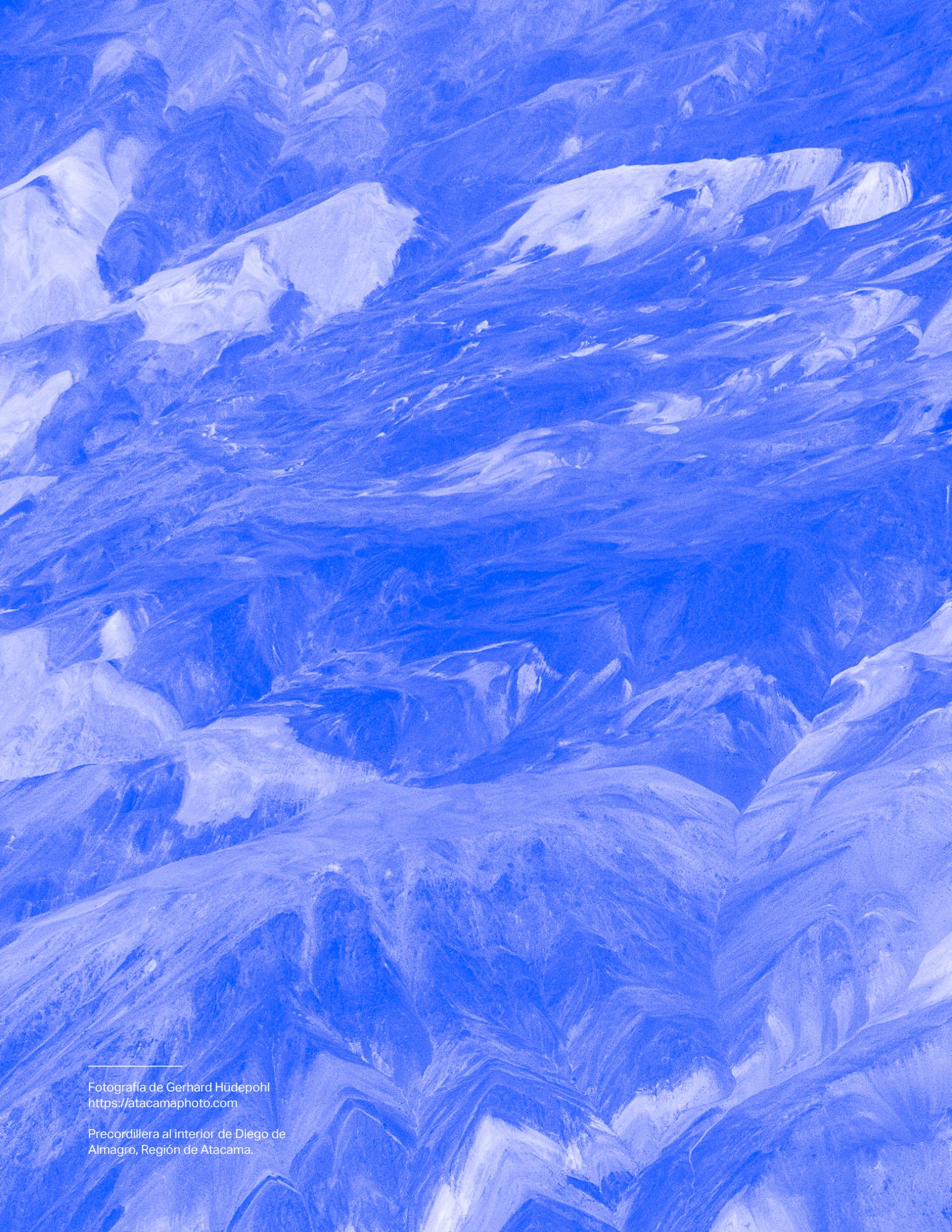




CTCI

CONSEJO NACIONAL
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN
PARA EL DESARROLLO

ESTRATEGIA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE CHILE - 2022 ←



Fotografía de Gerhard Hüdepohl
<https://atacamaphoto.com>

Precordillera al interior de Diego de
Almagro, Región de Atacama.



CONSEJO NACIONAL
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN
PARA EL DESARROLLO

ESTRATEGIA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE CHILE - 2022

—

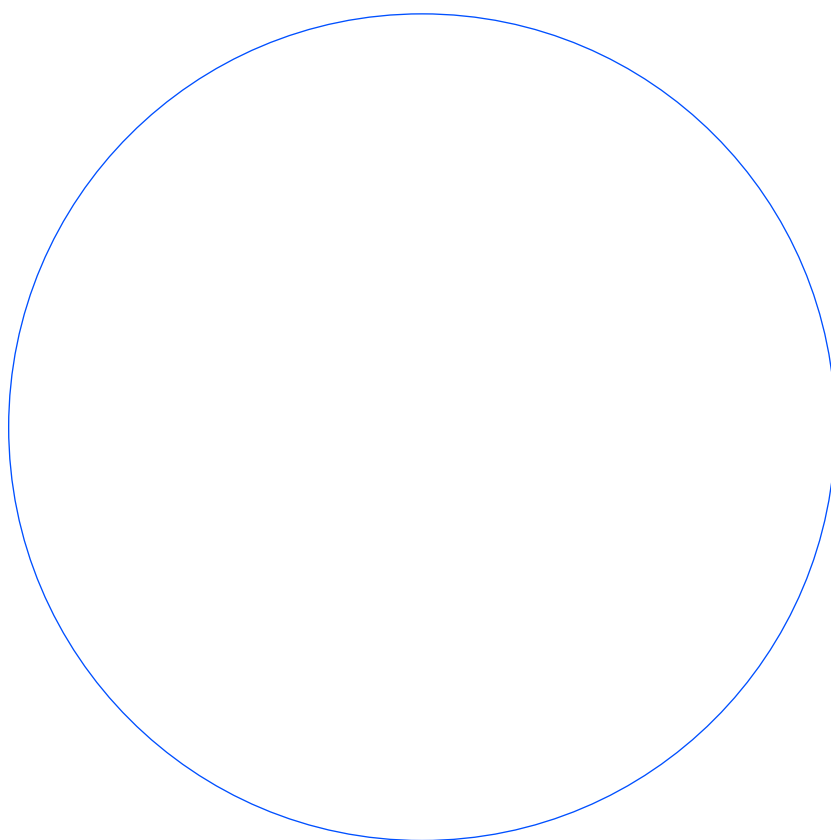
CONSEJEROS

Álvaro Fischer Abeliuk, Presidente
Flavio Salazar Onfray, Ministro de CTCI
Andrés Antivil Álvarez
Isabel Behncke Izquierdo
Loreto Bravo Celedón
Verónica Cabezas Gazaga
Guillermo Chong Díaz
Juan Carlos de la Llera Martin
Alexis Kalergis Parra
Flavia Morello Repetto
Rosario Navarro Betteley
Carlos Olavarría Barrera
María Andrea Rodríguez Tastets
Bárbara Saavedra Pérez
Klaus Schmidt-Hebbel Dunker
Claudio Seebach Speiser

EQUIPO SECRETARÍA EJECUTIVA

Katherine Villarroel Gatica, Directora Ejecutiva
Natalia Mackenzie Felsenhardt
Paulina Peña Romero
Jaime Álvarez Gerding
Virginia Herrera Castillo
Ana Luisa Véliz Céspedes

El Consejo CTCI reconoce también a los miembros del Consejo Nacional de Innovación (CNID) de Transición como participantes de esta Estrategia: Claudia Bobadilla, Rodrigo Jordán, Bárbara Saavedra, Juan Carlos de la Llera, el ex ministro de CTCI, Andrés Couve y el ex ministro de Economía Lucas Palacios.



ÍNDICE

06 CARTA DEL PRESIDENTE

08 RESUMEN EJECUTIVO

12 ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA

CAPÍTULO 1

17 VISIÓN Y PROPÓSITO

20 1.1. Sociedad del Conocimiento

22 1.2. Creación de Valor

24 1.3. Sustentabilidad y Preservación de la Biósfera y sus Ecosistemas

27 1.4. Sociedad Inclusiva y Ética

CAPÍTULO 2

33 EL ECOSISTEMA DE CTCI

35 2.1. Descripción y funcionamiento del Ecosistema

36 2.1.1. El flujo de conocimiento

37 2.1.2. Masas críticas

38 2.1.3. El rol del sector público y del sector privado

39 2.2. Robustez y densidad del Ecosistema

39 2.2.1. Diversidad

39 2.2.2. Conexión

40 2.2.3. Lógica de red

40 2.2.4. Vinculación con la sociedad

41 2.3. El Ecosistema CTCI y las capacidades humanas

CAPÍTULO 3

45 ORIENTACIONES Y LINEAMIENTOS PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA DE CTCI

47 3.1. Profundización en aspectos transversales del Ecosistema CTCI

48 3.1.1. CTCI diversa y conectada con el mundo

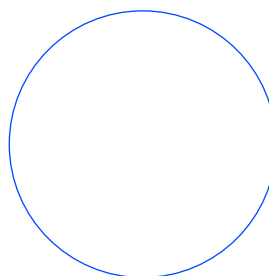
50 3.1.2. CTCI para la puesta en valor de los territorios

56 3.2. El impulso que requieren los distintos componentes del Ecosistema CTCI

57 3.2.1. Generación permanente de conocimiento y desarrollo tecnológico

62 3.2.2. Innovación y emprendimiento de base científico-tecnológica como motor del desarrollo económico

65 3.2.3. Ciencias sociales, artes y humanidades y su rol en la CTCI



CAPÍTULO 4

73 CATALIZADORES DE LA VISIÓN

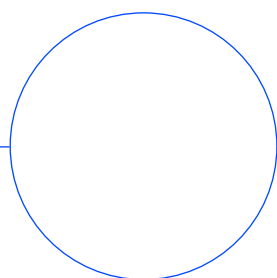
- 77** 4.1. CTCl inserta en un relato de Chile que haga sentido a su gente y fortalezca su identidad interna y ante el mundo
- 80** 4.2. CTCl al servicio de los desafíos país y las necesidades de sus habitantes
- 84** 4.3. CTCl aportando decididamente a la sustentabilidad de los ecosistemas y la preservación de la biodiversidad
- 88** 4.4. Complementación público-privada que aprovecha el potencial transformador de la CTCl
- 90** 4.5. Educación en CTCl y CTCl en la educación, contribuyendo a la creatividad y al pensamiento crítico en la formación integral de las personas

CONTENIDOS COMPLEMENTARIOS

- 21** Sociedad, conocimiento científico y saberes ancestrales
- 28** Tendencias globales
- 68** Criterios para la evaluación y monitoreo del desempeño del Ecosistema CTCl

RECUADROS

- RECUDRO 1_**
- 23** CTCl ante una pandemia global
- RECUDRO 2_**
- 49** Diplomacia científica
- RECUDRO 3_**
- 53** Principales desafíos regionales
- RECUDRO 4_**
- 61** Nuevas lógicas de incentivos e instrumentos para el desarrollo tecnológico
- RECUDRO 5_**
- 64** Promoción de innovación y emprendimiento
- RECUDRO 6_**
- 78** Un relato que releva nuestras singularidades naturales
- RECUDRO 7_**
- 79** Un relato que releva el carácter resiliente de los habitantes de Chile
- RECUDRO 8_**
- 82** Algunos ejemplos de desafíos

94 ANEXO**PROCESO DE PARTICIPACIÓN, CONSULTA Y DIÁLOGO****102 REFERENCIAS****104 CRÉDITOS**

CARTA DEL PRESIDENTE

06

La Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo que a continuación se presenta, es la primera que se elabora en el marco de la nueva institucionalidad de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) que creó al Ministerio respectivo, así como a este Consejo como sucesor del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID).

La existencia de este Consejo radica en la necesidad - reconocida por el Legislador - de que las decisiones que se tomen en CTCI tengan un fundamento estratégico, con una perspectiva de largo plazo, que contribuyan al desarrollo del país y sus regiones, y le den consistencia intertemporal a las acciones de los distintos gobiernos.

Esta Estrategia comenzó a elaborarse en agosto de 2019, previo al establecimiento del Consejo definitivo, el que se nombró en diciembre de 2021. Hasta ese momento, este operaba de manera transitoria a partir de un decreto, y estaba compuesto por el Ministro de CTCI, Andrés Couve, el Ministro de Economía, Lucas Palacios, cuatro consejeros – Juan

Carlos de la Llera, Bárbara Saavedra, Rodrigo Jordán y Claudia Bobadilla –, un equipo de seis personas que conforman la Secretaría Ejecutiva y el Presidente que suscribe.

Conforme establece el decreto que dio vida al actual Consejo, la Estrategia Nacional de CTCI debe ser entregada al Presidente entrante en el mes de mayo de su primer año de gobierno, en este caso, mayo de 2022. Por esa razón, el nuevo Consejo debió apoyar su trabajo en las discusiones, entrevistas, talleres, consultas y documentos que el Consejo transitorio había realizado durante los 28 meses anteriores, en particular, el Libro Blanco de CTCI (2019) y la Base de la Estrategia (2021). A pesar del escaso tiempo disponible, se trabajó intensamente, y a partir del trabajo ya hecho, y de nuevas reuniones, discusiones y consultas efectuadas a partir de su instalación, surgió el texto que aquí se entrega. Me hago un deber reconocer el esfuerzo desplegado por este Consejo para acometer esa tarea en estas circunstancias, y agradecer también el extraordinario y permanente trabajo de apoyo en todas las materias requeridas del equipo dirigido por Katherine Villarroel.



Dado que la presente Estrategia es la primera elaborada al amparo de la nueva institucionalidad, está concebida de manera fundacional: recoge y enfatiza conceptos sobre los que ya se ha generado un relativo consenso mundial, de modo que los futuros Consejos puedan focalizarse en aquellos aspectos que, a su juicio, merezcan una mayor atención.

Este documento aprovecha el trabajo acumulado de este mismo Consejo en sus versiones anteriores, y reúne el aporte de muchas personas que comparten el común sueño de un mejor país para sus habitantes. Hace hincapié en aquellos aspectos que considera particularmente importantes en el desarrollo de la CTCI: su contribución de manera decisiva a la creación de valor en el país, impactando positivamente en el bienestar y progreso de sus habitantes; su utilización como herramienta fundamental para preservar los ecosistemas y la biodiversidad existente, sustento final de la vida humana; y el papel que juega la reflexión crítica y democrática a la que la CTCI puede aportar para que los modos de convivencia y organización social tengan un sustento ético

y logren el propósito de equidad e inclusión a que el país aspira.

Así, se da inicio al proceso institucional contemplado en la ley, orientado a elaborar una Estrategia Nacional de CTCI para el Desarrollo cada cuatro años, que sirva de guía al gobierno entrante en la elaboración de sus políticas en estas materias. Esta Estrategia ambiciona estimular la reflexión y motivar las acciones que transformen a la CTCI en parte esencial de la identidad de Chile, de modo que esta se constituya en una fuente de orgullo nacional y un pilar de su posicionamiento internacional.

Estamos convencidos de que Chile tiene lo necesario para cumplir ese anhelo.

Álvaro Fischer Abeliuk

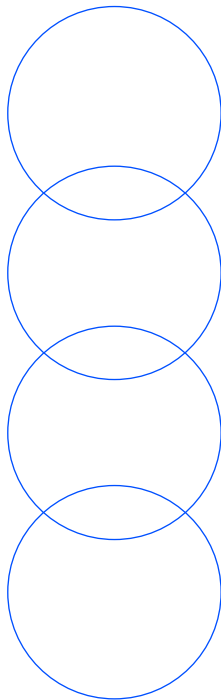
Presidente

Consejo Nacional de Ciencia,
Tecnología, Conocimiento e Innovación
para el Desarrollo.

Santiago, Mayo 2022

RESUMEN EJECUTIVO

08



ESTRATEGIA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE CHILE – 2022

Esta Estrategia – la primera desde que se promulgó la ley que crea al Ministerio de CTCl y a este Consejo – tiene una vocación fundacional, dada por el marco conceptual en la que se apoya, y la Visión y el Propósito que orientan su contenido.

