambientales, nuevas variedades de plagas o enfermedades, desarrollo de estándares), crear centros de transferencia y servicios tecnológicos, e incluso formar empresas de base tecnológica que provean de bienes y servicios indispensables para el sector.

Sin embargo, actuar de manera colectiva supone un aprendizaje en que recién nos iniciamos. Coordinar y poner de acuerdo a todas las firmas de un sector ya es un gran desafío, que se hace más grande si buscamos la cooperación financiera que permita desarrollar una agenda común de I+D+i, que por su naturaleza tiene dividendos inciertos.

La formación de institutos o centros de investigación y transferencia de carácter público ha sido una de las formas tradicionales de abordar este tipo de desafíos de I+D+i. Desde los años ‘60 varias de estas instituciones han efectuado importantes aportes al desarrollo de los sectores donde se han insertado, pero también han enfrentado dificultades asociadas a asegurar que se orienten en función de las necesidades efectivas de los sectores a los que buscan atender, o a las inflexibilidades propias de la institucionalidad pública y, sobre todo, problemas para asegurar el financiamiento que les permita mantenerse vigentes. A pesar de que estos esfuerzos son válidos y necesarios, se revelan insuficientes respecto de la envergadura de los desafíos que hoy enfrentamos.

Por ello, proponemos establecer un mecanismo que facilite la realización de iniciativas colectivas sectoriales de I+D+i. Dicho mecanismo consiste en una contribución de un porcentaje de las ventas para todas

las empresas con facturaciones superiores a 100.000 UF, cuya recaudación sea devuelta a las empresas para que se destine a desarrollar programas de I+D+i de beneficio sectorial colectivo, bajo la conducción de una junta representativa de todas las firmas del sector.

En este esquema, el Estado interviene para replicar a nivel corporativo-sectorial las mejores prácticas de las compañías más innovadoras del mundo: indexar o destinar un porcentaje sobre las ventas sectoriales a la inversión en I+D+i, mediante el cobro de un impuesto paralelo, que es la forma más fácil y transparente de cumplir con el doble propósito de, por una parte, superar el problema de coordinación que significa recaudar recursos para acciones de I+D de beneficio amplio y, por otra, evitar que hayan grandes beneficiarios de los resultados, que no aporten. El Estado tiene, asimismo, el deber de supervisar que se respete el espíritu de la ley en la utilización de los recursos.

La ley que crea el impuesto, debiera establecer el derecho de las empresas contribuyentes a destinar los recursos que les recaudan a la Junta de Inversión en I+D+i de su elección. En caso de que no establezcan una opción, los recursos pasarían directamente al erario público.

Las Juntas debieran explicitar sus objetivos con anticipación, y plantear programas con horizontes temporales limitados o renovables en función de los resultados obtenidos. Obviamente, a través de su participación en la administración de las Juntas de Inversión, las empresas participantes irán ajustando dichos programas, aunque siempre en función de la búsqueda de resultados públicos<sup>1</sup>.

La lógica de establecer la contribución para las empresas de mayor tamaño, pero abrir la participación en la conducción de la Junta de Inversión a las firmas de menor envergadura del sector, es que estas últimas tienen más dificultades para implementar las innovaciones que surgen de los procesos de I+D y logran generar menos beneficios de la innovación (ver capítulo 3), pero su participación es importante para el funcionamiento global del propio sector.

A modo de referencia, de implementarse con una tasa de 0,1% de las

1. En el caso que se genere propiedad intelectual, los resultados deberían estar abiertas para las empresas nacionales y para quienes operan en el país, y pueden licenciarse para operaciones de no nacionales en el exterior. Los ingresos obtenidos se reinvertirían en las actividades definidas por la Junta.
2. Para este cálculo se usaron las cifras de ventas por tramos de empresas reportadas por el SII.
3. Ver Romer, P. (1993) “Implementing a National Technology Strategy with Self-Organizing Industry Investment Boards”, Brookings Papers: Microeconomics 2, 1993.

ventas de empresas que facturan más de cien mil UF, este mecanismo generaría recursos adicionales para I+D por US \$ 731 millones<sup>2</sup>. Esto representa cerca de un 0,3% del PIB y equivale a un incremento de un 73% en el gasto total de I+D que Chile realiza actualmente.

La fórmula propuesta se inspira en un planteamiento realizado en 1993 por Paul Romer, actual economista jefe del Banco Mundial, como una forma de superar los problemas que limitan la realización de I+D+i colectiva, pero a través de un mecanismo que mantiene los incentivos del mercado para premiar iniciativas exitosas y castigar las ineficientes. La idea es que las empresas se coordinan no para ofrecer sino demandar y financiar el pago de servicios que prestan otras entidades especializadas, tales como empresas de base tecnológica, centros científicos y tecnológicos, universidades y otros. Esto implica que debe tener un funcionamiento profesional, capaz de identificar y organizar los requerimientos comunes a todas las empresas, al tiempo que presentar proyectos técnicamente consistentes.<sup>3</sup>

Varios países –muchos de ellos intensivos en recursos naturales– han desarrollado instrumentos o mecanismos similares. Entre ellos Noruega, Argentina y Colombia (ver recuadro).

Sobre la base de la favorable acogida a esta propuesta que hemos identificado en los diálogos con diversos empresarios y dirigentes empresariales, el CNID propone el establecimiento de una comisión interministerial, liderada por el Ministerio de Hacienda, que conduzca una discusión sobre la base de estas ideas, con vistas a concordar una propuesta detallada que permita implementar legalmente un mecanismo de esta naturaleza. La preparación de dicho mecanismo legal debe contar con una amplia participación de representantes del sector privado, particularmente de las asociaciones empresariales sectoriales. Una forma de avanzar progresivamente en esta dirección e ir afinando el mecanismo, podría ser comenzando con algunos sectores donde esta necesidad sea particularmente sentida por las empresas y así lo comuniquen a través de su organización gremial.

**Dos experiencias de organización de I+D+i colectiva**

**Noruega**

En 2001 se establece el Fondo Noruego de Investigación Acuícola financiado por una tasa de 0,3% de las exportaciones del sector pesquero (US\$18 millones anuales). Este aporte es completamente voluntario, no forma parte de la carga tributaria ni del presupuesto de la nación, lo que asegura que no pueda ser destinado a otros fines.

El directorio a cargo del fondo está formado por cuatro líderes de la industria pesquera, dos representantes de los sindicatos y un observador del Ministerio de Ciencia y Tecnología. Recibe recomendaciones de comités asesores de la industria pesquera, incluyendo pesca artesanal y hace un estrecho seguimiento de las necesidades y preferencias de la industria. Su propósito es que la I+D se traduzca en resultado útiles para la industria, siendo su lema: “la ciencia es dinero que se transforma en conocimiento; la innovación es conocimiento que se transforma de nuevo en dinero”.

**Argentina**

En Argentina existen varias experiencias interesantes. Una fue impulsada por los productores de arroz de la provincia de Entre Ríos que, ante el declive de su productividad en 1999, le piden al gobierno

provincial que les impusiera una tasa destinada exclusivamente a financiar CTI en el Instituto de Tecnología Agrícola (INTA) de la provincia. La experiencia fue muy exitosa, pues gracias al desarrollo de una nueva variedad pudieron no sólo revertir la baja de productividad, sino que se transformaron en líderes en este rubro.

Otra experiencia fue impulsada por la cámara del sector metalme-cánico argentino (ADIMRA) que reúne a 35 asociaciones y 24 mil empresas. El año 2001 solicitaron al Gobierno que se impusiera una contribución obligatoria a las empresas del sector a fin de poder contar con recursos para operar de manera más técnica. A través de un decreto se estableció una contribución obligatoria de entre 1 a 2% de la planilla salarial a las empresas del sector para financiar ADIMRA.

Comenzaron con centros de formación y ahora invierten en centros tecnológicos que incorporan formación y apoyan la formulación de proyectos de innovación que se presentan a los fondos públicos, e incluso la provisión de servicios tecnológicos. En este último caso, se ha invertido en maquinaria y equipos que son muy caros para que una pyme los sostenga. Es el caso, por ejemplo, de impresoras 3D (que requieren además personal especializado), o de una cámara que analiza la compatibilidad electromagnética de equipos (US\$ 1 millón). Experiencias similares han sido impulsadas por el sector de electrónica de Córdoba y el de maquinaria agrícola en Rosario (CIDETER).