La Visión que plantea - *Chile, un país que genera desarrollo y bienestar de manera sostenible e integral, basado en una Sociedad del Conocimiento* - se funda en el hecho que en el siglo XXI el conocimiento, en sus distintas formas, permea la gran mayoría de las manifestaciones de la sociedad.

Su Propósito, *que la Ciencia, la Tecnología, el Conocimiento y la Innovación (CTCl) constituyan un pilar fundamental de la sociedad, para impulsar la creación de valor entendida en un sentido amplio, contribuyendo a la preservación de la biósfera, sus ecosistemas y su biodiversidad, y al desarrollo de una sociedad inclusiva y ética*, busca alcanzar el desarrollo y satisfacer así las aspiraciones individuales y colectivas de la población, para lo cual la CTCl resulta crucial.

Se hace cargo, además, de orientar ese desarrollo en una dirección que preserve el sustrato físico y biológico – ecosistemas y biodiversidad - sobre el que se sustenta la vida humana, de gran importancia dadas las amenazas que sobre aquel se ciernen. Y, a su vez, reconoce que lo anterior debe incorporar, insoslayablemente, la reflexión democrática que la sociedad haga sobre sus modos de convivencia y formas de

organización social, de manera que sustentada en principios éticos, las oriente hacia la inclusión y la equidad. Para ello, las disciplinas asociadas a las Ciencias Sociales y a la investigación en Artes y Humanidades, constituyentes de la CTCI, son muy importantes.

Para llevar adelante una Estrategia de este tipo, resulta fundamental que la sociedad impulse con convicción y perseverancia un Ecosistema CTCI. Este está formado por el conjunto de instituciones de investigación y fomento de actividades ligadas a la CTCI, las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales que las apoyan, los sistemas de conocimiento local y nacional, las empresas de diverso tamaño, universidades y centros educativos, entre muchos otros. Dicho Ecosistema constituye una compleja red de nodos y de interacciones entre ellos, cuyas actividades, con distintos propósitos e intereses, y entrelazadas entre sí, potencian la creación, intercambio y transferencia de conocimiento en su interior. Es en esta interacción y transferencia que se crea y emerge el valor relevante para la sociedad en su conjunto. Los principales atributos que este debe exhibir son la diversidad de disciplinas y actividades que contenga, la fortaleza de la conexión entre sus nodos, la lógica de red de su funcionamiento y una fuerte vinculación con las necesidades de la sociedad en su operación. Adicionalmente, resulta crucial contar con las capacidades humanas necesarias para que todo ello ocurra.

Esta Estrategia entrega una serie de orientaciones y lineamientos para fortalecer el Ecosistema CTCI. Se requiere relevar ante la ciudadanía la contribución que la CTCI puede hacer para impulsar el desarrollo del país y su bienestar social, de modo que la interacción entre el ecosistema y la sociedad se retroalimenten de manera virtuosa.

Es necesario profundizar la multiplicidad de disciplinas que el ecosistema promueva y la diversidad de roles y trayectorias que quienes en él participen puedan realizar. Asimismo, se debe potenciar los vínculos internacionales para lograr las masas críticas y alcanzar la escala requerida para conseguir aportes significativos, aprovechando para ello las singularidades territoriales del país.

Es importante poner en valor los territorios mediante Estrategias Regionales de CTI que se articulen armónicamente y contribuyan a la Estrategia Nacional. Ello requiere de descentralización administrativa en la toma de decisiones y desconcentración de capacidades en la generación y utilización del conocimiento, sin que ello implique una fragmentación de los esfuerzos o pérdida de la unidad de propósito.

No hay duda que un fortalecimiento permanente de los recursos destinados al Ecosistema CTCI forma parte de esta Estrategia, de modo que sus distintos componentes adquieran mayor robustez, calidad e importancia. Entre ellos, la generación permanente de conocimiento y desarrollo tecnológico, proveyéndola de las condiciones necesarias para su despliegue permanente y reconociendo su rol crucial en el mundo contemporáneo. También, el continuar y potenciar la innovación y el emprendimiento como actividades cuyo impacto en la creación de valor está conectado más cercanamente con las necesidades y aspiraciones de la población, y que hoy juegan un rol crítico frente a las grandes transformaciones que enfrenta la sociedad. Asimismo, relevar el rol crucial que juegan las ciencias sociales y la investigación en artes y humanidades, tal como se mencionó, para que su fortalecimiento contribuya al desarrollo del país.

Finalmente, esta Estrategia propone cinco Catalizadores de la Visión, que actúen como aceleradores de la capacidad transformadora que la CTCl tiene, de manera de lograr el Propósito planteado:

1. La CTCl inserta en un Relato País que haga sentido a su gente, para generar identidad interna y ante el mundo, basada en las condiciones únicas e irrepetibles que el país tiene como atractor de ciencia de clase mundial y tecnología de punta. Eso permitirá otorgar a la CTCl la prioridad que requiere para impulsar el desarrollo del país.
2. La CTCl al servicio de los Desafíos País y las necesidades de sus habitantes. Existen numerosos desafíos nacionales, y cuyas soluciones pueden también ser exportadas al mundo, que exigen esfuerzos multidisciplinarios, dinamizadores de todo el ecosistema, que pueden acelerar las transformaciones que el país y su gente requieren. La Estrategia entrega varios ejemplos de ello, como el desarrollo de las energías limpias, abordar los problemas del agua, impulsar la resiliencia ante desastres naturales, promover la alimentación saludable, atender los desafíos de migración, inclusión o envejecimiento de la población, entre muchos otros. Para todos ellos la CTCl resulta fundamental.
3. La CTCl como un aportante crítico para conseguir la Sustentabilidad de los ecosistemas y la preservación de la biodiversidad, en un mundo en que se encuentran amenazados poniendo en peligro el futuro de la humanidad. Los desafíos que eso plantea requieren de la CTCl para ser abordados, de modo que el efecto dinamizador que ello tiene sobre todo el Ecosistema CTCl y sobre la creación de valor en direcciones distintas a las tradicionales es gigantesco.
4. El rol que la CTCl puede jugar en la Complementación público-privada requiere ser impulsado con particular vigor. Así como el sector público tiene un especial protagonismo en los procesos de generación de conocimiento y promoción de las innovaciones tecnológicas, el sector privado juega un rol primordial en acercar esos resultados a la ciudadanía mediante su implementación productiva. Aprovechar las capacidades de ambos y relevar sus roles potenciará la CTCl de maneras que no han sido correctamente aquilatadas hasta ahora.
5. La Educación en CTCl y la CTCl en la Educación constituyen un pilar fundamental del desarrollo. No es posible alcanzar los objetivos que esta Estrategia plantea sin potenciar la educación de quienes constituyan las futuras generaciones de chilenos y chilenas, interconectándola de manera creciente con la CTCl y sus avances.



El país se encuentra en una coyuntura de revisión institucional, para cuyas tensiones la CTCI puede constituirse en un punto de encuentro, que aporte una renovada unidad de propósito, que entregue una mirada de futuro apoyada en las herramientas efectivas que el conocimiento otorga, y que dinamice las fuerzas creativas de sus ciudadanos para que sus aspiraciones se hagan realidad.

Fotografía de María José Pedraza,
Fundación Imagen de Chile.

Palacio de La Moneda,
Región Metropolitana de Santiago,
Chile.

Mayo 2022.

ESQUEMA DE LA ESTRATEGIA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,

CAPÍTULO 1. VISIÓN Y PROPÓSITO

VISIÓN	Chile, un país que genera desarrollo y bienestar de manera sostenible e integral, basado en una sociedad del conocimiento.
PROPÓSITO	Que la Ciencia, la Tecnología, el Conocimiento y la Innovación (CTCI) constituyan un pilar fundamental de la sociedad para impulsar la creación de valor entendido en un sentido amplio, contribuyendo a la preservación de la biósfera, sus ecosistemas y su biodiversidad, y al desarrollo de una sociedad inclusiva y ética.

CAPÍTULO 2. EL ECOSISTEMA DE CTCI

2.1. DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL ECOSISTEMA	La interacción conjunta de la Ciencia, la Tecnología, el Conocimiento y la Innovación, conforman el Ecosistema en el que se genera y transfiere conocimiento para beneficio de la sociedad. Ello requiere que los distintos actores que en él participan, y los diversos nodos que lo componen, estén adecuadamente insertos en el sistema social. 2.1.1. EL FLUJO DE CONOCIMIENTO Esencial al Ecosistema CTCI es el flujo, intercambio y transferencia de conocimiento entre sus nodos, a partir de los diferentes propósitos e intereses de sus actores, en las más diversas combinaciones y dentro de los marcos normativos y éticos establecidos por la sociedad. 2.1.2. MASAS CRÍTICAS El Ecosistema CTCI requiere de una masa crítica de actores, tanto en cantidad como en diversidad de disciplinas, competencias y roles, que permita una explosión combinatoria de conexiones. 2.1.3. EL ROL DEL SECTOR PÚBLICO Y DEL SECTOR PRIVADO El Estado tiene la misión de propiciar y promover la generación y transferencia de conocimiento, velar por el acceso de este como bien común y promover su contribución al desarrollo del país. El sector privado es un necesario complemento a lo anterior, para ponerlo a disposición de la sociedad y beneficio de su población.
--	---

CAPÍTULO 3. ORIENTACIONES Y LINEAMIENTOS PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA DE CTCI

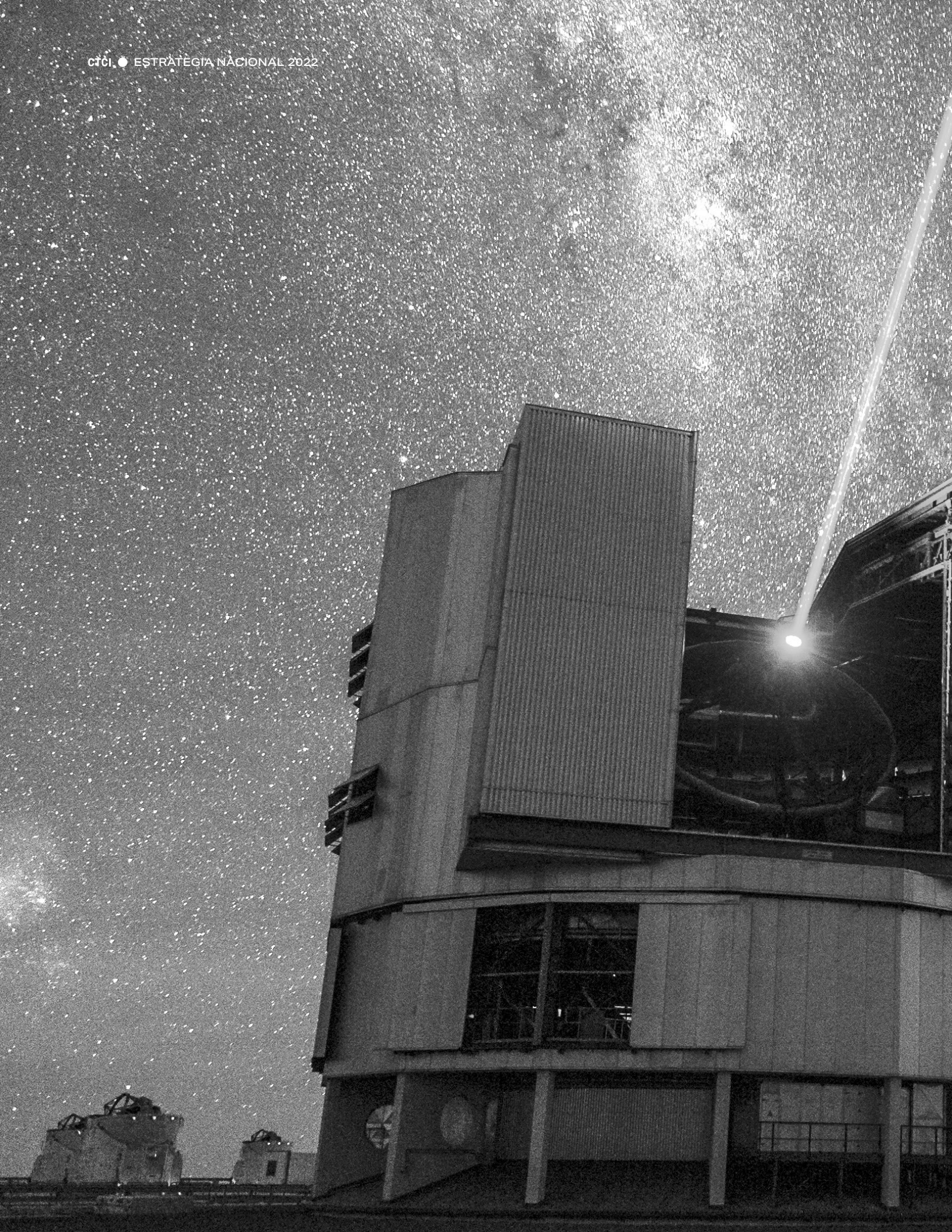
3.1 PROFUNDIZACIÓN EN ASPECTOS TRANSVERSALES DEL ECOSISTEMA CTCI	La contribución de la CTCI al bienestar social y la comprensión ciudadana de la importancia e impacto que ella tiene en sus vidas, genera un círculo virtuoso para el desarrollo del país. 3.1.1 CTCI DIVERSA Y CONECTADA CON EL MUNDO • Promover el desarrollo de una multiplicidad de disciplinas diversas. • Incentivar una diversidad de roles, trayectorias e interacciones en las personas que se dedican a CTCI. • Aprovechar los resultados de la CTCI como evidencia para el Estado en la generación de políticas públicas y leyes. • Generar vínculos internacionales que facilitan lograr masas críticas y alcanzar la escala requerida para hacer aportes significativos. • Aprovechar las singularidades territoriales y geográficas de Chile que le confieren ventajas para generar alianzas a nivel internacional. 3.1.2 CTCI PARA LA PUESTA EN VALOR DE LOS TERRITORIOS • Integrar las estrategias regionales entre sí, contribuyendo con la Estrategia Nacional de CTCI para un desarrollo armónico. • Promover la descentralización administrativa en las decisiones y la desconcentración de capacidades en la generación y utilización del conocimiento. • Generar valor ligado al patrimonio natural y cultural de los territorios, fortaleciendo sus identidades.
3.2 EL IMPULSO QUE REQUIEREN LOS DISTINTOS COMPONENTES DEL ECOSISTEMA CTCI	Reconocer y valorizar la importancia de la inversión permanente en CTCI. 3.2.1 GENERACIÓN PERMANENTE DE CONOCIMIENTO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO • Fortalecer el sistema de formación nacional de personas dedicadas a la CTCI, complementado con la formación internacional. • Velar por un sistema de financiamiento equilibrado entre la lógica concursal y la basal, que potencie balanceadamente la CTCI y sus capacidades en el tiempo. • Dar un impulso a la investigación asociativa, potenciando el rol de los centros científicos tecnológicos e ITPs. • Fomentar el desarrollo tecnológico a través de: proyectos multidisciplinarios que conectan oferta y demanda, desafíos país y la generación de tecnologías habilitantes transformadoras. 3.2.2 INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO DE BASE CIENTÍFICO- TECNOLÓGICA COMO MOTOR DEL DESARROLLO ECONÓMICO • Aprovechar la innovación y emprendimiento científico- tecnológico para la transformación sustentable de los procesos productivos y sistemas (retos sectoriales). • Utilizar la innovación para generar nuevas ofertas de valor basadas en conocimiento (laboratorios naturales). • Potenciar saltos de productividad a través de la adopción tecnológica y el emprendimiento. 3.2.3 CIENCIAS SOCIALES E INVESTIGACIÓN EN ARTES Y HUMANIDADES Y SU ROL EN LA CTCI • Reconocer y valorar tanto la investigación en artes y humanidades, como en ciencias sociales, ciencias naturales y exactas, asegurando reglas del juego que reconozcan su naturaleza distintiva y fomenten su integración multidisciplinaria. • Promover e incentivar el desarrollo de las ciencias sociales e investigación en artes y humanidades, interconectadas con la CTIE, conformando en conjunto el Ecosistema de CTCI.

1.1. SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO	Aquella en que el conocimiento permea todas las esferas de la vida humana.
1.2. CREACIÓN DE VALOR	Entendida como todo aquello considerado valioso, que aporta al bienestar individual y colectivo.
1.3. SUSTENTABILIDAD Y PRESERVACIÓN DE LA BIÓSFERA Y SUS ECOSISTEMAS	La necesidad de sustentar el desarrollo y bienestar de las sociedades, preservando la biósfera - sus ecosistemas y biodiversidad- y cuya amenaza representa el mayor desafío de la humanidad.
1.4. SOCIEDAD INCLUSIVA Y ÉTICA	Producto de una reflexión democrática respecto de los modos de convivencia social, orientada a la equidad e inclusión, sobre bases éticas.

2.2. ROBUSTEZ Y DENSIDAD DEL ECOSISTEMA	La robustez y densidad del Ecosistema CTCI depende de los siguientes atributos: diversidad en su interior, conexión entre sus nodos, lógica de red en su funcionamiento y una fuerte vinculación social.
2.3. EL ECOSISTEMA CTCI Y LAS CAPACIDADES HUMANAS	El Ecosistema es una vasta red de investigadores, técnicos, divulgadores, emprendedores, entre otros, que constituyen parte importante de las capacidades humanas del país y son la base del Ecosistema.

CAPÍTULO 4. CATALIZADORES DE LA VISIÓN

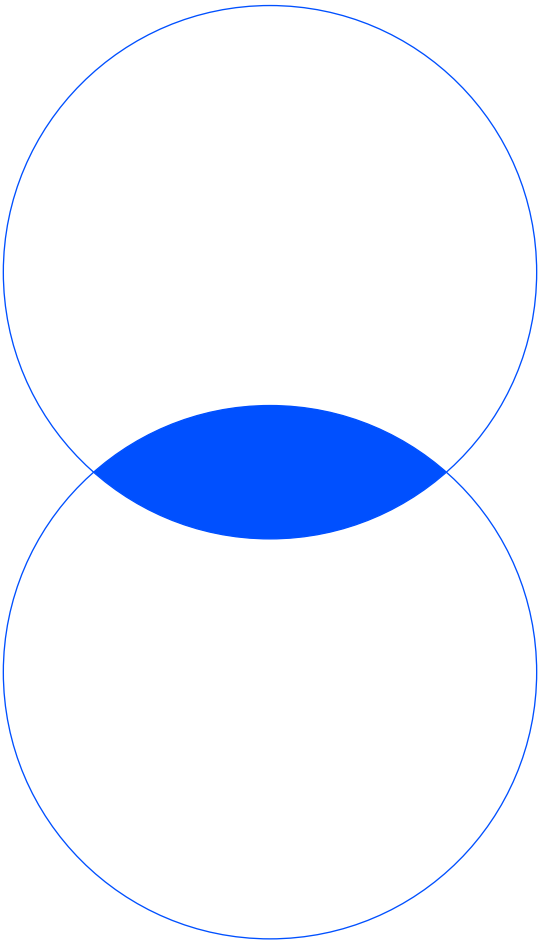
4.1. CTCI INSERTA EN UN RELATO DE CHILE QUE HAGA SENTIDO A SU GENTE Y FORTALEZCA SU IDENTIDAD INTERNA Y ANTE EL MUNDO	- Generar un relato donde la CTCI sea parte de la identidad del país: - Basado en las características únicas e irrepetibles del territorio nacional, como atractor de ciencia de clase mundial y tecnologías de punta. - Transformándolo en fuente de orgullo y de posicionamiento internacional. - Integrando la CTCI a los distintos espacios sociales, aportando comprensión, reflexión e innovación para mejorar la calidad de vida y alcanzar un desarrollo sustentable e inclusivo.
4.2. CTCI AL SERVICIO DE LOS DESAFÍOS PAÍS Y LAS NECESIDADES DE SUS HABITANTES	- Crear la capacidad institucional de definir, priorizar y abordar los desafíos de largo plazo que organicen la contribución de la CTCI. - Contar con una instancia que, a partir de dichos desafíos, defina misiones específicas.
4.3. CTCI APORTANDO DECIDIDAMENTE A LA SUSTENTABILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS Y LA PRESERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	- Introducir tecnologías innovativas que mitiguen el daño ambiental, recuperen los ecosistemas degradados y fomenten la economía circular. - Promover la sustentabilidad de los ecosistemas y preservación de la biodiversidad en las diversas iniciativas y proyectos. - Impulsar metodologías que midan y ayuden a preservar el "capital natural" en las decisiones de desarrollo.
4.4. COMPLEMENTACIÓN PÚBLICO- PRIVADA PARA POTENCIAR EL ROL TRANSFORMADOR DE LA CTCI	- Impulsar la complementación público- privada- académica: - Aprovechando las capacidades de cada uno en retos transversales de desarrollo. - Para abordar los Desafíos País y las misiones tecnológicas. - En el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
4.5. EDUCACIÓN EN CTCI Y CTCI EN EDUCACIÓN	- Promover una educación que releve el rol de la imaginación, la curiosidad y el pensamiento crítico sobre la base de una sociedad más reflexiva e innovadora, que valora la CTCI. - Fomentar una alianza del Ecosistema CTCI con el mundo de la Educación en todos sus niveles.





Fotografía de Gerhard Hüdepohl.
<https://atacamaphoto.com>

Observatorio Paranal.
Región de Antofagasta, Chile.



CAPÍTULO 1

VISIÓN Y PROPÓSITO



VISIÓN

Chile, un país que genera desarrollo y bienestar de manera sostenible e integral, basado en una Sociedad del Conocimiento.

PROPÓSITO

Que la Ciencia, la Tecnología, el Conocimiento y la Innovación (CTCI) constituyan un pilar fundamental de la sociedad, para impulsar la creación de valor entendido en un sentido amplio, contribuyendo a la preservación de la biósfera, sus ecosistemas y su biodiversidad, y al desarrollo de una sociedad inclusiva y ética.

Esta **Estrategia** tiene como **Visión** la plena incorporación del país a la **sociedad del conocimiento**, de modo que su desarrollo sea sostenible e integral, que esté basado en el conocimiento y que beneficie a sus habitantes mediante la creación de valor. Este conocimiento debe además estar orientado a la **preservación de la biósfera**, sobre la que se sustenta la vida humana. Asimismo, debe estar comprometido con alcanzar una **sociedad inclusiva**, resultado de una permanente **reflexión crítica** de sí misma, sobre la base de consideraciones **éticas fundamentales**.

Su **Propósito** es **fortalecer y expandir** la **CTCI**, para que su aporte a la **creación de valor**, entendida en un sentido amplio, contribuya al **bienestar** de la sociedad en su conjunto. Asimismo, y como resultado de lo anterior, considera la necesidad de **mejorar y profundizar** las condiciones generales en las que se desenvuelve la CTCI y quienes en ella participan, pues el positivo **impacto** que ello tenga en el país y sus regiones, por el **mayor valor** así generado, permitirá captar nuevos recursos para continuar ese proceso, dando lugar a una **retroalimentación virtuosa** que nos conduzca al ideal planteado en la Visión.

Fotografía de Gerhard Hüdepohl.
<https://atacamaphoto.com>

Laguna Los Puquios,
Salar de Llamará,
Región de Tarapacá, Chile.



Fotografía de Juan Ernesto Jaeger,
Fundación Imagen de Chile.

Nevados de Sollipulli.
Región de La Araucanía, Chile.

1.1. SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO

La Sociedad del Conocimiento es un concepto que refleja la naturaleza ubicua de aquel y su influencia en todas las esferas de la vida humana: está incorporado en los **bienes y servicios** que las sociedades producen y que las personas intercambian; está instalado en las diversas modalidades que la población utiliza para **movilizarse, comunicarse o asociarse**; está implícito en las crecientes opciones existentes para el **esparcimiento artístico, cultural y deportivo** en las que sus ciudadanos pueden involucrarse; forma parte del **vínculo con la historia** y el **patrimonio** de las sociedades, y constituye la piedra angular de sus **reflexiones filosóficas, deliberaciones éticas y expresiones creativas**.

Tradicionalmente se ha buscado avanzar hacia este tipo de sociedad a través de las estrategias que integran Ciencia, Tecnología e Innovación como fuentes de conocimiento, además de Emprendimiento, como implementador pro-

ductivo de lo anterior (CTIE). Esta Estrategia integra y considera, como un conocimiento crítico adicional, la investigación en **Artes y Humanidades y Ciencias Sociales**, cuyas orientaciones, metodologías y objetivos están más orientadas a proposiciones **normativas, interpretativas, expresivas o creativas**, ampliando el anterior alcance para que ahora abarque a Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (**CTCI**).

1. Respecto de los saberes ancestrales, el consejero Andrés Antivil Álvarez, con la colaboración de la consejera Bárbara Saavedra, aportaron un texto con su visión que puede encontrarse en la Plataforma Documental del Consejo CTCI: <https://docs.consejoctci.cl/documento/los-conocimientos-tradicionales-y-saberes-ancestrales-de-los-pueblos-indigenas-de-chile/>

SOCIEDAD, CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y SABERES ANCESTRALES¹

El conocimiento, pilar fundacional de esta Estrategia, se ha ido construyendo a través de la historia por medio de cuidadosas observaciones del entorno, o está incorporado en las formas de organización social y formas de interacción que los pueblos utilizan.

Ahora bien, la acelerada creación de valor observada en los últimos siglos, y particularmente en los últimos decenios, está asociada fundamentalmente al conocimiento basado en el método científico y sus aplicaciones. Sin embargo, ella también busca incluir conocimiento derivado de otros procesos culturales.

En ese sentido, la necesidad de enriquecer el conocimiento científico desde otras fuentes, ha abierto espacio a la moderna aproximación transdisciplinaria y transcultural. Aun así, la validez epistemológica del método científico se funda en la meticulosidad de sus observaciones, la sistematicidad de sus experimentos corroboradores y la crítica institucionalizada a la que somete sus conclusiones.

El conocimiento de los pueblos originarios y sus saberes ancestrales se caracteriza por su dimensión práctica de arraigo territorial, su carácter colectivo, de linaje u origen histórico, su tradición intergeneracional de naturaleza oral-lingüística y su matriz cultural. Aunque su generación posee diferencias metodológicas y epistemológicas, tiene potencial de validez para el resto de la población y puede ser aplicado para beneficio social. Si su uso

quiere extenderse más allá de un grupo cultural específico, ese potencial deberá ser ratificado por el método científico, por ejemplo, en ciertos tratamientos de salud, o en las especiales propiedades de ciertos materiales. En ese caso, esas aplicaciones deberán ser reconocidas y adecuadamente compensadas a quienes sean sus titulares colectivos.

Asimismo, otras formas culturales acumuladas por dichos pueblos a través del tiempo, sean estas distinciones lingüísticas, formulaciones filosóficas, cosmovisiones o formas de convivir y utilizar el territorio, constituyen un conocimiento enriquecedor para las sociedades contemporáneas. Corresponde que la sociedad como un todo las recoja mediante cuidadosos registros, con la ayuda de quienes las practican. Si resulta posible identificar de manera ordenada la agregación de riqueza que ellas generan, y luego de una discusión y reflexión crítica, esas enriquecedoras lecciones podrán incorporarse al acervo de toda la sociedad.

Hay un espacio de aprendizaje respecto del conocimiento y los saberes ancestrales de los pueblos originarios, que la sociedad debe explorar como un valioso aporte para la mejor comprensión del mundo en que vivimos, y de las formas que tenemos para habitarlo. Su reconocimiento es una tarea de futuro que requiere abordarse desde el diálogo y la comprensión mutua.

1.2.

CREACIÓN DE VALOR

Un rasgo común de la **historia humana** ha sido la persistente **creación e incremento de valor** que sus miembros procuraron poner a disposición de sus comunidades, a través de la producción de bienes y servicios, pero también por medio de transformaciones más profundas en las formas de organizarse y comprender el mundo. La trayectoria de los seres humanos ha estado constantemente moldeada por creaciones, invenciones e innovaciones que resultaron útiles a las personas, y, en consecuencia, fueron juzgadas como **valiosas** para **sus vidas** y las del resto, **aumentando el bienestar individual o colectivo** sobre la base del conocimiento acumulado. Ello ha sido así desde quienes vivían como **cazadores-recolectores**, y comenzaron a **fabricar utensilios**, como hachas de mano, o **domesticaron** el fuego para obtener su sustento y protegerse de los peligros, hasta los **modernos habitantes del siglo XXI**, que habitan un mundo digitalizado, en que la realidad análoga coexiste con la **digital**.

Este proceso de paulatino **incremento del valor** ocurrido a lo largo del tiempo provino del **conocimiento** que los seres humanos fueron acumulando e integrando en sus culturas en ese mismo período. Este se ha ido **"empaquetando"** en los artefactos que utilizamos en nuestra vida cotidiana, en la interpretación y **explicación** que hacemos del mundo natural, así como en las **ideas y marcos conceptuales** que dan origen a los códigos legales, a las formas de **organización grupal** o nacional y a los planteamientos **filosóficos**, que permean la vida actual. En cierto modo, ello ha marcado el curso de la historia y está permanentemente presente en la vida de las personas.

La **Visión** planteada en esta **Estrategia** procura alinear la trayectoria de desarrollo del país con el establecimiento de una **Sociedad del Conocimiento**, en la cual la creación de valor está estrechamente ligada a la CTCl. Asimismo, le otorga a la CTCl un **rol fundamental** en el proceso de **desarrollo** que logre el **bienestar** de sus habitantes. A su vez, su **Propósito** es impulsar, fortalecer y profundizar el despliegue de la **CTCl**, de manera que el proceso de **Creación de Valor** se oriente de manera constructiva hacia un desarrollo **Sostenible e Integral**.



RECUADRO 1_ CTCI ANTE UNA PANDEMIA GLOBAL

El coronavirus (SARS COV-2) irrumpió sobre la humanidad a principios del año 2020, causando graves estragos en la salud de millones de personas, y planteó numerosos desafíos que solo pudieron ser abordados gracias a las capacidades de CTCI instaladas en múltiples países, incluido Chile.

Por una parte, en lo directamente relacionado con la enfermedad, la rápida secuenciación del virus y su publicación abierta a la comunidad científica permitió fabricar los muy necesarios *kits* de diagnóstico. Asimismo, nuestra comunidad científica se hizo parte del desarrollo científico y clínico de las diversas vacunas aprobadas para uso en nuestra población, las cuales han demostrado una efectividad que ha contribuido a controlar la pandemia. La ciencia exploró además exitosamente estrategias innovadoras para desarrollar vacunas, como las de *mRNA* y adenovirales, que permitieron contar, en menos de un año, con múltiples opciones de vacunación segura y efectiva, gracias a un trabajo que la ciencia ha venido construyendo hace años. Fue necesario, además, levantar o expandir fábricas para manufacturar miles de millones de dosis y otorgar así una protección segura a la población mundial. Asimismo, las capacidades instaladas de

levantamiento y análisis de datos sanitarios permitieron hacer evaluaciones oportunas y comparar la evolución de la pandemia entre distintos países y territorios dentro de ellos y a evaluar los resultados de los distintos tratamientos y medidas preventivas.

Por el lado de los impactos “no sanitarios”, han sido también muy importantes los aportes de disciplinas científicas en áreas como la educación, economía, estadística y ciencia de datos, para abordar con nuevas metodologías los desafíos que la pandemia ha impuesto en esos ámbitos, tan importantes para nuestra sociedad. Por ejemplo, la pandemia aceleró la transición hacia la interacción online, cambiando la manera en que se conducen las relaciones humanas, sociales, educacionales y laborales, que se espera permanecerá incluso cuando las restricciones de desplazamiento y reunión hayan quedado atrás. Eso también se basa en tecnología, en este caso digital.