OTRA NOTICIA QUE QUISIÉRAMOS LEER A PROPÓSITO DE ESTE IMPULSO

**EL SECRETO A VOCES QUE IMPULSA LA INDUSTRIA DEL VINO**

En la última década del siglo XX, cuando comenzó su trayectoria en la industria del vino, Manuel Espejo sabía que uno de los aspectos clave del negocio, era ser muy cuidadoso y no compartir información estratégica con la competencia. Treinta años más tarde el escenario cambió radicalmente. Compartir información y generar planes y estrategias conjuntas no solo se volvió relevante, sino que pasó a ser un elemento imprescindible de crecimiento disruptivo para este sector de la economía.

Haciendo uso del mecanismo de la Ley de I+D Sectorial Colectiva, Viña Espejada es una pequeña empresa que forma parte de la unión de productores de vinos de O’Higgins, Maule, Biobío y Araucanía, que han logrado establecer la Junta de Inversión (privada) que está gestionando un fondo de US\$10 millones, que en los últimos ocho

años les ha permitido aplicar los avances tecnológicos en biotecnología, genética, bioinformática y medio ambiente para el desarrollo de un kit de detección temprana de presencia de virus y patógenos y mejoras en variedades resistentes que hacen la diferencia y se adecuan a los diferentes *terroir* de nuestro país.

El contar con un Banco Libre de Patógenos como gran propósito y herramientas de detección temprana, era un anhelo de muchos empresarios de zonas rurales para volver a creerle a esta actividad y aportar al desarrollo de nuestras regiones, desafío que hubiese sido imposible de asumir de forma individual o en el corto plazo.

Este sueño fue posible gracias a que colectivamente se organizaron junto al Estado para dar un nuevo impulso al vino chileno.

### III. Una capacidad de mirar hacia delante: Un Estado que comprende y se anticipa

Destinar un porcentaje del gasto total de cada ministerio para el financiamiento de I+D+i que responda a desafíos de largo plazo y temas de relevancia pública, concordados de manera transversal.

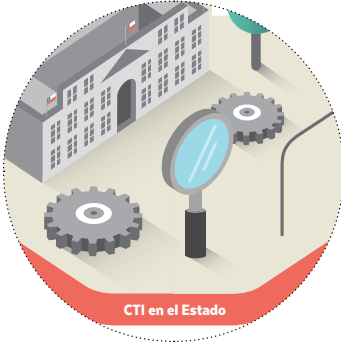
El actual contexto de cambios también supone enormes desafíos para el Estado. El tránsito por un escenario marcado por la combinación de cambios tecnológicos y ambientales que tienen complejos e inciertos impactos sociales, con una población cada vez más conectada y demandante, presenta enormes retos para la forma en que se desenvuelve la acción pública. Hay ciertamente grandes riesgos y el temor a los efectos desestabilizadores de esta oleada de transformaciones puede tener efectos paralizantes, o mantener al sector público respondiendo desesperadamente frente a los eventos que le impone la coyuntura. La propia modernización del sector público es hoy más compleja que antaño, pues la implantación de nuevos sistemas sobrepasa con creces la mera adquisición de nuevos dispositivos tecnológicos, requiriendo modificaciones de prácticas y culturas muy enraizadas en las instituciones, sin mencionar los impactos disruptivos en el empleo y los perfiles ocupacionales.

Pero, este nuevo escenario abre también oportunidades para transformar al propio sector público y su forma de operar. Las nuevas tecnologías de información y comunicación no solo entregan a los ciudadanos un medio de control y de exigencia a la acción del Estado, también pueden ser una herramienta para conocer e integrar mejor sus anhelos y preocupaciones y hacerlos parte de las soluciones. Existe asimismo la posibilidad de usar el avance del conocimiento científico y tecnológico, tanto local como internacional, para evaluar cursos de acción, anticipar y prepararse mejor frente a los efectos previsibles de las tendencias de cambio global.

En este contexto, necesitamos un Estado con mayores capacidades de comprensión, adaptación y anticipación y –sobre todo– más abierto a la inteligencia y a la innovación de la sociedad.

Este es, sin duda, un proceso que tiene diversas aristas y que nos obligará a repensar de manera radical sobre la forma de organizar el Estado y su forma de relacionarse con la ciudadanía. Desde nuestra mirada, creemos firmemente que cualquiera sea el rumbo que tome este ajuste, debe involucrar una mayor y más sistemática vinculación entre el sector público y los centros de generación de conocimiento y de desarrollo tecnológico nacionales.

A través de una relación más estrecha entre ambas partes, se puede lograr una dinámica virtuosa en que, por un lado, el diseño y la ope-



1. Usamos el 2% del gasto en bienes y consumo (item 22 del presupuesto) como una referencia del nivel del gasto que debiera hacerse, pero la idea es que cada Ministerio tenga la posibilidad de proponer la fuente de recursos.

ración de la política pública se beneficien del conocimiento avanzado mientras que, por otro, se generarían incentivos para que parte de la investigación realizada se oriente en función de intereses públicos.

Para estos efectos, proponemos que todos los ministerios del gobierno central destinen obligatoriamente un porcentaje de su presupuesto anual a la contratación de programas de I+D, con horizontes mínimos de tres años. Asumiendo un porcentaje equivalente al dos por ciento del gasto en bienes y consumo de cada ministerio, para el presupuesto de 2016, habría significado una inversión adicional de US\$ 84 millones en I+D, equivalente a un 8,4% del gasto total en I+D<sup>1</sup>. La rentabilidad social de este esfuerzo no tiene por qué ser menor a la de las actividades públicas en ejecución y, de hecho, puede ser mayor, como lo muestran los cálculos efectuados respecto a invertir en I+D para prevención de desastres naturales.

Planteamos que la definición de los objetivos de los programas debiera hacerse en consulta con un comité asesor integrado por ex autoridades ministeriales de gobiernos de distinto signo, junto a científicos y miembros de la sociedad civil organizada.

Así, apostamos a que los ministerios puedan potenciar el desarrollo de actividades de I+D, que generen nuevo conocimiento e innovaciones en temas de relevancia pública que van más allá de la coyuntura y de las urgencias a las que se ven obligados de atender, permitiendo que como país nos anticipemos a los efectos de olas de cambio tecnológico y de fenómenos emergentes, así como aprovechamos el avance del

conocimiento y la tecnología para innovar en las políticas públicas. Un efecto colateral de esta iniciativa es que los ministerios deberán fortalecer su capacidad para actuar como contraparte de quienes desarrollan los proyectos o programas de I+D+i definidos, incrementando así las capacidades propias del Estado.

Proponemos que el proceso de identificación y contratación de proyectos de I+D cuente con la asesoría del futuro Ministerio de Ciencia y Tecnología. Asimismo, el futuro Comité de Ministros de Ciencia, Tecnología e Innovación debería poder recomendar el abordaje de problemas de interés común para la modernización de todos los ministerios como, por ejemplo, el diseño de estrategias digitales avanzadas que se propongan la optimización del gasto público en infraestructura de banda ancha, ciberseguridad y centros de datos, así como en servicios distribuidos que puedan utilizar diversos servicios públicos. También se pueden abordar problemas transversales tales como como el apoyo a estrategias que aseguren disponibilidad y sustentabilidad de los recursos hídricos, abordar el envejecimiento y las enfermedades crónicas, la experimentación de soluciones inteligentes para un gobierno más inteligente y abierto, entre otros.

Proponemos avanzar en la implementación de esta iniciativa partiendo por una glosa inserta en la Ley de Presupuesto para un conjunto acotado de ministerios. A partir de los aprendizajes de esta primera experiencia, se pueden hacer los ajustes para involucrar al conjunto de los ministerios.



### Experiencias de apoyo científico para el fortalecimiento de políticas públicas

#### Australia

Los alcances y responsabilidades de los asesores científicos en el sistema australiano varían según los factores que explican su acción, tales como son el tipo de asesoría –individual, institucional o panel–, la formalidad de la asesoría, el contenido y sus incumbentes –educación, salud, agricultura, medioambiental– y el contexto político. A modo de ejemplo, el Asesor Científico Australiano, establecido en 1989, tuvo como primer desafío coordinar la elaboración de respuestas multidisciplinarias ante el Cambio Climático Global y la necesidad de mantener la actividad científica al nivel de los cambios acelerados del desarrollo internacional. Por su parte la Academia Australiana de Ciencias tiene un rol menos formal en la asesoría científica, puesto que hace disponible su asesoría en respuesta a requerimientos del Gobierno y el Parlamento.