Todo lo anterior no habría sido posible sin una acción, e inversión, oportuna y decidida en múltiples disciplinas de la CTCI, la que, a su vez, se basa en un sinnúmero de capacidades previamente instaladas en instituciones y personas de muchos países.

1.3. SUSTENTABILIDAD Y PRESERVACIÓN DE LA BIÓSFERA Y SUS ECOSISTEMAS

El bienestar de las sociedades depende de la **naturaleza** y la **biodiversidad**, pues su desarrollo se apoya en ambas. Sin embargo, el funcionamiento de los procesos ecológicos básicos para la vida, incluyendo la humana, exhibe crecientes niveles de **degradación**, lo que, a su vez, deriva en pérdida de biodiversidad, que impacta a dichos procesos, estableciendo un ciclo perverso.

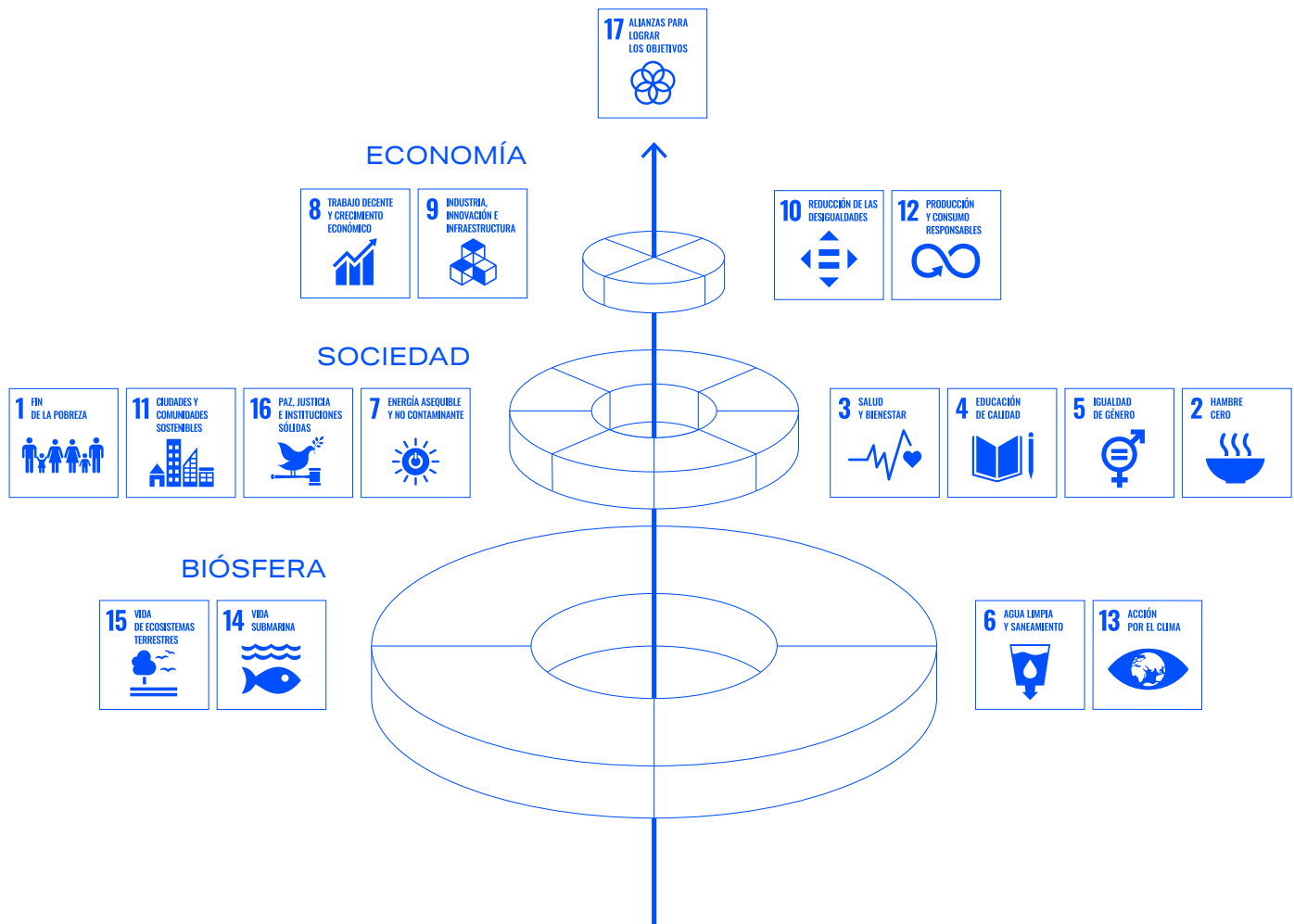
Por ello, el mayor desafío que enfrenta la humanidad es la **preservación de la Biósfera**. Ello incluye la **recuperación** y mantención de los **ecosistemas** que la componen, así como sus **especies** y poblaciones, y asegurar que se mantengan las condiciones biofísicas – en la atmósfera, hidrósfera, y la Tierra misma – necesarias para la vida. La integridad de los ecosistemas proviene de las delicadas interacciones de organismos vivos con su **entorno físico**, cuyas formas y relaciones son el resultado de procesos co-evolutivos que ocurrieron en el pasado y que continúan hacia el futuro: ellos son de tipo ecológico, biogeoquímico, de sostenimiento de redes tróficas, o de ciclaje de agua, carbono o nitrógeno, así como de degradación y ciclaje de nutrientes, entre muchos otros.

Figura 1. ODS.

Fuente: Stockholm Resilience Center, "The SDGs wedding cake" <https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-the-sdgs-wedding-cake.html>

Fotografía de Gerhard Hüdepohl.
<https://atacamaphoto.com>

Glaciar Holanda al interior
del Canal Beagle,
Región de Magallanes
y de la Antártica Chilena, Chile.



Todo el **desarrollo humano** se basa en la existencia de las relaciones biofísicas aludidas. A lo largo de la historia, en particular durante la **Revolución Industrial** de los últimos trescientos años, y con mayor celeridad en la **Revolución Digital** de los últimos treinta, la creación de valor se ha sustentado en un vigoroso **desarrollo tecnológico**. Esto ha permitido sostener los crecientes niveles de población que habitan el planeta, pero, al mismo tiempo, ha impuesto una carga creciente sobre la **biósfera**, modificando sus delicados equilibrios y generando una amenaza a las contribuciones que la naturaleza provee - sus **servicios ecosistémicos** -, que son los que permiten el **sustento** de la vida humana.

Esta amenaza tiene **impactos** que van más allá de lo económico, afectando directamente la **vida** rutinaria de las **personas** en distintas dimensiones: escasez de agua, enfermedades zoonóticas o producto de la contaminación, entre otras; incluso, eventualmente, pone en riesgo la propia **sobrevivencia** de la especie.

Una forma particular en la que se manifiesta este daño, es el aumento de la concentración de **gases efecto invernadero** en la atmósfera, entre ellos el **CO₂**, producto del uso de combustibles fósiles como fuente de energía, y el **metano**, debido a la crianza de bovinos, entre otras causas. Estos inducen una modificación en el **clima del planeta** - aumento de su **temperatura media**, **derretimiento** de reservas de hielo, que elevan el nivel del mar afectando zonas costeras habitadas, y una mayor frecuencia de eventos **climáticos extremos** - dificultando las condiciones en las que se desenvuelven las comunidades humanas, todo lo cual da lugar al fenómeno conocido como **cambio climático**.

Se suma a esto, la pérdida de biodiversidad, producto de la transformación en el uso de suelo, fundamentalmente para agricultura y ganadería, así como la contaminación de este en todas sus formas.

Frente a esta amenaza vital, el proceso de **creación de valor** basado en CTCI debe considerar que el desarrollo social y económico vele por la recuperación, mantención y protección de su base fundacional, la biósfera (Figura 1). El éxito de esto sólo puede lograrse construyendo y aprovechando el conocimiento disponible, y generando nuevo conocimiento diverso y útil a ese propósito. Si como algunos proyectan, la población mundial se estabiliza en la segunda mitad de este siglo en unos **diez mil millones** de seres humanos, no parece factible volver a **estadios tecnológicos anteriores**, pues ello afectaría gravemente la calidad de vida de las personas que habitan el planeta. El camino es poner las capacidades de la CTCI al servicio de la sustentabilidad, **creando valor** que **preserve la biósfera**, a través de la recuperación de los **ecosistemas degradados**, la **mitigación** de los impactos existentes, y por sobre todo, la adaptación de la sociedad a un mundo cambiante, propiciando pensamiento creativo, crítico y ético que permita avanzar hacia **modos de vida** armónicos con la naturaleza. Ese **desafío** debe estar al centro de cualquier estrategia de **CTCI** de estos tiempos.

1.4.

SOCIEDAD INCLUSIVA Y ÉTICA

El desarrollo de la **CTCI** es piedra angular del proceso de **creación de valor** que genera bienestar. Un desarrollo sostenible e integral, además de la preservación de la biósfera, requiere construir una sociedad inclusiva y democrática, que vele por el **bienestar** de su gente y su vida social. Esto requiere **modos de convivencia** susceptibles de ser pensados y juzgados éticamente, lo que necesita de una capacidad de **reflexión crítica** para buscar y **discernir** cuáles son aquellos que mejor permiten alcanzar ese ideal.

Las **complejidades** de las sociedades contemporáneas exigen que esa reflexión se haga con el más amplio **conocimiento** que al respecto se pueda tener. Este proviene en gran parte tanto de las **ciencias sociales** como de la investigación en **artes y humanidades**, porque esas son las disciplinas cuya orientación está destinada precisamente a examinar el **comportamiento humano**, a caracterizar, representar y expresar sus manifestaciones. La CTCI puede constituir ese lugar de encuentro entre actores del ecosistema, que abriendo espacios transdisciplinarios de reflexión, y mediante la **deliberación política democrática** con perspectiva **ética**, construya futuros posibles que orienten el desarrollo en la dirección del bienestar integral.

El reconocimiento explícito de esas disciplinas como integrantes de la **CTCI** enriquece el abanico de ramas del saber requeridas para impulsar un desarrollo **balanceado**. Ellas ayudan a construir una mirada **holística** de la vida en comunidad, y contribuyen a corregir aquellos aspectos que la **creación de valor** y cuidado de la **biósfera** hayan descuidado. Así, el **bienestar** y el **progreso** al que los ciudadanos aspiran se hace compatible con la **perspectiva ética** con que los seres humanos juzgan sus conductas colectivas. El desarrollo de esas disciplinas forma, pues, una parte integral de la **Visión y Propósito** de esta **Estrategia**, introduciendo así un compromiso con la **inclusión** y la **dignidad** de las personas, en un marco ético acorde con lo anterior.

Como conclusión de este capítulo, el aporte de la **CTCI** al desarrollo del país se funda en su capacidad de **crear valor** para la sociedad, por medio de procesos productivos y organizacionales que no abandonen la **preservación de la biósfera**, y cuyo resultado sea examinado de manera crítica para mejorar la **inclusión**, la **equidad** y la **convivencia social** de sus habitantes.

TENDENCIAS GLOBALES

El acelerado proceso de cambios que protagoniza la humanidad, impulsado en gran medida por la ciencia y la tecnología, puede resumirse afirmando que se está en medio de una gran **revolución transversal** y, simultáneamente, una acuciante **preocupación global**. Por un lado, está la **revolución de la información**, que es **transversal**, y que se da en dos formatos, el **biológico** y el **digital**; por otro, la **sustentabilidad planetaria**^{2,3} que también se da en dos formas, el **cambio climático** y la preocupación por la **biósfera**, que requieren la acción conjunta de todos sus habitantes.

Sin embargo, es necesario hacer una **distinción** entre ambas. La revolución de la información - digital y biológica - es en sí misma una **impulsora** de transformaciones. En cambio, la sustentabilidad planetaria - **cambio climático** y **mantención de los equilibrios biosféricos** - es una preocupación que surge de la constatación de fenómenos de **alta inercia** y de **escala global** que se despliegan a través de horizontes largos de tiempo, y que, en parte, son consecuencia de la acción humana basada en la ciencia y la tecnología⁴. La revolución digital y biológica ocurre con el **telón de fondo** de la sustentabilidad planetaria.

REVOLUCIÓN DIGITAL

Las teorías matemáticas sobre **información** han permitido **representar** la información de manera **discreta** en formato **digital**, y proveen la **arquitectura** necesaria para su **procesamiento** en diversas plataformas computacionales. Ello ha dado lugar a la construcción de un **universo digital**, capaz de representar los objetos del **universo físico** y **simular** procesos de

variada índole para hacerlos más eficientes o más adecuados a las necesidades humanas, facilitando de paso la **comunicación**, la **educación** y la **entretención**.

Sin embargo, esa revolución conlleva una importante **discusión** respecto de sus **potencialidades** y **riesgos**, entre los que se encuentran la **propiedad** y el uso de los datos en el marco de la **privacidad** de las personas, la manipulación de la **autonomía individual** por medio de **algoritmos** que anticipen sus deseos y preferencias, y la amenaza laboral que presenta la **automatización**.

REVOLUCIÓN BIOLÓGICA

La **biología moderna** explica el fenómeno de la **vida** como la expresión física de **materia complejamente organizada** y **auto-organizada**. Esto ha modificado el **paisaje intelectual** contemporáneo, pues ha permitido comprender la **interacción** de los organismos vivos con la materia inanimada, y de todos ellos entre sí, con una **perspectiva diferente**.

En particular, ha dado lugar a la aparición de la **biología sintética**, que permite construir componentes vitales **artificiales**, distintos de los surgidos naturalmente, y utilizarlos en distintas instancias para beneficio de las personas. Ha posibilitado el desarrollo de la **biotecnología**, que permite **manipular** la **base genética** de los organismos, y luego combinar ambas con otras tecnologías físicas, como la **nano-tecnología**, y abrir así un fértil campo de exploración para que el **ingenio humano** genere valor mediante la **innovación** y el **emprendimiento**.

La **advertencia** indicada para la revolución digital es aún más **válida** para el caso de la revolución biológica, pues su utilización puede poner en peligro la **supervivencia** de la especie. La capacidad para modificar genéticamente la descendencia modificando las **células germinales** de los progenitores por medio de la técnica del **Crispr-Cas9**, o de generar **proteínas artificiales** con nucleótidos distintos de los conocidos, requieren un exhaustivo examen de ellas previo a su utilización.

Ambas revoluciones se basan en el concepto de **información: bits** de información discreta, en el caso de la primera, e información discreta contenida en el **ADN** de los organismos vivos en el caso de la segunda. Por esa razón, ambas tienden a **converger** desde la perspectiva de su comprensión, expandiendo sus **combinaciones** mutuas, multiplicando sus **posibilidades** de uso, abriendo con ello un enorme y fértil campo de **experimentación, innovación y creación de valor** que antes no estaba disponible. Esta convergencia se extiende también a los ámbitos de la **física, la química y la ingeniería**.

PREOCUPACIÓN GLOBAL

La **acción humana**, a través del uso intensivo de la **ciencia** y la **tecnología** y sus aplicaciones en la vida diaria, ha interferido con los servicios ecosistémicos que entrega la **biósfera**, que constituye el **capital natural** sobre el que se sustenta la vida humana. El más notorio de ellos es el **cambio climático**, pero también lo son la **degradación** de los ecosistemas y la pérdida de **biodiversidad**, cuya co-evolución es necesario comprender para poder estar

en condiciones de corregir su rumbo, cuando este atente contra la sustentabilidad de la vida sobre el planeta. Ello requerirá de **más CTCl** y no menos, pero junto con ello, de un delicado y **reflexivo** uso de ella.

Establecer una adecuada interacción entre ambas revoluciones – la digital y la biológica – así como la necesidad de preservar la sustentabilidad de la vida será el **escenario** en el que se desplegará la humanidad en lo que resta del siglo.