#### Canadá

Los requerimientos por asesoría científica emanan habitualmente desde Departamentos y Agencias cuyo desempeño está basado en las ciencias, tales como son la agricultura, los alimentos, seguridad nuclear, defensa, entre otros. Estos órganos trabajan con científicos expertos en la provisión de evidencias para el diseño de políticas públicas. Igualmente, otros usuarios de asesoría científica incluyen a la industria, transporte, seguridad pública y prevención ciudadana ante emergencias.

De esta forma, la asesoría o experticia científica proviene desde el Consejo Nacional de Investigación y la Organización para la Investigación y Tecnología. Conjuntamente, los Departamentos y Agencias solicitan asesoría desde expertos externos independientes para revisar proveer recomendaciones en la calidad del desempeño en el uso de las ciencias por parte del Gobierno, a nivel de programas y políticas.

Hay tres organizaciones independientes que asesoran científicamente al gobierno federal. En el contexto de la confidencialidad de gabinete, la asesoría científica contribuye en áreas de interés nacional, tales como son la seguridad y salud pública, la protección medioambiental, la explotación de recursos, la creación de riqueza, y la innovación.

#### Finlandia

Aun cuando no existe una estructura formal –como las de Australia o Canadá– el reconocimiento de la necesidad de asesoramiento científico por parte de la oficina del Primer Ministro se ha traducido en la constitución de comités temporales a nivel de Ministerios para acercar el conocimiento científico al diseño de políticas públicas, lo que adopta la forma de Consejos Asesores. Tal es el caso del panel climático en el Ministerio de Medioambiente.

En paralelo, institutos de investigación que funcionan bajo la tutela y financiamiento de ministerios reciben soporte institucional para el desarrollo de actividad científica relacionada. Sus agendas de investigación son variables –respecto de la importancia política– y no cubren todas las áreas del gobierno.

OTRA NOTICIA QUE QUISIÉRAMOS LEER A PROPÓSITO DE ESTE IMPULSO

## POLÍTICAS DE INNOVACIÓN PERMITEN MÁS Y MEJOR ATENCIÓN MÉDICA

Rosalinda Amuncura ha vivido toda su vida en Seno Muerto, un pequeño villorrio de la comuna de Los Lagos, que está tan, pero tan escondido, que hasta hoy no aparece en muchos mapas. Para llegar a Seno Muerto hay que avanzar por sinuosos caminos de tierra y piedras, lo que hace muy difícil llegar hasta allí si no se tiene un vehículo especial y, más aún, si el viaje se realiza en meses lluviosos. Durante las últimas décadas, los habitantes del lugar han estado acostumbrados a recibir solo a dos visitantes habituales: Mario Barrera, párroco de la iglesia de Futaleufú, que hace visitas quincenales en los meses de primavera a otoño, y Albertina Larenas, médico general de zona, que hace todo lo posible por ir cada dos meses.

En mayo de 2029, como uno de los pueblos a lo largo de Chile que fueron elegidos para pilotar la iniciativa, el Ministerio de Salud instaló dispositivos de telemedicina en tres de las 14 casas de Seno Muerto, capacitando a la señora Amuncura y a otros dos vecinos en el uso de los dispositivos que les permiten ser examinados a distancia, accediendo remotamente al 70% de los exámenes médicos de diagnóstico y seguimiento que antes hacía la doctora Larenas, o que significaban la necesidad de viajar por varias horas hasta el Hospital de Chaitén.

A un año de la puesta en marcha del piloto que se realizó en los 6 poblados más aislados de Chile, el resultado ha superado todas las expectativas, mejorando la calidad de vida de estas personas, al mismo tiempo que impactando favorablemente diversos índices de salud.

El proyecto es parte del plan “2% Ministerial”, a través del cual los organismos públicos están dedicando este porcentaje de su presupuesto

a la innovación tecnológica y, en el caso del Ministerio de Salud, a la telemedicina. Con probadas prácticas sociales innovadoras y tecnologías de telemedicina, inteligencia artificial y diseños avanzados en redes de distribución logística, el MINSAL ha fundado la Agencia (de Derecho Privado) pero con Directorio donde participa la mismísima Ministra Lorenza Ramírez y desatacados científicos, ONG y empresarios del país.

Para poner en marcha la Agencia, se especificó que el presupuesto inicial base del Ministerio de Salud del 2%, buscaría implementar seis pilotos en las localidades de Codpa (Arica), Pozo Almonte (Iquique), Vicuña (Coquimbo), Quillota (Valparaíso), Seno Muerto (Los Lagos), Coyhaique (Aysén) y Punta Arenas (Magallanes) para llevar al alcance del mundo rural y alejadas ciudades de los centros de salud más avanzados del país, el mejor conocimiento de centros de salud del mundo en diversas áreas de atención al alcance del bolsillo de todos y en horarios 24/7.

Además de permitir la realización de exámenes a distancia, el ambicioso plan está buscando armar una red tipo Uber de médicos que deseen atender en centros remotos, sumado al uso intensivo de herramientas de inteligencia artificial en alianza con los principales centro de salud del mundo y de las grandes ciudades de Chile, junto a la redefinición de una red de atención basados en dispositivos móviles y recomendadores de localizaciones de centros de Salud, se hacen realidad gracias a este nuevo espacio flexible, articulador y de largo plazo en la gestión de I+D+i.



## IV. Una condición para despegar: Banda ancha y Estado digital de Visviri a Cabo de Hornos



Promover una amplia digitalización de los servicios que realiza el Estado, de forma que se generen condiciones de infraestructura digital que permita el intenso despliegue de las redes y su aprovechamiento por parte de las pymes y los ciudadanos.

La infraestructura digital de banda ancha y alta calidad no es lujo de país rico, sino una condición habilitante para el desarrollo y el bienestar de toda la población del país. Hoy es tan indispensable para el desarrollo como lo son las infraestructuras de energía, agua y de transporte. En efecto, el aumento de la productividad de los sectores tradicionales de la economía, la emergencia de nuevos sectores industriales y de servicios, así como la modernización del Estado para el siglo XXI y la conexión con el mundo en todas las áreas, requieren de una infraestructura de banda ancha de alta velocidad, de alta calidad, de alta capilaridad y de gran resiliencia.

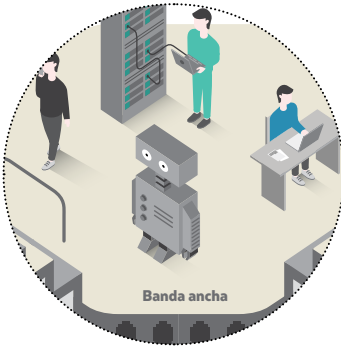
Chile ha dado pasos significativos en su desarrollo digital. Actualmente, casi la totalidad de los mayores de quince años usan teléfono móvil y más del 60% de los hogares tiene acceso a Internet (CEPAL, UIT), al igual que gran parte de las empresas. Sin embargo, más que nivelar

la cancha de acceso a la información y al conocimiento, o permitir el despliegue de las capacidades creativas, o de aumentar la productividad de las pymes en Chile, Internet se ha consolidado como un bien de consumo usado preferentemente como fuente de entretenimiento y como plataforma de comunicación personal.

Ciertamente, no hay nada malo en estas manifestaciones, pero en Chile (al igual que en el resto de América Latina) adquieren proporciones desmesuradas (CEPAL, 2016). De esta forma, no solo se desperdicia el poder de transformación creciente que proporcionan estas tecnologías, sino que disminuyen los incentivos para que en el país se desarrollen las inversiones necesarias para aprovechar el enorme impacto que puede tener en nuestro bienestar colectivo un despliegue masivo de conectividad de banda ancha. Si seguimos el actual rumbo de avance, las oportunidades y beneficios de este proceso se concentrarán en las familias de mayores ingresos y en las empresas más grandes. Con ello, el propio avance en el despliegue de banda ancha se volverá más lento, pues no habrá suficiente clientes (tráfico) para justificar las inversiones.

Podemos ver cómo hay signos de que este proceso ya se encuentra en marcha en nuestro país.

En primer lugar, presentamos una importante y creciente brecha respecto a los países de la OCDE. Menos del 10% de las empresas y 2% de los hogares tienen acceso a Internet de alta velocidad ( $\geq 30$  Mbps).



Desde 2009, la brecha en materia de velocidad de acceso a Internet se ha ido ampliando respecto de los países de la OCDE. Y aun cuando Chile tiene un ingreso per cápita que es poco más de la mitad de la media OCDE, los precios por 15 Mbps mensuales (US\$ PPC) son 80% superiores al promedio de tales países.

En segundo lugar, las disparidades de acceso a Internet son muy significativas, tanto en términos de ingreso como geográficas. Actualmente, más del 80% de los hogares del veinte por ciento más rico tiene acceso a Internet, comparado con solo el 30% en los hogares del veinte por ciento más pobre. De hecho, las comunas de la zona oriente de Santiago tienen mucho más acceso que las zonas más populares de la capital, que las capitales regionales y las zonas rurales. Al mismo tiempo, las empresas tienen un acceso y un uso de Internet extremadamente heterogéneo.

Estas brechas evidencian que Chile presenta limitaciones estructurales y también institucionales para desarrollar una infraestructura digital que favorezca el desarrollo basado en la innovación y el conocimiento. Actualmente, no disponemos de la infraestructura para aprovechar plenamente las oportunidades que ofrece Internet de las Cosas para los sistemas productivos y logísticos, la manufactura avanzada para la industria, las TIC para la agricultura de precisión y la telemedicina para la salud. Solo los hogares de mayores recursos y las grandes empresas están en condiciones de pagar servicios dedicados de alto estándar.

El país corre el riesgo de desaprovechar las nuevas olas de profundas transformaciones que ocurrirán en el transcurso de las próximas décadas y de que se acrecienten las distancias entre grupos sociales y entre empresas. El acceso a una infraestructura digital de calidad, se perfila como uno de los pilares de la inclusión en el siglo XXI.

De acuerdo a estimaciones de la Subsecretaría de Telecomunicaciones,

para poder tener una Internet de banda ancha al nivel de los países de la OCDE con adecuada cobertura nacional, requerimos una inversión de cerca de US\$ 23 mil millones en los próximos diez años, lo que es equivalente a todo lo que invirtieron las compañías de telecomunicaciones en los últimos veinte. Dados los tipos e intensidades actuales de uso de las redes, no existe posibilidad de que esa inversión pueda materializarse, pues las proyecciones de tráfico no logran rentabilizar la operación de las redes.

Para encarar este desafío proponemos implementar un ambicioso programa que opera simultáneamente en dos frentes. Por una parte –y como foco fundamental– generar las condiciones para incrementar el uso de Internet con impacto en mejoras de productividad y de eficiencia tanto en el ámbito público como privado. Por otra, subsanar problemas administrativos y de coordinación que elevan los costos de inversión y de operación de las redes.

Respecto al primer punto, planteamos que se establezca un ambicioso plan de digitalización de los servicios que realiza el Estado.

Ello tendría el beneficio directo de reducir costos en la acción pública y elevar la calidad y cobertura de los servicios, al tiempo que incrementaría de manera sustantiva el tráfico en las redes, generando condiciones para que pueda sustentarse un despliegue más extenso de las mismas.

Un caso emblemático es el de las reducciones de costo y espera que puede lograrse a través del uso de la telemedicina. Experiencias recientes aplicadas al caso de los exámenes oftalmológicos muestran ahorros cercanos al 60% en las prestaciones y con mayor oportunidad, dada la escasez crónica de dichos especialistas. Aplicaciones como el *Building Intelligent Manufacturing* permiten también grandes economías en el proceso de diseño, aprobación y construcción de edificaciones. El

proyecto Escritorio Empresa, que reúne todos los trámites asociados a la creación de una empresa, es también un ejemplo del tipo de acción a impulsar. Si queremos abrir ampliamente oportunidades para formar parte de la denominada Industria 4.0, necesitamos una infraestructura digital de altos estándares.

De esta forma, el desafío es pasar de experiencias puntuales a una estrategia que sea respaldada e impulsada al más alto nivel, con metas e incentivos que se monitoreen con el apoyo del Ministerio de Hacienda. Todo nuevo trámite o servicio público debería partir a nivel digital y solo residualmente operar de forma presencial.

Junto a lo anterior, es indispensable fortalecer el uso más intenso y sofisticado de las tecnologías de información y comunicación por parte de las empresas de menor tamaño. En Chile tales empresas usan estas tecnologías de forma muy primaria. Esta situación es una de las causas directas de su bajo nivel de productividad y de ingresos. Al mismo tiempo, dado que su actividad se concentra en los sectores de servicios y comercio, la oportunidades que ofrece la digitalización no son de muy difícil implementación. Los diversos programas públicos de difusión y transferencia tecnológica y de negocios, así como el apoyo a la capacitación y a la formación técnica, deben incorporar más decididamente esta dimensión en su accionar.

Sin embargo, la formación y la transferencia no bastan para acercar

a las pequeñas empresas al mundo digital. También hay que asegurar bajos costos de operar digitalmente. En Chile los pequeños comerciantes y feriantes, por ejemplo, rehúyen el uso de medios electrónicos de pago por las elevadas comisiones que se les cargan, en comparación con los grandes clientes. En Estados Unidos esta situación motivó a pasar una ley especial que regula el cobro por estas transacciones (ver capítulo 3).

El segundo frente de acción, complementario al del fomento a la digitalización, apunta a facilitar la realización de las obras de infraestructura que permiten el despliegue de las redes. Es necesario hacer una exhaustiva revisión de los procesos de aprobación involucrados, y procurar simplificarlos y alivianarlos donde sea posible. Un ejemplo claro de costos innecesarios de incurrir se produce por la ausencia de coordinación de parte de los municipios al momento de otorgar los permisos para la instalación de cables subterráneos. El solo hecho de que se convocara a todas las empresas al momento de que alguna fuera a hacer esa labor, significaría importantes ahorros.

En definitiva, se trata de disponer de una estrategia digital que se eleve realmente al nivel de una gran meta de interés nacional. Hacerlo es ofrecer a la gran mayoría de nuestros ciudadanos una participación real en la gestación y el disfrute de las oportunidades que ofrece una revolución que ya está afectando nuestras vidas y lo hará cada vez más.

OTRA NOTICIA QUE QUISIÉRAMOS LEER A PROPÓSITO DE ESTE IMPULSO

## PESCADORES CHILENOS: DE REDES DE PESCAR A REDES DE DATOS GLOBALES

El desarrollo que la Banda Ancha ha tenido en Chile en los últimos 10 años, ha permitido que hoy, en 2030, el nivel de penetración de Internet en Chile, hayan alcanzado no solo niveles récord en la región, sino también a nivel global. Este resultado responde al intenso trabajo público-privado, que se ha visto reforzado por un plan de investigación, desarrollo e innovación, que ha permitido el impulso de iniciativas líderes a nivel global como el “#BigDataOfThings” (BDOT).

Uno de los ejemplos más contundentes del impacto local y global de dicha iniciativa está siendo impulsado por pescadores artesanales.

Freddy Parra vive y trabaja en la caleta de Duao de la región del Maule, sin embargo, se siente un ciudadano del mundo. Él, que es la cuarta generación de pescadores artesanales de su familia, hoy puede acceder a herramientas y redes que le permiten mantener la tradición y compartir su experticia, al mismo tiempo que se encuentra conectado a personas, información y organizaciones de otros lugares. “Me siento parte de una gran comunidad que vive en torno a quienes nos relacionamos día a día con el mar”.

Él forma parte de la Organización de Pescadores Artesanales de la Caleta Duao en la zona centro de nuestro país y de la Asociación Nacional de Pescadores Artesanales de Chile, ente que en los últimos años, en conjunto con diversas instituciones del Estado, han impulsado la Red Integrada Global de Información y Alerta de Zonas Marítimas Extractoras, parte del proyecto BDOT, el cual ha sido posible precisamente gracias al desarrollo de la banda ancha en nuestro país.

Como cualquier pescador, Freddy se levanta muy temprano y trabaja

extensas jornadas para obtener los recursos marinos y poder llegar a la costa a venderlos. Esta labor se ha visto impactada positivamente por el uso de Tecnologías de la Información y de la Comunicación, el *Big Data* y la Internet de las Cosas. Todos los días, antes de iniciar su jornada laboral, utiliza su celular para informarse sobre el monitoreo online de la zona marítima: revisa el estado del clima en el momento y los pronósticos para su jornada de trabajo, las alertas que ha declarado el SHOA y las capitánías de puerto, sobre mareas, equilibrio ecosistémico y otros, si estas instituciones permiten el zarpe, el precio al cual se está vendiendo cada especie, y las relaciones con potenciales empresas que les podrían comprar la recolección del día, entre otros datos.