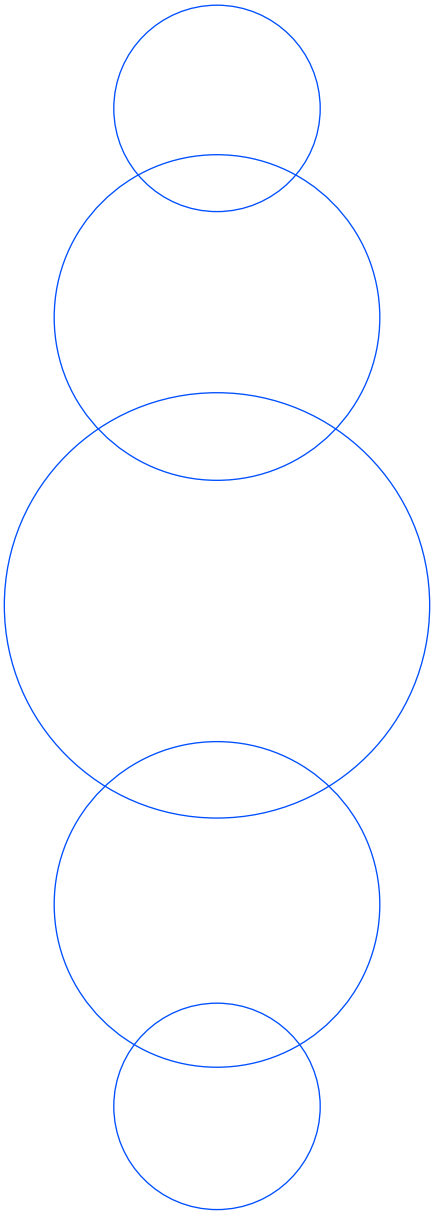
2. Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2019). *Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para Chile*.
3. Alvarez, J. (2018). *Reportes de Futuro: Tres Preocupaciones Urgentes para Chile*. Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo.
4. Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2021). *Base para la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación*.





Fotografía de Guy Wenborne,
Fundación Imagen de Chile.

Faro Carranza, Constitución.
Región del Maule, Chile.



CAPÍTULO 2

EL ECOSISTEMA DE CTCI



Para alcanzar la **Visión** presentada y lograr el **Propósito** descrito es necesario que los componentes de la CTCI se desplieguen de manera individual y **entrelazada**. Eso es lo que permite que se potencie la **generación de conocimiento** - de fenómenos **sociales y naturales**, además del generado por las ciencias exactas y formales como la matemática, la lógica y las ciencias de la computación -, que se desarrolle su aplicación **tecnológica**, que a partir de ello se **cree valor**, en un sentido amplio, y que luego todo eso se **implemente productivamente**. Además, como ya se indicó, es la CTCI, adecuadamente orientada e incentivada, la que, en las sofisticadas sociedades contemporáneas, juega un rol determinante en la preservación de los **equilibrios** de la **biósfera**, tanto en sus aspectos geo-físico-químicos como en los relativos a la biodiversidad. Asimismo, es importante considerar el impacto social que todo lo anterior conlleve, por lo que la reflexión crítica respecto de la sociedad resultante, aportada principalmente por las **ciencias sociales** y la **investigación en artes y humanidades**, contribuyen a abordar esos desafíos.

Fotografía de Francisco Negróni,
Fundación Imagen de Chile.

Laguna Verde, Volcán Llaima,
Región de La Araucanía, Chile.

2.1. DESCRIPCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL ECOSISTEMA

La interacción conjunta de la Ciencia, la Tecnología, el Conocimiento y la Innovación, constituyen el **ecosistema** en el que se genera y transfiere conocimiento con el objeto de aprovecharlo para beneficio de la sociedad. Para que ello suceda, se debe procurar que los actores que participan en los diversos nodos que lo componen estén adecuadamente insertos en el **sistema social**.

Este **ecosistema** integra al conjunto de **instituciones de investigación y fomento** de actividades ligadas a la CTCI, de organizaciones **gubernamentales y no gubernamentales** que las apoyan, de sistemas de conocimiento **local y nacional**, de **empresas** de diverso tamaño, de **universidades** y centros **educacionales**, entre muchos otros. Todos ellos constituyen una compleja red de **nodos**, y de **interacciones** entre ellos, cuyas actividades, con distintos propósitos e intereses, y entrelazadas entre sí, potencian la **creación, intercambio y transferencia** de conocimiento en su interior. Es en esta interacción de los componentes del ecosistema, que se crea y emerge el **valor** relevante para la sociedad en su conjunto.

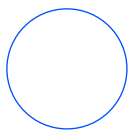
De esa forma se construye la llamada **Sociedad del Conocimiento**, en la que la creación de **valor social** se produce en múltiples dimensiones: **utilitaria, comercial, educacional, cultural, deportiva, filosófica o artística**, generando con ello un positivo impacto en el bienestar de la población en sus distintos espacios.

En la Base para la Estrategia Nacional de CTCI⁵, se puso el énfasis en el sub-sistema de Ciencia, Tecnología, Innovación y Emprendimiento, este último de base científico-tecnológica (**CTIE**), porque tiene la capacidad de implementar productivamente lo generado en los otros. Así, el **conocimiento** incorporado en los **bienes y servicios** a disposición de la población, a través de la interacción **virtuosa** de esos cuatro pilares, que se **combinan y retroalimentan** en cualquier orden, genera el valor que mejora las condiciones de vida de la población.

En esta Estrategia, por su parte, se considera a la CTCI como un concepto más amplio. Esta incluye, además de **Ciencia, Tecnología e Innovación**, al **Conocimiento** proveniente de la investigación en **Artes y Humanidades** y de una parte de las **Ciencias Sociales**⁶, disciplinas que se orientan a describir, comprender e interpretar los fenómenos del comportamiento social humano, procurando darles un **sentido**, o bien, reflexionan respecto de cómo **debe ser** la vida humana y cómo debe desplegarse su **convivencia**.

5. Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2021). *Base para la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación*.

6. Tal como se explica en la sección 3.2.3 del capítulo 3, existe una parte de las ciencias sociales cuya orientación es más normativa que el resto de ellas, que forman parte del conjunto de la ciencia.



2.1.1.

EL FLUJO DE CONOCIMIENTO

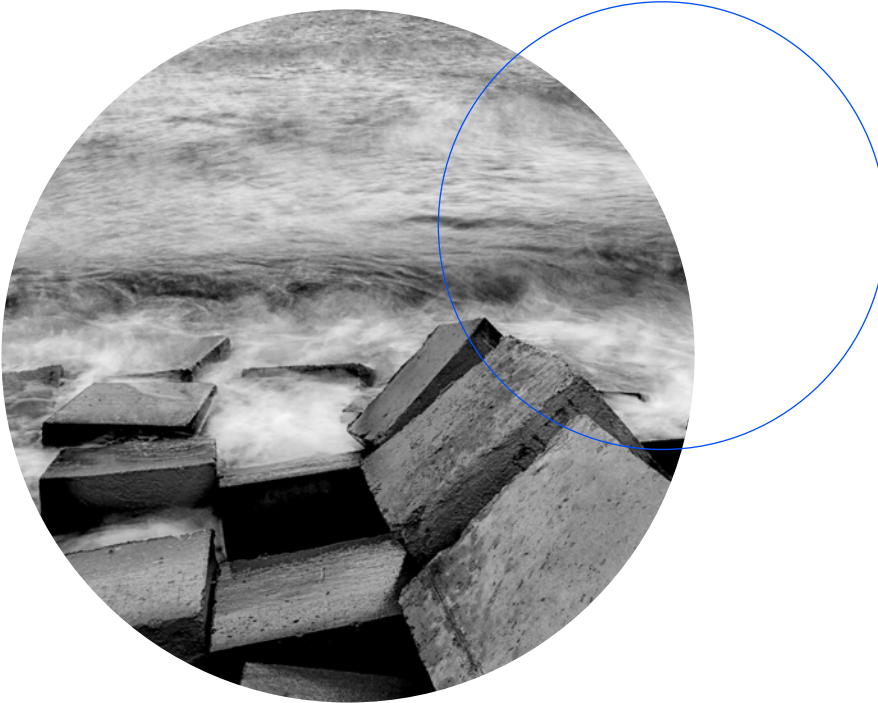
Lo esencial en el Ecosistema es el **flujo, intercambio y transferencia** de conocimiento entre sus nodos, a partir de los diferentes propósitos e intereses de sus actores, en las más diversas **combinaciones** posibles, pero dentro de los **marcos normativos** y éticos establecidos por la sociedad. Así, el conocimiento puede fluir tanto desde quienes lo **crean** hacia quienes lo **aplican**, o desde quienes transforman lo anterior en **innovaciones** que generan **valor**, hacia los **empreendedores**, o desde todos ellos hacia quienes lo crean, a partir de nuevas preguntas que éstos plantean.

Su lógica de operación es **no lineal**, por lo que no resulta obvio **anticipar** la forma en que el conocimiento que alimenta a un nodo se traduce posteriormente en productos, nuevas preguntas, servicios o nuevos marcos de comprensión en otro nodo, ni cómo estos se transforman luego en resultados **tangibles** e **intangibles**, ni menos, de qué manera todo ello **impactará** en la sociedad y viceversa.

Esta característica hace que la mirada de un mercado tradicional de intercambio competitivo de bienes y servicios no dé buena cuenta de su funcionamiento, ya que aquí no hay **derechos de propiedad** bien establecidos⁷, ni hay ausencia de externalidades, sino, más bien, hay abundancia de **externalidades positivas**⁸. Por eso y por el positivo impacto que el ecosistema tiene en la sociedad, se justifican los **subsídios** que se le otorgan. Además, es la existencia de dichos subsidios lo que, en general, impide la apropiación privada del conocimiento así generado⁹, y es la razón por la que normalmente no hay **precios de transacción** de dicho conocimiento.

Fotografía de Sernatur,
Fundación Imagen de Chile.

Oficina salitrera,
Región de Tarapacá, Chile.



2.1.2. MASAS CRÍTICAS

El ecosistema requiere de una **masa crítica** de actores, tanto en **cantidad** como en **diversidad** de disciplinas, **competencias** y **roles**. Todo ello es lo que permite una **explosión combinatoria** de conexiones, y permite recorrer una mayor variedad de áreas del saber y de campos de acción.

Adicionalmente, para que la combinación de **cantidad** y **diversidad** no provoque un antagonismo mutuo, es decir, que el procurar diversidad no limite el desarrollo de las disciplinas donde existe abundancia y calidad, es necesario que en las nuevas áreas o disciplinas que se incorporen se alcance un umbral de **calidad mínimo**, de modo que la diversidad buscada se combine con la **competencia disciplinaria** requerida. El **desarrollo de capacidades** diversas es importante para aprovechar la riqueza de los territorios y abordar las prioridades del país.

La tarea de las **agencias** encargadas de promover el Ecosistema CTCI, es procurar que los recursos sean asignados respetando las particularidades de cada disciplina y áreas de actividad y la naturaleza de los diversos actores, velando por la calidad y el desempeño del ecosistema en su conjunto. Ellas deben contar con mecanismos y criterios que le den **flexibilidad**, para así realizar las modificaciones necesarias que cierren brechas, integren mejoras y se **adapten** a nuevos contextos.

Fotografía de Rafael Chauquelaí,
Fundación Imagen de Chile.

San Antonio,
Región de Valparaíso, Chile.

7. De hecho, las patentes solo aparecen en las etapas más tardías del proceso, y eso está ocurriendo cada vez con menor frecuencia, amagada su conveniencia por la velocidad con que el conocimiento se genera.
8. El enriquecimiento del acervo cultural, la capacidad crítica y reflexiva de la sociedad, la capacidad de anticipación de escenarios, la sinergia innovativa a partir de conocimiento público, son todas "externalidades" propias del Ecosistema CTCI.
9. Esto también se sustenta en los casos en que el conocimiento se considera de bien público.



Fotografía de Max Donoso,
Fundación Imagen de Chile.

Embalse Puclaro, Vicuña.
Región de Coquimbo, Chile.

2.1.3.

EL ROL DEL SECTOR PÚBLICO Y DEL SECTOR PRIVADO

El Estado tiene, entonces, la misión de promover un ecosistema que facilite la **transferencia de conocimiento**, que vele por el **acceso** al conocimiento como bien común, y que propicie su **contribución** al bienestar y desarrollo país, incluso si sus efectos **positivos** no los pueda anticipar con precisión. Juega un papel crucial en el establecimiento de dicho ecosistema, siendo el principal impulsor de la **creación de conocimiento**, y de la **promoción de tecnología, innovación y emprendimiento**. Por otra parte, es en estas últimas donde el **sector privado** está en mejores condiciones de participar en su despliegue.

Pero además, el **Estado** tiene la responsabilidad de **dar dirección** a este ecosistema para que se conecte con las necesidades del desarrollo del país y **articule** las capacidades necesarias para lograrlo.

La creación de valor desde el **mundo privado**, depende, a su vez, de la **profundidad, densidad y diversidad** de la generación de conocimiento y desarrollo tecnológico que el Estado haya impulsado. Cuando eso se logra, se produce una **retroalimentación** virtuosa entre ambos: aumenta la cantidad de empresas de **base científico-tecnológica**, las que demandan más investigación pública, lo que facilita, a continuación, una mayor participación privada en el ecosistema, y, por esa vía, a la larga, esta tiende a transformarse en **predominante**.

Todo eso requiere de políticas de **largo plazo**, que **persistan** en el tiempo, para lo cual el Estado debe tener la firme **convicción** del valor e importancia que el **Ecosistema CTCI** tiene para impulsar el desarrollo del país. Debe además dotarlo de una **institucionalidad** que vele por la **consistencia inter-temporal** que eso requiere. Es necesario también, generar condiciones **socio-políticas** que permitan materializar esta contribución, tales como el Estado de derecho, la paz social, las instituciones democráticas, la inclusión política y social y la estabilidad institucional.

2.2. ROBUSTEZ Y DENSIDAD DEL ECOSISTEMA

La robustez y densidad del Ecosistema CTCI depende, entre otros atributos de: **diversidad** en su interior, **conexión** entre sus nodos, lógica de **red**, y **vinculación** con la sociedad en la que está inserto, planteando **desafíos societarios** que atiendan a necesidades y hagan sentido a la población. Estos atributos son descritos a continuación.

2.2.1. DIVERSIDAD

Un ecosistema **diverso** es más productivo, resiliente y capaz de adaptarse a situaciones emergentes e imprevistas. Una diversidad de miradas e interpretaciones, disciplinas y competencias, roles y trayectorias, permite la **fertilización cruzada** que **enriquece** su quehacer.

Para lograr esa diversidad, es fundamental que el **sistema de educación** nacional permita el acceso sin discriminación a una formación orientada a las **competencias** del siglo XXI desde la más **temprana infancia**. Así, las **nuevas generaciones** tendrán la oportunidad de acceder a disciplinas que las provean, y desarrollar el pensamiento **crítico, creativo y reflexivo** necesario que les permita enfrentar el futuro **incierto** y en constante **cambio** que caracteriza a las sociedades contemporáneas. Valorar la diversidad de intereses, conocimientos, trayectorias y roles de los participantes del Ecosistema CTCI, y reconocer su importancia para **adaptarse** a situaciones emergentes e imprevistas, debe ser uno de los lineamientos permanentes de cualquier **Estrategia Nacional**.

2.2.2. CONEXIÓN

La inteligencia humana está llamada a enfrentar cambios inéditos, en alianzas que superan la distancia disciplinar, profesional y local. En este sentido, son las **interacciones** entre los diversos actores institucionales y personas que participan de la CTCI las que multiplican las opciones de crear valor y abordar la incertidumbre, en un juego que es global. Existen además, diversas formas de interacción, **complejas y sofisticadas**, que es necesario reconocer, fomentando el trabajo **multi, inter y transdisciplinario**. Los espacios de conexión facilitan el intercambio de conocimiento tácito¹⁰ y explícito, tanto doméstico como global, y propician la **serendipia** y la **aleatoriedad** para que existan más **encuentros improbables** y más **convergencias virtuosas**.