Para Luis Contreras, presidente de la red local, la mayor ventaja del sistema es la retroalimentación local y global. “La red nos permite estar contactados con otras zonas de extracción de Chile y del mundo. Así podemos anticiparnos a situaciones e informarnos en tiempo real de lo que está pasando aún cuando estamos trabajando mar adentro” cuenta. Además, comenta que “con esto hemos logrado disminuir las muertes y desapariciones de colegas y mejoramos nuestra calidad de vida. Ahora estamos trabajando con las demás organizaciones para mejorar aún más las medidas de seguridad”.

Esta forma de trabajo se ha logrado gracias a los esfuerzos en conjunto de la Armada, los puertos públicos y privados del país, el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, los Pescadores Industriales y las asociaciones de Pescadores Artesanales de Chile.



## V. Una oportunidad de seguir volando alto: CTI en el corazón de las escuelas

En 5 años podemos llevar la CTI a todas las escuelas y liceos públicos a través de espacios de encuentro y codiseño entre los mundos de las ciencias y de la educación.

Como Consejo, apostamos a que la CTI sea parte de relatos más amplios y relacionados con nuestra identidad nacional, diversa y multicultural.

Proponemos comenzar cultivando en niños, niñas y jóvenes, las habilidades de preguntar, indagar y experimentar que regalan las ciencias, las tecnologías y la innovación, y que son críticas para el futuro.

En Chile hay casos notables que las muestran en los distintos espacios de la vida: la poesía ha vuelto su cara a las matemáticas; inventores populares y artesanos aplican principios de indagación y resolución; la física se devela en los mitos de pueblos originarios, entre muchos otros.

Ampliar esta posibilidad pasa por integrar en la experiencia escolar –en todos sus niveles– el desarrollo de la curiosidad científica y de la cultura de innovación, aprovechando un conjunto de riquezas que existen en nuestra diversidad territorial, cultural y de saberes. Museos, parques nacionales, zoológicos, sitios arqueológicos e históricos, centros de investigación, plataformas de divulgación y formación, empresas tecnológicas, universidades, centros e institutos técnicos distribuidos en cada rincón de Chile, cuentan con programas educativos y de difusión cultural que

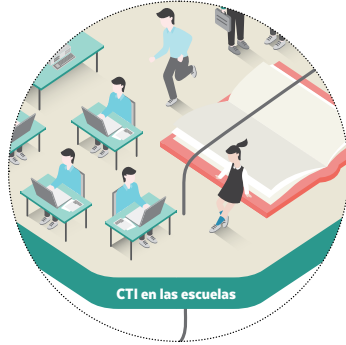
nos vinculan con el desarrollo de las ciencias y las tecnologías, y que se pueden multiplicar.<sup>1</sup>

Ellos pueden ser socios del sistema educativo, si organizamos sus propuestas y apoyamos su entrada a las escuelas y liceos, insertándolos en los marcos curriculares nacionales, integrándolos a la planificación y gestión de los establecimientos, así como a los procesos de formación y perfeccionamiento docente. Pero, sobre todo, en la experiencia escolar de nuestros niños y niñas.<sup>2</sup>

Para ello apostamos a una relación de pares con los docentes, perfilando estas intervenciones de manera de apoyarlos en el desempeño de su labor educativa, a partir de su propio saber y experiencia.

Es fundamental reconocer que la labor pedagógica es extraordinariamente demandante, que muchas veces se desarrolla en entornos de gran precariedad cultural y social, así como que su ejercicio no consiste en la mera transmisión de conocimiento, sino que es un proceso de interacción complejo.

Desde esta reflexión, en el marco de la Comisión “Ciencia para el Desarrollo”, el Consejo se propuso avanzar en esta línea con un proyecto piloto que se implementó en 2016, articulando los esfuerzos de las distintas instituciones públicas relacionadas con esta tarea. Así se buscó un vínculo que permitiera un real trabajo conjunto entre profesores y quienes buscan aportar con su conocimiento y experiencia desde el mundo de las CTI para adecuar programática y curricularmente las ofertas de apoyo disponibles a las necesidades educativas de los estudiantes de cada escuela.



1. Comisión Ciencia para el Desarrollo de Chile, “Un sueño compartido para el futuro de Chile”. CNID, 2015. Anexo SubComisión Cultura.
2. Comisión Ciencia para el Desarrollo de Chile, “Un sueño compartido para el futuro de Chile”. CNID, 2015. Anexo SubComisión Cultura
3. “Un Sueño Compartido para Chile”. Informe a la Presidenta de la Comisión Presidencial Ciencia para el Desarrollo. CNID, Julio de 2015 (pág. 118).

### Red de clubes: con las manos en la masa y los cables

Mezclando diseño, arte y tecnologías para el prototipado en un mismo espacio taller –el club–, este programa hace que jóvenes estudiantes de liceos técnicos, se vistan de inventores y vuelquen su creatividad en el desarrollo de proyectos.

Artefactos útiles que solucionan problemas u objetos inútiles que cumplen deseos, van naciendo de las manos de los estudiantes. La iniciativa parte del supuesto de que el aprendizaje emerge solo cuando hay un vínculo emocional entre el sujeto y el objeto de estudio, por lo que se busca que los jóvenes exploren y descubran –a través del hacer– lo que les hace sentido. Así, el club, sus herramientas y las técnicas facilitadas (modelamiento 3D, programación, electrónica y carpintería), se convierten en un medio para dicha exploración.

Más de cien profesores y 2.500 estudiantes participaron de 23 iniciativas en doce escuelas de las regiones de Los Ríos y Metropolitana. La evaluación realizada reveló importantes mejoras en el “deseo de hacer ciencias” y las “actitudes hacia las ciencias” de los estudiantes, a partir de la alianza virtuosa entre docentes y proponentes científicos.

A través del uso de recursos del programa Explora de Conicyt, así como de los contemplados para divulgación en los proyectos financiados por Conicyt y la Iniciativa Científica Milenio, el programa continuará expandiéndose y realizando aprendizajes durante 2017. La positiva experiencia ha movido a algunas regiones a buscar replicarlo con recursos del FIC Regional. Desde el Ministerio de Educación se contempla incorporarlo en sus líneas de trabajo a partir de 2018.

Desde este proceso, creemos que están dadas las condiciones para cumplir el propósito de dotar a los niños y jóvenes de Chile de una experiencia de aprendizaje que se nutra de manera más sistemática del aporte de la ciencia y la innovación que el país desarrolla. Por ello, proponemos extender este programa y cubrir en un plazo de cinco años a todos los

El componente de red busca enfrentar a los jóvenes –hombres y mujeres– a las diversas realidades de Chile y, de esta manera, ampliar su comprensión del mundo que habitan. Así, estudiantes de Cholchol, Temuco y Valparaíso, trabajaron hombro a hombro con jóvenes que cumplen condena en el Centro Semicerrado La Cisterna.

Tras una investigación realizada a partir de una experiencia piloto en tres liceos y un centro semicerrado del Sename, distribuidos en tres regiones, se levantaron los primeros lineamientos para comenzar a construir una red de clubes a nivel nacional.

Esta iniciativa –inspirada en la dinámica de los espacios *maker* y en la metodología de aprendizaje por proyectos– puede ser una poderosa experiencia para que niños, niñas y jóvenes enfrenten los desafíos del siglo XXI, incluso para el advenimiento de la Industria 4.0.

liceos y escuelas públicas, con una inversión cercana a \$70 mil millones al año en régimen, perfectamente abordable con recursos disponibles en las diversas instituciones participantes, junto a aquellos movilizables por la reforma educacional.

Esta propuesta quiere sentar bases sólidas en el corazón de la comunidad educativa para construir –en forma permanente y conjunta– una cultura de las ciencias, las tecnologías y la innovación que permita desplegar talentos y contribuir a hacer de Chile un país de cuyo desarrollo estemos orgullosos.

Ya contamos con una metodología validada que realiza la disposición y ganas de investigadores, profesores y alumnos, a partir de una dinámica colaborativa. No hay excusa para no seguir adelante y que “los niños, niñas y jóvenes de Chile participen activa y creativamente a lo largo y ancho de todo el territorio de la generación y apropiación del conocimiento científico-tecnológico y de la innovación como herramientas fundamentales para comprender, desenvolverse y transformar el mundo en el que viven.”<sup>3</sup>



OTRA NOTICIA QUE QUISIÉRAMOS LEER A PROPÓSITO DE ESTE IMPULSO

## NIÑOS CHILENOS COCREAN PREGUNTAS QUE ESTÁN CAMBIANDO EL MUNDO

Pedro tiene 13 años y hace dos, en 2028, junto al científico Aurelio Escobar, creó un sistema que entrega reportes sobre el impacto que cada actividad de los miembros de su familia y el funcionamiento de su casa tiene sobre la huella de carbono, y no solo en relación con los índices del país, sino que también con los del mundo.