10. Se refiere al conocimiento que viene incorporado en las personas, a través de su formación o experiencia en el trabajo. Por su propia naturaleza, es un tipo de conocimiento complejo que se adquiere en la interacción de la práctica.

2.2.3. LÓGICA DE RED

Los sistemas **robustos** tienen la capacidad de soportar perturbaciones significativas sin perder funcionalidad y dotándose de resiliencia. Para lograr aquello, se requiere contar con una estructura **distribuida** y contextualizada a sus **territorios**, que habilite numerosos “camino” alternativos desde los cuales el sistema pueda conducir sus procesos, generando capacidades sostenidas en el tiempo (Ilustración 1).

En ese sentido, la robustez del Ecosistema CTCI depende, en gran medida, de la forma en que esté estructurada su red de conexiones.

2.2.4. VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD

La CTCI no se desarrolla de manera aislada. Ella está inserta en un contexto **social, cultural y territorial** que le da forma y sobre el que incide. Por ello, la **conexión** que la CTCI logre con la sociedad es **crítica**. Para que esta aprecie y **legitime**, social y políticamente, la función y actividad del ecosistema y los problemas que aborde, estos deben ser pertinentes para ella. En otras palabras, para que relación entre **Ecosistema CTCI y Sociedad** sea fructífera, ella requiere ser **bidireccional**.

En la identificación y abordaje de los **desafíos societarios**, la comunidad CTCI y la sociedad deben actuar de forma conjunta, en un

equilibrio que atienda, a la vez, necesidades **urgentes** con una mirada de **largo plazo**. Esto supone reconocer como **legítimas** las voces de las diversas comunidades existentes: las locales, las de la sociedad civil, del mundo empresarial, del mundo de las artes y, también, la de los **pueblos originarios**, donde tenemos una gran brecha. La contribución de la CTCI se **enriquece** si se integra a un **diálogo** con el medio, que haga más pertinentes sus **contribuciones**, y que por esa razón se perciban más cercanas a las **necesidades** del entorno.

Esta mirada integrada es también necesaria para abordar los dilemas éticos, – aquí la contribución de las **artes y humanidades** y las **ciencias sociales** es especialmente crítica – lo que precisa nutrir a la interacción social de **actos humanos distintivos** como hacer preguntas, explorar, buscar evidencia, descubrir y aprender.

Esto no significa que la actividad del **Ecosistema CTCI** se rija por las demandas circunstanciales que plantee la **ciudadanía**. Más bien, lo que se busca es que más allá de su actividad rutinaria, el ecosistema mantenga como **propósito final**, como **visión de futuro**, una cercana **conexión** con la sociedad y los **grandes problemas** que la aquejan, para que ella comprenda y valore su aporte, junto con beneficiarse de él.

2.3. EL ECOSISTEMA CTCI Y LAS CAPACIDADES HUMANAS

El **Ecosistema CTCI** no es solo una estructura de nodos y conexiones en el que interactúan estos componentes, si no, sobre todo, es una vasta red de **investigadores, técnicos, divulgadores, innovadores y emprendedores**, entre otros, que en conjunto constituyen una parte importante de las **capacidades humanas** del país, tanto **técnicas** como **avanzadas**.

Por esa razón, cualquier esfuerzo que se haga para **promover, mejorar o profundizar** la transferencia de conocimiento en el ecosistema -tanto de **CTIE** como de **CTCI** - y, por esa vía, impulsar la **generación de valor** en el país y sus regiones, debe ir necesariamente acompañada del desarrollo de **capacidades humanas** que lo materialicen. Ese talento requiere actores cada vez mejor preparados, con estudios de **especialización y postgrado** en sus respectivas áreas y disciplinas, si ellas tienen un carácter más académico, o bien, precisan tener **experiencia** en la implementación de **procesos innovativos**, si se trata de empresas productivas u otro tipo de organizaciones. Esto también requiere cultivar, desde las edades tempranas, una mentalidad crítica, creativa y reflexiva, para que estos procesos se integren plenamente a los distintos espacios de la sociedad.

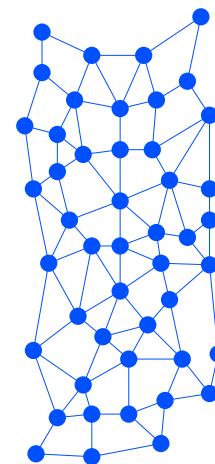
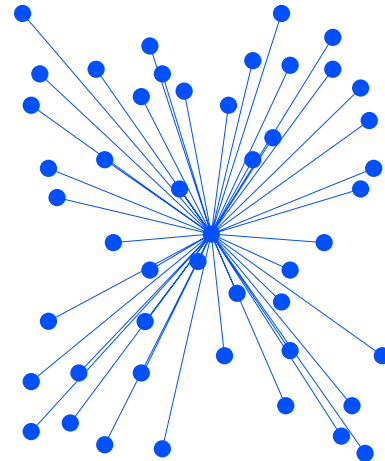


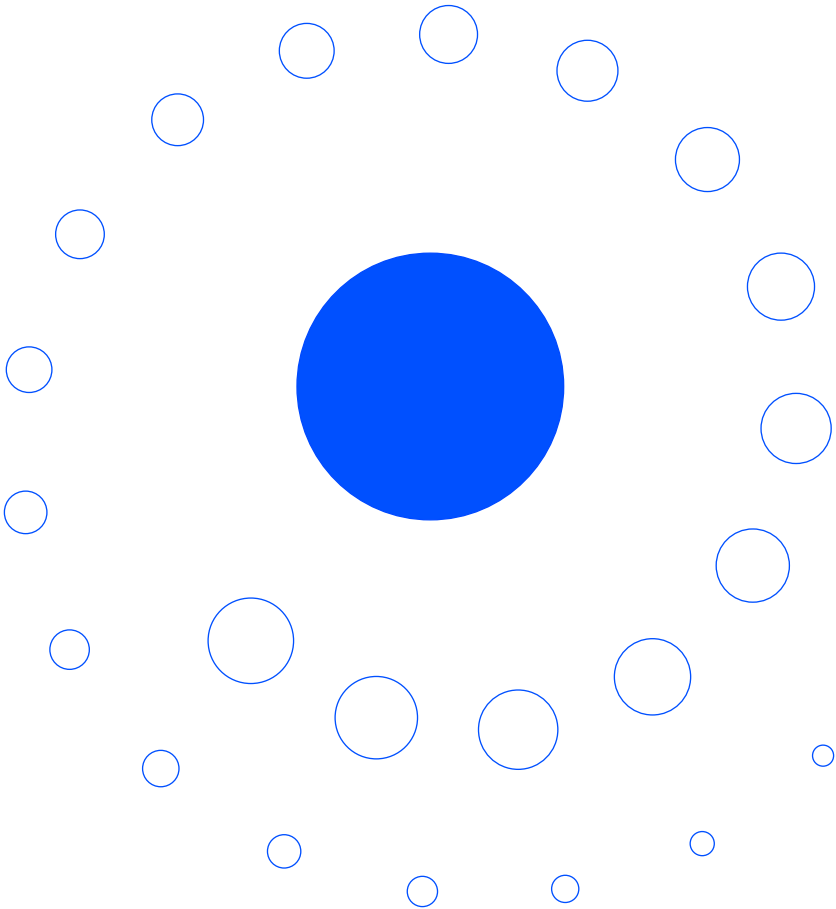
Ilustración 1.
Estructura centralizada
vs estructura distribuida.
Fuente: CNID, 2017.



Fotografía de María José Pedraza,
Fundación Imagen de Chile.

Teleférico de Santiago,
Región Metropolitana de Santiago,
Chile.





CAPÍTULO 3

ORIENTACIONES Y LINEAMIENTOS PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ECOSISTEMA DE CTCI

En este tercer Capítulo se presentan **orientaciones y lineamientos** para avanzar en el **fortalecimiento y profundización** del Ecosistema de CTCl. Estos lineamientos buscan robustecer las **conexiones de sus nodos**, intensificar sus procesos de **transferencia de conocimiento**, fortalecer sus **capacidades humanas** y sumar **nuevos nodos** para ampliar su alcance. Así, la creación de valor que surja de todo ello, permitirá acelerar el pleno desarrollo del país y aumentar el **bienestar y la calidad de vida** de sus habitantes.

Estas orientaciones se dividen en dos grupos: las que tienen que ver con la **profundización** en aspectos **transversales** del Ecosistema CTCl, y las relacionadas con el **impulso** a sus **componentes**.

Fotografía de Carlos Roth,
Fundación Imagen de Chile.

Región de La Araucanía, Chile.

11. Tanto en el Libro Blanco "CTCl para Chile" (2019) como en la "Base para la Estrategia de CTCl" (2021), -ambos documentos elaborados por el Consejo-, se resalta la importancia que para la sociedad ha tenido la CTCl a través del tiempo.

12. Ministerio de CTCl (2021). *Política Nacional de Igualdad de Género en CTCl. Ministerio de CTCl de Chile.*



3.1. PROFUNDIZACIÓN EN ASPECTOS TRANSVERSALES DEL ECOSISTEMA CTCl

Uno de los grandes temas transversales en los que es necesario profundizar es la vinculación del Ecosistema CTCl con la sociedad, de manera que este contribuya de forma decidida a su desarrollo y bienestar. Esto requiere, por una parte, que la ciudadanía comprenda la **importancia** e impacto que esta tiene en sus vidas, y por otra, que la CTCl se **integre** a la **sociedad** reconociendo la **diversidad y heterogeneidad** de aquella, aportando explícitamente a sus desafíos **sociales, económicos y ambientales**. Se genera así un círculo virtuoso. La **creación de valor** que la CTCl provee, fortalece su comprensión y **apropiación social**; esto aumenta la legitimidad de la inversión que el país haga en ella, lo que permite robustecer el ecosistema, impulsando, a su vez, nueva generación de valor, **reiniciando** así el ciclo. Todo esto requiere ser acompañado de una **decisión política de largo plazo**, que permita sostener este círculo virtuoso en el tiempo¹¹.

En ese marco, resulta indispensable que la CTCl se integre a la formación educacional **a lo largo de la vida**, incidiendo en todos sus ciclos. Esto contribuye a desarrollar capacidades basadas en el **pensamiento crítico y reflexivo** de los estudiantes, fomentando su **curiosidad** por comprender el mundo que los rodea, con la **rigurosidad** a que la ciencia conduce, e incentivando formas creativas e innovadoras de desenvolverse a lo largo de la vida profesional.

Otro aspecto transversal relevante es incorporar al funcionamiento de la CTCl las demandas que hoy exige la sociedad.

Principalmente, abordar la brecha de género removiendo las barreras que han impedido la participación en igualdad de condiciones de las **mujeres**, pues constituye un deber ético de inclusión, que enriquece al ecosistema con el talento de todas las personas¹². Luego, velar por las **condiciones laborales** en las que se desempeñan quienes trabajan en estas actividades, lo que incluye no solo a los investigadores en sus distintos roles, sino a todo el resto de los colaboradores. Finalmente, contar con **marcos éticos** que guíen sus conductas¹³, con particular cuidado en aquellas áreas relacionadas con la **reconfiguración de la vida**, impulsando los necesarios debates éticos respecto del impacto que estos desarrollos científico-tecnológicos puedan tener sobre el futuro del proyecto humano.

Además, existen otros dos temas críticos que atraviesan transversalmente todo el Ecosistema CTCl, y a los que se debe dar especial atención. El primero, es contar con una CTCl **diversa y conectada**, tanto a nivel local como global, y el segundo, contribuir a la puesta en valor de los **territorios**, relevando su patrimonio natural y cultural, fortaleciendo sus identidades.

13. Se refieren, entre otros, al aseguramiento de la calidad de la investigación; la honestidad en comunicar la investigación de manera transparente, justa, completa e imparcial; el respeto a los colegas, los participantes de la investigación, incluidos los animales, la sociedad, los ecosistemas, el patrimonio cultural y el medio ambiente; y la responsabilidad por la investigación desde la idea inicial hasta la publicación, y por sus impactos más amplios en la sociedad. (ALLEA, 2017; Council On Governmental Relations, 2019).



3.1.1.

CTCI DIVERSA Y CONECTADA CON EL MUNDO

Dada la **complejidad** de los desafíos **actuales**, la diversidad y la interacción, adecuadamente conectadas a nivel local, global y con la sociedad, resultan críticas.

En relación a la diversidad, tal como ya se indicó, ella debe contemplar la existencia de una **multiplicidad de disciplinas** al interior del ecosistema, cuya **fertilización cruzada** lo enriquezca como un todo.

Por otra parte, se hace necesario superar las maneras rígidas y preestablecidas, con las que se han entendido los roles y trayectorias de las personas que se dedican a la CTCI en el país, ampliándolas y diversificándolas. Esa diversidad, y las **múltiples interacciones** que admite, permiten una variedad de maneras de integrar el conocimiento en distintos espacios de la sociedad, y de esa forma, dotar de **capacidad adaptativa** y **resiliencia** al Ecosistema CTCI¹⁴.

Fotografía de Max Donoso,
Fundación Imagen de Chile.

Ciudad de Valdivia,
Región de Los Ríos, Chile.

14. Ejemplos de integración son: el programa *Innovation Corps (I-Corps™)* de la *National Science Foundation* de Estados Unidos, que capacita a investigadores en innovación y emprendimiento para conectar con la implementación productiva; y el "Laboratorio de Productividad" de la Sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA) tras pasando competencias propias de personas con formación en CTCI a prácticas empresariales. Existen también ejemplos donde artistas trabajan de manera multidisciplinaria con personas del mundo de las CTCI, desdibujando la separación entre estos mundos y dando lugar a espacios comunes donde se desenvuelve la curiosidad, la creatividad y la exploración.
15. En Reino Unido por ejemplo, el rol del asesor científico del gobierno es crucial en el sistema, y las universidades han aumentado la generación de evidencia necesaria para orientar políticas públicas, estimuladas por fondos específicos y departamentos especializados.
16. En la Estrategia Nacional de Innovación 2017, CNID, se propuso destinar un porcentaje del gasto total de cada Ministerio para el financiamiento de I+D+i relacionado con sus desafíos de largo plazo.

En relación con la conexión, resulta relevante destacar la existente entre la **CTCI** y el **Estado**. Este último es el principal promotor de I+D, y sus resultados deberían ser una importante fuente de evidencia para la generación de **políticas públicas** y **leyes** en distintas materias. Existen múltiples formas de producir este vínculo, tanto a nivel nacional como internacional, las que deben ser profundizadas^{15,16}. Todas ellas generan, como una consecuencia deseada, la necesidad de integrar personas con **formación avanzada** en CTCI al sector público.

Otro aspecto relacionado con la conexión es la importancia de los **vínculos internacionales** para lograr las **masas críticas** necesarias y alcanzar la **escala** requerida en el ecosistema, que aseguren impactos significativos para la sociedad. En efecto, la internacionalización ocurre cada vez con más frecuencia, en las más diversas disciplinas, y en distintas modalidades de interacción que fortalecen el flujo y la generación **de conocimiento**.

Hoy en día, el contexto de desafíos globales y complejos que enfrenta la humanidad ha hecho aún más relevante la **colaboración internacional**. El fenómeno migratorio, los desafíos del agua, las crisis de legitimidad y gobernanza, y claramente el cambio climático y la pandemia, están siendo la génesis de esfuerzos globales de colaboración en CTCL.

Chile tiene además una gran oportunidad de generar valor de la mano de la CTCL, a partir de sus **singularidades** territoriales y geográficas (ver capítulo 4). Todo ello confiere al país una condición **privilegiada** para generar alianzas a nivel internacional que potencien el impacto de la investigación, permitan el desarrollo de infraestructura de gran escala, y favorezcan la colaboración en formación y desarrollo de trayectorias de las personas¹⁷.

RECUADRO 2_ DIPLOMACIA CIENTÍFICA

Un aspecto de la conexión con el mundo que también requiere ser desarrollado es la **diplomacia científica**, entendida como el conjunto de prácticas que se encuentran en la intersección de la ciencia y la diplomacia. Estas prácticas pueden ayudar a abordar **desafíos globales**, profundizar en la comprensión de **fenómenos complejos**, aumentando la **influencia** y la **prosperidad** de los países participantes, entre otros. La diplomacia científica se puede categorizar en tres dimensiones¹⁸.

- **Ciencia para la diplomacia:** el uso de la ciencia para promover objetivos diplomáticos.
- **Diplomacia para la ciencia:** el uso de la diplomacia para promover el progreso científico y tecnológico.
- **Ciencia en la diplomacia:** la participación directa de la ciencia o los actores científicos en los procesos diplomáticos.

Las iniciativas y ejemplos mencionados en esta sección se enmarcan en la segunda dimensión. Sin embargo, Chile podría perfectamente abordar las otras dos dimensiones. En el caso de la **Antártica**, el estudio de los procesos sobre **gobernanza supranacional** y su observación en la práctica, podría dar luces de cómo mejorar la toma de **decisiones a nivel global**. Lo anterior no sólo permite hacer un aporte a la forma en que se abordan varios **desafíos globales**, sino que ayudarían a Chile a posicionarse de mejor manera ante los cambios que necesariamente van a ocurrir en esa esfera. Respecto de la primera dimensión, la colaboración con países vecinos en torno a oportunidades o desafíos comunes puede agregar nuevas aristas de relación que faciliten otros procesos diplomáticos.

17. Por ejemplo, dobles doctorados con prestigiosas universidades a nivel mundial, denominado "2+2", en los que el doctorando pasa dos años en una universidad extranjera, y dos años en programas de doctorado en universidades chilenas, bajo convenios de doble titulación entre ambas.

18. The Royal Society and AAAS (2010). *New frontiers in science diplomacy*.



3.1.2. CTCI PARA LA PUESTA EN VALOR DE LOS TERRITORIOS

La **Estrategia Nacional** de CTCI está orientada a **Chile** como un todo. En consecuencia, ella está referida a todas las **regiones** del país, con el propósito de integrarlas al planteamiento que aquí se hace a partir de su propio quehacer, formando un **todo integrado**.

Por eso, la **Visión** y **Propósito** expresadas en el capítulo 1, requieren que las **Estrategias Regionales**, entrelazadas entre sí, contribuyan con la Estrategia Nacional de manera **armónica**. Más que estrategias individuales para cada región, lo que se requiere es una integralidad que haga sinergia en torno a una visión y un propósito compartidos. Más aun, eso implica que los desarrollos de CTCI **locales** pueden tener impacto no solo en las regiones en las

que se generaron, sino también en otras, y, además, extenderse a **nivel nacional**, y, en algunos casos, **internacional**.

Dicho lo anterior, y reconociendo la heterogeneidad de capacidades, densidad y composición poblacional de las regiones, resulta natural que la articulación de sus Estrategias con la Estrategia Nacional se produzca, de manera primordial, en torno a la puesta en valor de las **potencialidades y desafíos** de sus territorios, aprovechando la CTCI para ello. En efecto, ella contribuye a abordar de mejor forma los desafíos locales, las manifestaciones locales de desafíos globales, y a generar aprendizaje desde lo local para abordar a mayor escala esos mismos desafíos a nivel global. También contribuye a la generación de valor ligada al **patrimonio cultural y natural** de los territorios, aportando al mismo tiempo al reconocimiento de la **diversidad** y al fortalecimiento de las **identidades regionales y nacional**.

En este contexto, el Consejo ha entendido que su aporte a las **Estrategias Regionales**

Fotografía de Amelia Ortúzar,
Fundación Imagen de Chile.

Caleta Totoral,
Región de Atacama, Chile.

de CTI (el llamado Componente Regional de la Estrategia que se indica en la ley) consiste en entregar **elementos conceptuales y criterios** que contribuyan a la **discusión estratégica**, que sienten las bases de un proceso de diálogo, enmarcado en el **objetivo común** del **desarrollo sostenible, integral y armónico** del país y sus **regiones**.

La puesta en valor del **espacio territorial** supone que este no sea concebido solo como un activo, sino como un **catalizador** que “activa”, desde sus especificidades, los procesos de **creación de valor** que la Estrategia Nacional destaca. En este marco, el fortalecimiento de un ecosistema de CTCL debe velar para que el **territorio geográfico específico** sea un espacio que, junto con dar **arraigo y pertenencia**, le entregue robustez a su desarrollo por medio de **redes distribuidas** en el **ecosistema**.

Para ello, se requieren marcos de colaboración entre el **mundo CTCL**, el **sector público** y las **comunidades locales**, incluidas las **comunidades indígenas**. Esto podría contribuir a abordar, y eventualmente, a destrabar los conflictos entre actividades productivas modernas y las tradicionales, fundadas en **saberes ancestrales**.

En este marco, resulta importante distinguir entre la administración y **gobernanza** en las decisiones, y la distribución de **capacidades** de CTCL. Se puede hablar así de **descentralización** administrativa¹⁹ de la gestión de la CTCL y de **desconcentración** en la generación y utilización de conocimiento.

La primera, tiene que ver con la toma de **decisiones** para la asignación de recursos y la **gobernanza** del sistema, de modo que esta ocurra de preferencia a nivel local. La segunda, por su parte, está relacionada con la necesidad de que la investigación y el desarrollo de

capacidades asociadas al conocimiento ocurra en distintos lugares del país, tanto como una manera de **diversificar** su generación, enriqueciendo visiones y opciones de desarrollo, como para generar una red **distribuida**, no concentrada de las mismas, que dote de resiliencia y **robustez** al ecosistema.

Los modelos **descentralizados** aportan **flexibilidad y heterogeneidad** a las políticas públicas. Esto, junto a la **desconcentración de capacidades** de CTCL, permite establecer **relaciones más estrechas** entre los agentes participantes, y favorecer áreas de investigación en las que la **cercanía geográfica** con el fenómeno a estudiar resulta determinante. Ello también impulsa la **emergencia local** de **innovaciones tecnológicas**, relacionadas con sus propias potencialidades y capacidades.

Las ventajas de la descentralización administrativa no deben ignorar los argumentos a favor de **aproximaciones centralizadas**: mayor **eficiencia** en el uso de los recursos, a través del control desde el nivel central del diseño, implementación, monitoreo y evaluación de las políticas; **reducción del riesgo de captura** de actores en la búsqueda de rentas y beneficios políticos y/o económicos propios, que redundan en fragmentación y problemas de eficacia; y sobre todo, evitar la posible **fragmentación** de proyectos que benefician al conjunto del país al ser definidos desde el nivel central^{20,21}.

19. Cabe señalar que, en términos de gestión, la descentralización se refiere a la transferencia de poder desde el nivel central a las regiones, y la desconcentración a la transferencia de atribuciones y capacidades, manteniendo la dependencia del nivel central.
20. La literatura reciente promueve una gobernanza basada en diseños más descentralizados, con un enfoque multinivel, que busquen mayores grados de horizontalidad y heterogeneidad, con actores en los diversos niveles (nacional, regional, comunal). Pero al mismo tiempo, procura establecer ajustes multinivel que preserven la unidad de propósito que las regiones debiesen asumir como integrantes del país en el que están insertas.
21. Cancino, R., & García, M. (2022). *Elementos conceptuales para aportar a la discusión del Componente Regional de la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo.

En cuanto a la **desconcentración de capacidades**, un factor determinante para lograrla es contar con personas dedicadas a la CTCl en las regiones, que sostengan el Ecosistema CTCl local. Es invirtiendo en estas capacidades que se puede sustentar el desarrollo o **fortalecimiento** de líneas de investigación y áreas de innovación que aprovechen sus singularidades y desarrollen vocaciones territoriales.

Sin embargo, se debe reconocer también, que la distribución de capacidades no puede poner en riesgo la generación de **masas críticas** requeridas para generar impacto, ni permitir la dilución de estas por medio de una **fragmentación** innecesaria. En este marco, el diseño de políticas públicas debe distinguir estadios distintos de desarrollo de CTCl y equilibrar estrategias que, asegurando el acceso al conocimiento a toda la población, definan criterios de distribución que busquen potenciar la CTCl en regiones sin afectar el desempeño global del ecosistema. Para esto, resulta interesante profundizar en el **desarrollo de nodos** que agrupen capacidades en CTCl en torno a vocaciones territoriales, que traspasen los límites político-administrativos de las regiones, generando sinergia y complementariedad, por ejemplo, en torno a macrozonas.

Los nuevos Gobiernos Regionales y los Comités Regionales de Ciencia, Tecnología e Innovación disponen hoy de al menos tres instrumentos que permiten poner en valor las especificidades de sus diversidades territoriales: los **Convenios de Programación**, que hacen disponible financiamiento para iniciativas surgidas desde acuerdos entre el nivel nacional y regional; los **Nodos para la Aceleración del Impacto Territorial de**

la CTCl (Nodos Macrozonales), creados en 2020, que han permitido la generación de autodiagnósticos que identifican especificidades territoriales en diversos ámbitos, como base de la construcción de Hojas de Ruta; y los **Laboratorios Naturales**, en los que las particularidades territoriales facilitan la **conexión** entre los niveles **regionales y nacional**, e incluso **internacional**, que proyectan especificidades territoriales en agendas robustas de alto alcance²².

Como conclusión, se hace necesario velar porque la contribución de la CTCl conduzca a un desarrollo **armónico**, que conjugue simultáneamente la mirada del país en su conjunto con la de sus **regiones**. Es relevante que la CTCl en general, pero especialmente aquella que se genera en las regiones, esté orientada de manera importante, como ya se indicó, a la puesta en **valor de los territorios**, aprovechando y potenciando capacidades distribuidas, en alianzas virtuosas entre los niveles regionales y nacional - e internacional cuando sea pertinente - con lógicas y **mecanismos de gobernanza** que permitan una mirada sistémica. La necesidad de la **descentralización y desconcentración** de capacidades así entendida, trasciende la demanda política regional, erigiéndose más bien como un **proceso catalizador** de las **capacidades de CTCl locales** de cara a los nuevos desafíos locales, nacionales y globales.

Esto requiere aprovechar y profundizar las plataformas de diálogo y articulación de los Gobiernos Regionales con los distintos agentes de la CTCl y con otros actores sociales, incluido este Consejo, para la elaboración tanto de la Estrategia Nacional, como de las Estrategias Regionales de Desarrollo y de CTI.

RECUADRO 3_ PRINCIPALES DESAFÍOS REGIONALES

Un análisis de las estrategias regionales de innovación - que en el marco de la nueva institucionalidad se conocen como estrategias regionales de CTI - muestra que los principales desafíos identificados se relacionan con la necesidad de fortalecimiento de las capacidades en la toma de decisiones; con las diferencias de dotación en capacidades humanas y condiciones habilitantes para la CTCI - entre ellas información, infraestructura y equipamiento -, que condicionan el despliegue de capacidades regionales; y con las debilidades en la generación de redes de colaboración y confianza, así como en la articulación territorial de los actores del ecosistema. Este último, en particular, es indicativo de las diferencias identitarias y culturales de las regiones, lo que indica una necesidad de apertura a instrumentos y formas de gestión y gobernanza capaces de reconocer esta heterogeneidad.

Ello se complementa con los diagnósticos más recientes generados por los Nodos Macrozonales²³, que han identificado ámbitos en los que se requiere profundizar los procesos de descentralización. Estos se refieren a condiciones habilitantes que atiendan especificidades territoriales y prioridades subnacionales, tales como: infraestructura habilitante, accesibilidad a espacios y equipamiento; capacidades humanas - que aparecen como un desafío transversal en todas las regiones -, la integración de nuevos requerimientos, como enfoques de género,

interculturalidad e inclusión social y territorial; y lógicas de financiamiento, evaluación y construcción de agendas de investigación que den cuenta de las nuevas necesidades que debe atender la CTCI, como sostenibilidad, cambio climático y recursos estratégicos. Además, relevan la importancia de gestar una cultura de innovación con base científico-tecnológica en todos los niveles, con acceso a información y redes de apoyo, que visibilice la oferta de conocimiento local hacia sectores productivos y logísticos estratégicos, así como hacia demandas transversales como cambio climático y conservación.

Por otra parte, los Nodos Macrozonales muestran la necesidad de reconocimiento de las especificidades naturales de los territorios y su potencial científico tecnológico (laboratorios naturales), que aportan desafíos como el monitoreo de los efectos del cambio global y actividades antrópicas, la gobernanza ambiental, científica y ciudadana en temas de conservación y cuidado de estos ecosistemas. Finalmente, se releva la necesidad de articulación entre el mundo privado y la academia, como un aspecto fundamental para abordar la transformación productiva en sectores estratégicos definidos macro regionalmente²⁴.

22. Ibid.

23. Consorcios entre universidades y centros de investigación regionales que se crearon en las cinco macrozonas al alero de un programa de la ANID en el año 2020.

24. Cancino, R., & García, M. (2022). *Elementos conceptuales para aportar a la discusión del Componente Regional de la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo.

Fotografía de Felipe Trueba,
Fundación Imagen de Chile.

Antártica.
Región de Magallanes y de
la Antártica Chilena, Chile.







Fotografía de Sernatur,
Fundación Imagen de Chile.

Morro de Arica.
Región de Arica y Parinacota, Chile.

25. Balbontín, R., Roeschmann, J. A., & Zahler, A. (2018). *Ciencia, Tecnología e Innovación en Chile: Un Análisis Presupuestario*. Chile: Dirección de Presupuestos, Ministerio de Hacienda.
26. La diferencia entre el GBARD (Government budget allocations for R&D) y el presupuesto de CTCI, es que este último incluye todos los gastos del Gobierno para financiar actividades de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación.
27. La estimación del gasto público en I+D proviene de un levantamiento de información en base a las partidas presupuestarias de la ley anual de presupuestos mediante el estudio "Créditos presupuestarios públicos para la investigación y desarrollo" (o GBARD, por sus siglas en inglés) que es realizado periódicamente desde el Ministerio de CTCI.
28. KRD y Asociados Ltda., Subsecretaría de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2020). *Levantamiento y análisis de créditos presupuestarios públicos para investigación y desarrollo para Chile (I+D) (Government budget allocations for R&D, GBARD)*.
29. Anexo: Proceso de participación, consulta y diálogo.

3.2.

EL IMPULSO QUE REQUIEREN LOS DISTINTOS COMPONENTES DEL ECOSISTEMA CTCI

Un impulso principal, transversal a todos los componentes del Ecosistema CTCI, es un sistema de **financiamiento robusto**, permanente en el tiempo. En esta materia, el país presenta manifiestas debilidades. El presupuesto del Gobierno Central en ciencia, tecnología, conocimiento e innovación representa alrededor de un 0,36% del PIB²⁵. Esta proporción se ha mantenido relativamente estable en la presente década. Más aún, el gasto público en I+D^{26,27} una medida más restrictiva que la anterior, se ha mantenido prácticamente parejo desde el año 2011 en alrededor de 0,22% del PIB²⁸, muy por debajo de los países de la OECD.

Chile requiere romper esta trayectoria y ponerse una **meta ambiciosa**, aumentando de manera significativa la inversión en CTCI en los próximos años, lo que supone revisar los modelos actuales de financiamiento a la I+D, y abrirse a que la inversión no solo sea canalizada por los mecanismos actuales de entrega de fondos.

Además de lo anterior, se han identificado las principales debilidades que afectan los distintos componentes de la CTCI, y que surgen de la reflexión, investigación y consultas realizadas por el Consejo²⁹, proponiendo a continuación criterios y orientaciones para abordarlas.

3.2.1.