Pedro se hizo la pregunta: “¿Cómo a nivel doméstico podemos crear conciencia sobre el impacto de nuestras acciones en el medioambiente?”. En busca de una respuesta, trabajó junto a científicos del Centro de Innovación Medioambiental Avanzada de la Universidad de Temuco, y también junto a sus profesores de la Escuela Rural de Cunco, para cocrear proyectos de ciencia, tecnología e innovación que pudieran tener impacto local e, idealmente, potencial global.

Los resultados de la pregunta y consecuente solución liderada por Pedro, han dado la vuelta al mundo, fueron patentadas y están teniendo las primeras pruebas en Finlandia y Japón, donde el propio Pedro, vía teleconferencia, está asesorando la implementación del sistema en casas de dichos países, con el involucramiento de niños, profesores y científicos de dichas localidades.

Esta experiencia se enmarca en el programa “Cultura CTI en el corazón

de la escuela, una travesía por las ciencias, las tecnologías e innovación”, que ha permitido que miles de niños chilenos cocreen preguntas que desafían el presente y el futuro.

Precisamente fue la Escuela Rural de Cunco la anfitriona del encuentro de comunidades escolares que llevan 10 años en el programa. “Cultura CTI nos ha permitido juntarnos, dialogar, soñar todos la educación y el futuro. Además, año a año, trabajamos con científicos y creamos con ellos nuevos aprendizajes para los chicos, pero también nuevas preguntas y desafíos”, dice Mariana Araneda, profesora de matemáticas de la escuela.

Durante las actividades de celebración, se realizaron talleres de co-creación y prototipado ágil. Pupitres, escaleras y el mismo suelo, todo se transformó en un lugar de discusión sobre inteligencia artificial, química y recetas, volcanes, arte y digitalización, chanchitos de tierra y la evolución. Los estudiantes de 12 con los de 16, los de 14 con los de 7 y 17.

Sonríe el profesor de historia y anfitrión René Letelier: “tras años de trabajo colaborativo con científicos y una nueva forma de abordar los aprendizajes con la comunidad educativa, sabía que los frutos serían cada vez mayores desde la Araucanía a Chile y al mundo”, dice con emoción.

## UNA NOTA SOBRE LAS TAREAS DE LA NUEVA INSTITUCIONALIDAD DE CIENCIAS, TECNOLOGÍAS E INNOVACIÓN

Al momento de presentarse esta estrategia, se encuentra en su primera fase de discusión legislativa una propuesta para formar un Ministerio de Ciencia y Tecnología.

La discusión sobre los objetivos, competencias y ámbitos de acción de la nueva entidad ministerial fueron discutidos en extenso en el marco de la Comisión Asesora Presidencial Ciencia para el Desarrollo. Las distintas opiniones sobre la orientación que debiera tener el futuro ministerio se encuentran vertidas en el informe publicado en junio de 2016, y no es del caso reproducirlas aquí. Es en la discusión legislativa donde se procesaran esas diferencias, sopesando asimismo los planteamientos que previamente –a fines de 2013– entregó otra comisión creada para los efectos y que dio pie a una propuesta de Ministerio de Ciencia, Tecnología y Educación Superior.

Sin buscar repetir el extenso debate que ha tenido lugar sobre el particular, y reconociendo que la propuesta de creación de un Ministerio genera una oportunidad para fortalecer los esfuerzos que como país realizamos en CTI, como Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo sí nos parece importante indicar algunos de los retos que un nuevo marco institucional debe abordar, en línea con las orientaciones expresadas en estas páginas.

El funcionamiento de la nueva institucionalidad debe ser una contribución efectiva a un mayor grado de articulación y de movilización de los esfuerzos de CTI para un desarrollo sostenible e inclusivo. A nivel del sector público, ello plantea la necesidad de que, cualquiera sea la conformación que tenga el nuevo ministerio, se asegure que este sea visto como un aliado transversal del resto de las entidades del Estado en la búsqueda de fortalecer tanto la actividad de CTI en el país, como su contribución al desarrollo nacional. El futuro Ministerio debe acompañar y apoyar un proceso extendido de su uso y promoción en el conjunto del sector público. Ello involucra tanto que las diferentes reparticiones incorporen el aporte de la CTI para mejorar su desempeño y relevancia, como que se planteen promover su avance ocupando

la amplia –pero subutilizada– batería de herramientas normativas y financieras disponibles por parte del Estado. El mayor riesgo es que se considere que el avance de la CTI debe ser la responsabilidad del Ministerio creado para esos efectos y no de todo el aparato público.

También es parte de los desafíos institucionales lograr que las actividades científicas, de desarrollo tecnológico y de innovación, logren imbricarse más unas y otras. Si bien cada una tiene valor en sí misma, y no existe una forma única de promover sus aportes, es claro que para lograr avanzar en función de ciertos propósitos de desarrollo necesitamos promover la articulación de los distintos ámbitos y actores. Promover esa mayor articulación, en un escenario donde se incrementa el número de actores, necesariamente requerirá el involucramiento de la autoridad superior para dar orientación a los esfuerzos.

La tramitación de la ley debiera ser también una oportunidad para revisar la estructura de gobierno corporativo de las agencias relacionadas con la promoción de la CTI, considerando, por ejemplo, una representación más variada de intereses y puntos de vista en los consejos. Sería asimismo muy importante, aprovechar de robustecer las capacidades operativas de las instituciones, particularmente de Conicyt, las cuales no han acompañado el incremento de recursos para fomento, lo que redundaría en un exceso de carga administrativa para los funcionarios y en atrasos en los plazos. En este plano, es también deseable llegar a un acuerdo con la Contraloría General de la República, a fin de que se establezca en la ley una forma de operación de las agencias que sea coherente con el imperativo de flexibilidad y rapidez de reacción que demanda el apoyo a los actores para ser efectivo.

Finalmente, planteamos el desafío de asegurar una adecuada interlocución desde el nivel central con las regiones, de modo de conciliar prioridades nacionales con aquellas que se despliegan en lugares del territorio distintos a la capital. En el marco de un proceso descentralizador que promueve un importante traspaso de funciones al nivel regional, esta dimensión debe ser particularmente cuidada.

## Al cierre de un documento

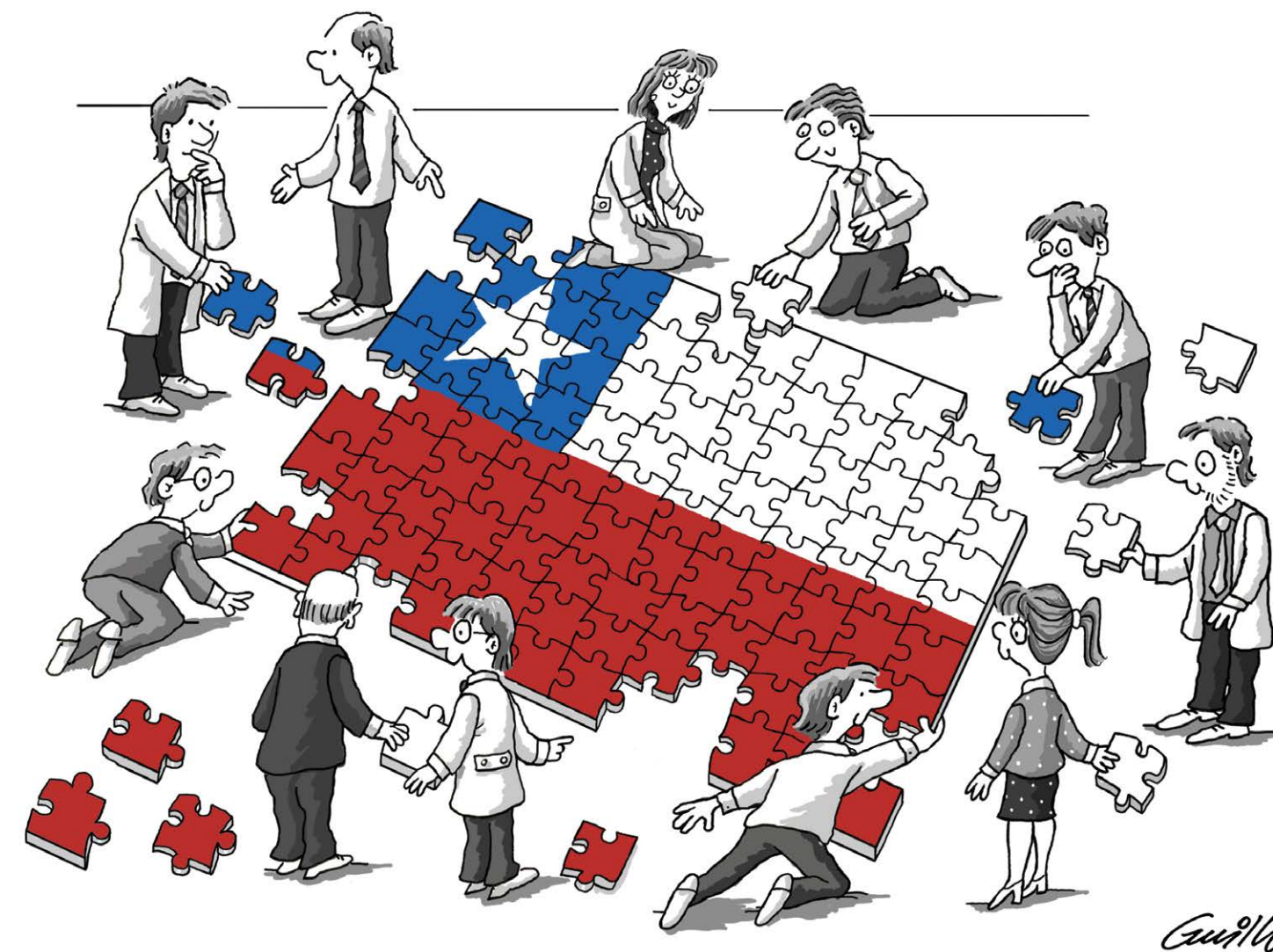
### Al inicio de un proceso

Aunque nos duela reconocerlo, en estos diez años no hemos avanzado como esperábamos para hacer de las ciencias, las tecnologías y la innovación un aliado para nuestro desarrollo.

A la luz de esta experiencia, hoy apostamos a que este ejercicio estratégico sea un espacio donde convoquemos al encuentro, al acuerdo y al fortalecimiento de la voluntad que permita movilizar y mantener proyectos transformadores que creen las condiciones para que nuestros anhelos se hagan realidad concreta para todos.

En estos tiempos de cambio acelerado, complejidad e incertidumbre, este conjunto acotado de iniciativas ambiciosas –pero posibles–, nos abren espacios donde nuestro compromiso con el país pueda dar frutos.

Con ello buscamos contribuir a generar una dinámica transformadora, que se entienda como un espacio de aprendizaje permanente, donde podamos ir diseñando y probando nuevas maneras de potenciar y aprovechar las capacidades de las ciencias, las tecnologías y la innovación para construirnos un mejor futuro para Chile.



ANEXO 1

La propuesta de expansión de investigadores de la Comisión Ciencias para el Desarrollo

Actualmente contamos con 16.000 investigadores que trabajan a tiempo parcial o completo y que representan poco menos del 50% del total del personal dedicado a investigación y desarrollo (I+D). Esto significa que Chile tiene en torno a 0,97 investigadores activos a jornada equivalente completa por cada mil ocupados, la tasa más baja de la OCDE al 2014. El atraso de Chile es evidente si se compara con China (1,97), Argentina (2,88), Turquía (3,46) y la media de la OCDE (7,96).

El déficit de investigadores tiene un impacto profundo no solo en el potencial de desarrollo científico de Chile, sino también en el aprendizaje de tecnologías importadas, en la innovación basada en ciencia y tecnología, en la formación de capital humano avanzado, en el diseño de estrategias empresariales competitivas, así como en el diseño de políticas públicas y en el desarrollo de las regiones del país. Superar esta brecha es un asunto estratégico.

La tendencia de la última década, indica que a este ritmo Chile duplicará el número de investigadores al 2030, manteniéndose como uno de los países de la OCDE con menor número de investigadores por cada mil habitantes.

Si el país se propusiera como meta al menos triplicar el número de investigadores y el personal dedicado a I+D entre 2016-2030, lo que supone persistir en el esfuerzo gubernamental durante tres lustros, se avanzaría desde 0,97 a 1,97 investigadores por cada mil habitantes. Aunque todavía estaría bastante por debajo de la media que hoy exhibe la OCDE (7,96 por cada mil habitantes), se cubriría parte de la enorme brecha que nuestro país exhibe en esta materia, lo que es

consistente con que Chile supere el 1% del gasto en I+D para 2030.

Esta opción estratégica debe al menos incorporar cuatro criterios: que los nuevos investigadores egresen de posgrados de excelencia; que la formación de posgrados no solo se oriente por la demanda, sino también priorizar disciplinas en las cuales Chile confronta los mayores déficits, asegurando un balance armónico entre ciencias exactas, ciencias sociales, artes y humanidades; que las nuevas generaciones se formen con una cultura basada en la ética de la colaboración, el trabajo inter y transdisciplinario así como de diálogo abierto con la sociedad; y que ellos se inserten en diversos espacios de la sociedad, no solo en las universidades, asegurando en particular el incremento de las capacidades científico-tecnológicas en regiones.

Lograr aquello supone sortear diversas barreras. En las empresas, particularmente las pymes, parte de la dificultad radica en la falta de infraestructura y equipamiento científico, lo que puede abordarse a través de contratar los servicios de centros científicos-tecnológicos o de aliarse con empresas de base tecnológica. En el caso de las universidades y centros científico-tecnológicos vinculados a ellas, se propone crear la carrera de investigador al interior de las propias universidades que abra una ruta de ascenso y reconocimiento a personas que se dediquen exclusivamente a esta actividad, y supere el hecho de que hoy el número de investigadores activos dependa de la ampliación de la planta académica, limitando su expansión y especialización. Y en general, implica abrirse al mundo, como lo han hecho todas las naciones desarrolladas, atrayendo talentos hacia Chile y propiciando redes globales que incorporen a los investigadores chilenos que trabajan en el extranjero.

AGRADECIMIENTOS



Esta propuesta es fruto del aprendizaje de diez años desde la creación del Consejo. Consistente con ello, no ha sido concebida como un proceso que culmina con la publicación de un documento. Al contrario, buscamos que su puesta a disposición de la comunidad marque un comienzo.

Queremos agradecer a todos quienes contribuyeron con sus aportes y comentarios al enriquecimiento de esta propuesta. Elías Arce, María Eliana Arntz, Bernardo Broitman, Juan Claro, Andrés Couve, Carlos Montes, Alejandra Mustakis, Sonia Pérez y Klaus Schmidt-Hebbel, se dieron el trabajo de leer todo el manuscrito y hacernos llegar su apreciación y comentarios. Desde luego, los errores u omisiones que existan no son su responsabilidad.

Asimismo, hay un grupo de profesionales que contribuyeron desde sus áreas de experticia para enriquecer la reflexión y sustentar las afirmaciones y propuestas contenidas en este documento: Marcela Angulo, Manuel Araya, Pamela Arellano, Paula Astudillo, Alex Berg, Fernando Bustamante, Paulina Carvallo, Raúl Ciudad, Pelayo Covarrubias, Hernán Cheyre, Sofía Del Sante, Jessy Echeverría, Rocío Fonseca, Nils Galdo, Antonio Gartner, Aldo González, Mariana Herrera, Rodrigo Krell, Gastón L’Huillier, Guillermo Larraín, Juan Felipe López, Claudio Maggi, Claudia Marró, Claudia Mery, Juan Cristóbal Moreno, Claudio Muñoz, Inti Núñez, Mónica Paz, Sandra Peralta, Ma. Teresa Ruiz, Isabel Salinas, Enrique Sepúlveda, Tomás Schuster, Pedro Sierra, Lucas Sierra, Osvaldo Urzúa, Mariangeles Véliz, René Villegas, Andrés Zahler. Agradecemos asimismo los comentarios que realizaron participantes de encuentros organizados por el Instituto de Ingenieros, el Diálogo de Productividad de la Universidad del Desarrollo, el Centro de Estudios Públicos, la Comisión Nacional de Productividad.

Un reconocimiento especial queremos hacer a los jóvenes que participaron en la Mesa de Agentes Emergentes de Innovación que supieron traernos nuevas voces y miradas: Marisol Alarcón, David Alvo, Marcel Augsburg, Ignacio Brescia, Patricio Canales, Marco Carcuero, Victoria Corti, Komal Dadlani, Rodrigo Echeopar, Mariana Fulgueiras, María José García, Eduardo Guzmán, Bruno Grossi, César Fuentes, José Tomás Labbé, Juan Carlos Lara, Maitetxu Larraechea, José Tomás Lobo, Joaquín Meliñir, María José Montero, Nicolás Morales, Paloma Núñez, Macarena Pola, Jaime Peña, Javiera Roa, María Paz Ramos, Nicolás Riquelme, Marco Rivera, Matías Rojas, Carla Silva, Tadashi Takaoka, Francisco Torrealba, Claudina Uribe, Fernando Valiente, Pablo Viollier.



Créditos

Esta publicación fue elaborada por el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo y su Secretaría Ejecutiva.

<b>Dirección</b> Gonzalo Rivas G.	Álvaro Díaz P. Raúl González	<b>Dirección de arte</b> Ximena Rosselló
<b>Coordinación</b> Katherine Villarroel G.	Alexander Hazbún R. Rodolfo Lauterbach	<b>Diseño gráfico</b> Ximena Rosselló
<b>Edición general</b> M. Soledad Ugarte M.	Verónica Luco Aldo Medina Z.	Aldo Medina Z. Antonia Necochea
<b>Comité editor</b> Gonzalo Rivas G. Katherine Villarroel G. M. Soledad Ugarte M. Álvaro Díaz P.	Cristián Moreno Leonardo Muñoz Dan Poniachik	José Tomás González Camilo Zúñiga
<b>Investigación</b> Jaime Álvarez G. Oriana Avilés M. Juan Pablo Contreras Xaviera de la Vega P.	<b>Comunicaciones</b> Pablo de Buen N. Paloma Baytelman Virginia Herrera	<b>Ilustraciones</b> Guillermo Bastías (Guillo) Julie Carles Nicolás Carrasco
	<b>Apoyo administrativo</b> Ana Luisa Véliz Paola Valdenegro Marcos Rubio	<b>Producción editorial e impresión</b> BYWATERS



En este libro se usaron tipografías chilenas: Texta y Texta Narrow, diseñadas por Daniel Hernández Sánchez y Miguel Hernández Montoya, y Australis Pro, diseñada por Francisco Gálvez Pizarro.

Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Usted es libre de copiar, distribuir la obra en cualquier medio o formato. Todo ello a condición de le dé el crédito a esta obra de manera adecuada, proporcionando un enlace a la licencia, e indicando si se han realizado cambios. Puede hacerlo de cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo del licenciante. Además, de que el material no se use con propósitos comerciales y no se produzcan obras derivadas sobre la obra original.



Santiago de Chile, mayo de 2017

*“Este texto es una invitación a salir de la zona confort donde nos encontramos: el cortoplacismo. Resulta más fácil navegar en la inmediatez, que intentar colaborar para proyectar acciones sostenibles en el largo plazo. Se trata, ni más ni menos, de volver a confiar en que podemos gobernar los cambios.”*

*El mérito de la propuesta es que acerca la posibilidad de que nos ocupemos de los temas que tanto nos preocupan, como el cambio climático o la baja productividad. Lo hace, además, recogiendo una demanda muy anhelada de la sociedad civil, que busca dotar de mayor legitimidad las decisiones sobre asuntos públicos. En suma, se hace cargo del déficit de confianza, que es sin duda el mayor desafío que como sociedad enfrentaremos en las próximas décadas.”*

**María Eliana Arntz**

Directora Fundación Casa de la Paz

*“Un análisis multifacético donde se identifican diversos factores económicos y sociales que influyen en la productividad necesaria para avanzar por el camino del desarrollo. En el ambiente competitivo en que se desenvuelven hoy las empresas, la innovación ya no es una opción sino una necesidad para sostener un crecimiento capaz de crear más empleos de calidad y para que los problemas sociales no sigan esperando. Pienso que tanto el diagnóstico como las propuestas incluidas en este informe invitan a trabajar codo a codo para promover iniciativas necesarias para mejorar la calidad de vida de todos los chilenos.”*

**Juan Claro**

Consejero del Centro de Estudios Públicos

Ex presidente de la Confederación de la Producción y el Comercio (CPC)

*“Es un documento muy valioso no solo por lo que propone sino por la información que posee. Presenta ejemplos reales de CTI para el bienestar social, no son sueños de unicornio. Son posibles si dejamos de mirar lo bueno que hay afuera y lo que nos falta adentro, para comenzar a valorar la ciencia que tenemos en Chile ahora. Sinceramente me emociona que el CNID plantee con tanta honestidad esta realidad y la necesidad de pasar de promesas a acciones concretas. Algo que queda claro de principio a fin es que refleja el trabajo de un grupo con una sincera intención de acercamiento y mejoramiento del desarrollo de CTI en nuestro país.”*

*Me da esperanza ver que hay otros que sueñan. Se necesita coraje para persistir en este intento.”*

**Olga Barbosa**

Investigadora de la Universidad Austral

Presidenta de la Sociedad de Ecología de Chile

*“La generación y aplicación de conocimiento fueron fundamentales en los orígenes de la República. Y aunque históricamente nuestras políticas hayan sido poco sistémicas, los puentes que han comenzado a reconstruirse entre ciencia, tecnología e innovación, y que trazan el relato de este documento y la historia reciente del CNID, nos ofrecen una nueva oportunidad para abordar el desarrollo integral de Chile en un escenario cargado de incertidumbre. La invitación es a ser grandes, a fortalecer esos puentes combinando desafíos país y capacidades colectivas. Si sumamos esta propuesta a la construcción de una base disciplinaria diversa, imprescindible para la comprensión de la naturaleza, quizá demos con la esquiña llave para mejorar la competitividad y consolidar nuestra identidad cultural.”*

**Andrés Couve**

Docente de la Facultad de Medicina, Universidad de Chile

Director del Instituto Milenio de Neurociencia

Biomédica (BNI)

*“Este excelente informe del CNID desarrolla orientaciones estratégicas para el futuro de la CTI, que deberá jugar un rol mucho más gravitante que el que ha jugado hasta el presente, para asegurar que nuestro país transite más decididamente por una senda de desarrollo integral. El informe presenta buenos datos comparativos y un diagnóstico descriptivo, pero equilibrado, de los logros y las falencias de CTI en Chile. Culmina con cinco propuestas concretas de políticas públicas que, en buena parte, deberían suscitar un consenso para su eventual implementación. Queda como reto futuro una evaluación ex ante del impacto de estas propuestas novedosas, así como también evaluaciones ex post de los efectos de los instrumentos tradicionales del Estado en apoyo de CTI.”*

**Klaus Schmidt-Hebbel**

Profesor Titular de la PUC de Chile

Ex Economista Jefe de la OCDE

*“La forma colaborativa en que el CNID construyó esta estrategia y lo innovadoras de sus propuestas, son una invitación a que la ciencia, la tecnología, la innovación y el emprendimiento se pongan a trabajar juntos por un Chile mejor.”*

**Alejandra Mustakis**

Presidenta de la Asociación

de Emprendedores de Chile

*“Nuestro país requiere ampliar y dinamizar la matriz productiva para seguir creciendo. El modelo exportador primario y de rentas financieras se agotó. La CTI puede ayudarnos a dar el salto que necesitamos. Este documento analiza con precisión nuestras falencias y desafíos en la materia. Invita a pensar en cómo combinar las políticas de CTI con acciones de desarrollo productivo e industrial. Analiza la experiencia comparada, mostrando que en los países exitosos el sector público ha tenido y tiene un rol determinante en CTI. Muchos avances surgieron de un Estado emprendedor que abrió caminos al sector privado. Finalmente, propone cinco iniciativas estratégicas cuya implementación requiere un amplio consenso político y técnico.”*

**Carlos Montes**

Senador

*“Los problemas país que aquí se visibilizan son una buena señal de la urgencia que CNID imprime a su estrategia. Una urgencia que si no es reconocida en su valor social, será más un retroceso que un avance, tal como lo advierte la política que aquí se propone.”*

**Sonia Pérez**

Docente del Departamento de Psicología y Directora

de Investigación de la Facultad de Ciencias Sociales

de la Universidad de Chile