GENERACIÓN PERMANENTE DE CONOCIMIENTO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Una característica de la generación de conocimiento, y que sustenta el desarrollo tecnológico, es que ambos se construyen a partir de lo ya acumulado. Para sostener esta capacidad de acumulación, se identifican cuatro focos de orientación: la necesidad de cuidar e invertir en el sistema de **formación nacional** de personas dedicadas a la CTCI; la de asegurar un sistema de **financiamiento permanente** que conjugue los objetivos de **continuidad y excelencia** en el desempeño; la de fortalecer la **asociatividad** en las actividades de I+D; y la de fomentar el **desarrollo tecnológico** mismo, con foco en su aplicación.

Respecto del desarrollo de capacidades locales de CTCI, la formación nacional de **postgrado** resulta crítica. Ella es la que permite contar regularmente con más y nuevas personas en CTCI, constituye un **soporte relevante** para el desarrollo de la investigación en el país, y favorece el desarrollo de **capacidades de I+D** vinculadas a las necesidades y oportunidades del país y sus regiones.

En este contexto, se requiere un sistema equilibrado de apoyo a la **oferta nacional de postgrado**, así como a la **formación en el extranjero**, en una lógica de alianzas estratégicas³⁰. Esto permitirá el desarrollo de capacidades en las distintas áreas del saber, otorgando una base amplia y diversa. Dicho sistema deberá considerar instrumentos de subsidio a la demanda - como las **becas** -, complementado con subsidio a la oferta mediante el financiamiento de **programas de postgrado**, particularmente en áreas emergentes o deficitarias³¹, propendiendo a la búsqueda de un fortalecimiento equilibrado del ecosistema que permita absorber estas nuevas **capacidades humanas**.

También se requiere **diversificar** las áreas del conocimiento de los programas de postgrados nacionales, además de las actualmente más dominantes ciencias naturales^{32,33}. Esta diversificación puede realizarse a partir de demandas asociadas a objetivos de política como: desarrollar capacidades vinculadas a las vocaciones de los distintos territorios³⁴; fortalecer el vínculo con el **sector privado** - empresarial, educacional, de organizaciones sociales, entre otros -, o potenciar la modernización del **sector público** y atender desafíos o áreas priorizadas por el Estado. En todos esos casos, es necesario avanzar en la consistencia del conjunto de programas e instrumentos que inciden en la formación de capacidades humanas en CTCI, tales como los sistemas de **acreditación** y los esfuerzos de **internacionalización**.

Otro aspecto fundamental es contar, como parte del **sistema de financiamiento**, con el impulso equilibrado entre las **actividades** que generan conocimiento en general, así como las **capacidades** que las sustentan en el **largo plazo**. Las primeras tienden a ser abordadas en lógicas **concursoales**, preocupadas por el **desempeño**, y las segundas tienden a recibir financiamiento institucional o **basal**, que asegura la **continuidad**, y que puede o no, incorporar criterios de desempeño³⁵.

30. Por ejemplo, a través de convenios que otorguen grados compartidos con universidades extranjeras de prestigio.

31. Santiago Consultores (2007). *Estudio referido al reordenamiento del Sistema Nacional de Becas de Postgrados*. Consejo de Innovación para la Competitividad.

32. Ibid.

33. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2021). *Plan de Desarrollo de Talentos: Ideas y Acciones para el Futuro*.

34. Por ejemplo, incentivando programas de doctorado colaborativos interregionales.

35. En Chile el financiamiento institucional a las universidades, que sostienen gran parte las capacidades de investigación, se realiza a través de la Subsecretaría de Educación Superior del Ministerio de Educación. El financiamiento a la investigación, que cubre la mayor parte de la actividad investigativa financiada por el Estado, le corresponde a la ANID, que depende del Ministerio de CTCI, donde predomina la lógica concursal y de subsidio a la demanda.

Dado que en el sistema nacional no es claro cuánto del **financiamiento basal** a las **universidades** se destina a sostener las **capacidades de investigación**, se ponen en permanente riesgo capacidades acumuladas que toman mucho tiempo en gestarse. Esto además, genera una presión sobre el financiamiento **concurso** que debe sincerarse y abordarse.

La debilidad en el financiamiento de la capacidad de investigación también se presenta en los **Institutos Tecnológicos Públicos** (ITPs), donde el aporte basal proviene directamente de los ministerios y agencias que los albergan. Este problema de sub-financiamiento ha buscado ser complementado con la venta de servicios, pero en muchos casos, no ha sido suficiente. En los centros científico-tecnológicos³⁶ existe una preocupación de larga data por evitar la pérdida de las capacidades allí acumuladas, para lo cual el propio Consejo propuso³⁷, generar un esquema de subsidio renovable de largo plazo, que opere bajo criterios de desempeño.

Como no se ha logrado establecer una política clara de **financiamiento basal** a las universidades y demás instituciones generadoras de conocimiento, se distorsionan los objetivos y

las **motivaciones de los agentes**. Resulta difícil establecer en qué medida se destinan los fondos para el soporte y desarrollo de la I+D dentro de las instituciones - acceso y mantención de la **infraestructura y equipamiento** asociado a la I+D, **acceso a información y redes**, y **condiciones laborales** de los investigadores, tecnólogos y equipos de apoyo -, y menos aún, a evaluar la evolución y efectividad del gasto en cada uno de ellos.

Se hace crucial entonces, por una parte, **alinear** las políticas de los distintos ministerios y agencias de manera que aseguren la **continuidad** y el **desempeño** de los diversos nodos del ecosistema y, por otra, derivar a un sistema **balanceado y complementario** de financiamiento (basal y concurso), que asegure las condiciones habilitantes para la CTCI³⁸.

El Estado debe asegurar la coherencia de políticas e instrumentos públicos, que incluyan tanto apoyo a la demanda como a la oferta, y aseguren consistencia entre **incentivos, criterios de reconocimiento y sistemas de evaluación** de los distintos ministerios y agencias, reconociendo la diversidad de roles, actores y trayectorias.

Otro aspecto crítico para el fortalecimiento del ecosistema es el fomento de la **asociatividad en la investigación** y el **desarrollo tecnológico** resultante. Ella se vuelve particularmente necesaria por la **complejidad** de los grandes desafíos que enfrenta la humanidad - cambio climático, migraciones, envejecimiento, automatización, entre otros -, lo que ha fomentado sistemas de **redes de conocimiento** global asociativos que trascienden límites disciplinarios y geográficos. Dentro de éstos se encuentran la **multidisciplinariedad**, la **interdisciplinariedad** y la **transdisciplinariedad**.

La **multidisciplinariedad** es un enfoque de investigación que, bajo un problema de marco común, considera **diversas disciplinas** para abordarlo, planteando cada una objetivos y análisis propios y diferenciados. Por su parte, el enfoque **interdisciplinar** investiga problemas a través de diversas disciplinas, pero esta vez identificando un problema, y **objetivos comunes**, asumiendo la investigación como un todo y alcanzando una reciprocidad de intercambios que puede crear nuevas soluciones, nuevo conocimiento, nuevas áreas de actividades, disciplinas y enfoques. Por

36. Los financiados por programas Financiamiento Basal, Milenio, Fondap y Centros Regionales.

37. Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2016). *Lineamientos para una Política Nacional de centros de investigación*.

38. Un punto de partida sería que la lógica de diseño y gestión de instrumentos y la propia discusión presupuestaria, fueran abordadas de manera conjunta, propiciando la adecuada articulación de los escasos esfuerzos que existen en estas materias.

39. Piaget, J., W.F.M., M., Paul, L. et al. (1979). *Tendencias de la investigación en ciencias sociales* (4a ed.).

último, la **transdisciplina**³⁹ es un enfoque en el que se subraya la **fusión de conocimiento** dentro y fuera del ámbito académico. Es un modo de investigación científica que estudia la totalidad organizada de manera sistemática.

En Chile, en los últimos años, los centros han jugado un rol determinante, no sólo en la generación de conocimiento, sino en promover los atributos que son clave para un ecosistema (diversidad, conexión, lógica de red y vinculación con la sociedad). A través de los **centros de excelencia** para investigación básica y aplicada y el desarrollo en diversas áreas - como centros científicos, tecnológicos, de innovación, e ITPs, que operan a nivel nacional y regional - el país se ha dotado de un mecanismo adecuado para la **acumulación progresiva** de capacidades, de infraestructura especializada y de **capacidades humanas avanzadas**, en áreas de interés de investigación y desarrollo científico y tecnológico, que basados en una lógica asociativa, han facilitado la conexión con la sociedad.

Estos nodos actúan en distintos espacios del ecosistema, algunos más hacia la generación de **conocimiento de base**, mientras otros se enfocan en investigaciones aplicadas con aptitudes y posibilidades para el desarrollo y la incorporación de las **tecnologías** en la sociedad⁴⁰.

Aprovechar de mejor manera su potencial, requiere por una parte, impulsar el **uso de los resultados** del conocimiento generado por éstos, y por otro, mejorar la **competitividad** científica y tecnológica nacional bajo un enfoque de competencia global⁴¹.

El aprovechamiento del conocimiento generado por los distintos actores sociales, agentes económicos y el propio Estado, requiere nuevos marcos de cooperación de mayor profundidad. Esto permitiría materializar las contribuciones obtenidas e incorporarlas a la agregación

de **valor económico** y a la productividad en los **sectores productivos**, por ejemplo. Por su parte, el Estado es clave para constituir una demanda pública activa por resultados provistos por los **centros nacionales**, lo que puede ser relevante para el perfeccionamiento continuo de las **políticas públicas**.

La mejora en la competitividad científica y tecnológica nacional pasa por reconocer que, a excepción de algunas áreas del conocimiento, se requieren nuevas condiciones para promover el desarrollo de agendas de investigación de **mayor complejidad** y el posicionamiento internacional de la I+D nacional. Esto impulsado desde el aporte a **desafíos nacionales y regionales**, como desde los **intereses de investigadores** con agendas de investigación más **complejas**. La calidad de los científicos e investigadores nacionales y el aprendizaje en trabajo colaborativo logrado por los centros, ofrecen grandes posibilidades para una mayor **integración** a redes y **circuitos internacionales** en áreas científicas de frontera.

Para impulsar todo lo anterior, se requiere de una mejor **articulación de programas públicos**. Debe considerarse tanto la **escala** como la **conexión global** de los distintos centros, ambas determinantes en el impacto que la I+D tenga⁴². También se requiere introducir criterios de **priorización** que, entre otras cosas, permitan abrir espacios a nuevas áreas para que las capacidades previamente existentes no definan la ruta a seguir.

40. Sierra, P. (2021). *Centros de Investigación y Desarrollo e Institutos Tecnológicos Públicos. Principales características y desafíos*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo.

41. Ibid.

42. La pequeña escala en comparación con países más desarrollados, sumada a la diversidad nacional en tamaño y recursos, requiere también de una acción articulada que permita a ciertos centros al menos, crecer en tamaño, una vez alcanzado cierto desempeño de manera de que el potencial que tienen pueda efectivamente desarrollarse. Esta necesidad de mayor escala puede abordarse con mayor financiamiento, así como con el fomento de alianzas nacionales e internacionales. La definición de cuáles nodos potenciar debe atender tanto su nivel de desarrollo, como la consideración de criterios estratégicos para el país (Sierra, P., 2021).

Esto precisa dirección desde el sector público respecto de **necesidades críticas** en las cuales se requiere desarrollar capacidades actualmente inexistentes o de escala insuficiente.

Es necesario reiterar que el **desarrollo tecnológico** constituye una capacidad crítica. Muchos de los **desafíos del país** no pueden esperar soluciones solo desde el mercado, sino que se requieren desarrollos locales o nacionales que atiendan **necesidades específicas**, por ejemplo, los que plantea la **minería del futuro**, o tecnologías para caracterizar y abordar los **ciclos de agua** en las distintas cuencas del país.

Asimismo, en la generación de conocimiento y desarrollo tecnológico, no es suficiente seguir profundizando solo en las **capacidades existentes**, sino que se requieren esquemas

que permitan desarrollar **trayectorias tecnológicas** que no dependan exclusivamente de lo ya instalado. Para ello, hay varias opciones.

Una opción es fomentar **proyectos multidisciplinarios** orientados a acercar oferta y demanda, con la participación conjunta de diversos actores, en particular, el sector privado y la academia, generando espacios de interacción para ello, desde la formación de posgrado⁴³.

Otro enfoque es plantearse grandes **desafíos país**, además de **misiones⁴⁴ específicas**, combinando la necesidad de potenciar las capacidades locales de desarrollo tecnológico, con el requerimiento permanente de los países de hacerse cargo de las necesidades de la sociedad⁴⁵. Los desafíos exceden con creces los **períodos electorales** de cualquier gobierno y, por lo tanto, alinearse en torno a ellos ayuda a generar y mantener iniciativas de **largo plazo**. Por su parte, las **misiones** son proyectos más acotados, escogidos por la autoridad por las ventajas que acarrearía al país abordarlos, o porque ya existe la **especialización** que permita hacerlo. A ellas se entregan recursos **acotados**, y se exigen **hitos** a cumplir y **plazos máximos** para lograrlo.

Una tercera opción, que al mismo tiempo puede alimentar a las dos anteriores, consiste en invertir en **tecnologías habilitantes** transformadoras, es decir, de gran impacto a nivel macro que afectan —muchas veces de manera sinérgica— a distintos ámbitos y sectores, generando **transformaciones positivas** para el país. Entre ellas se encuentran las plataformas de información y sensores, la infraestructura de comunicaciones, el *big data*, la inteligencia artificial, el acceso a internet de calidad en todo el territorio⁴⁶, entre otras.

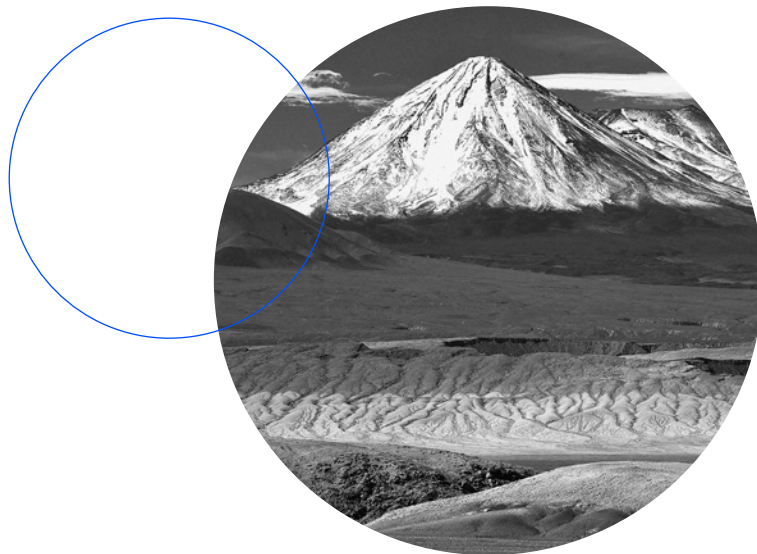
Fomentar el desarrollo tecnológico, requerirá nuevas lógicas de incentivos e instrumentos.

43. Finlandia, por ejemplo, plantea una serie de iniciativas para favorecer la conexión entre el sector privado y la academia, sin priorizar disciplinas o sectores específicos, pero con el efecto deseado de alinear y focalizar esfuerzos en torno al desarrollo industrial. Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland (2020).

44. OECD (2021). *The design and implementation of mission-oriented innovation policies: A new systemic policy approach to address societal challenges*.

45. Los desafíos país corresponden a grandes problemas que se identifican como relevantes, como por ejemplo, el cambio climático y sus derivados, la alimentación saludable, los problemas de la tercera edad o la provisión de agua.

46. Esto fue propuesto como una de las cinco medidas transformadoras en la Estrategia del CNID del 2017, bajo el nombre de "Banda ancha de Visviri a Cabo de Hornos".



RECUADRO 4_ NUEVAS LÓGICAS DE INCENTIVOS E INSTRUMENTOS PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO

Un obstáculo al que se enfrenta el **desarrollo tecnológico** es la falta de incentivos adecuados. En el caso de las universidades, los indicadores actuales de la Comisión Nacional de Acreditación le otorgan una gran relevancia a la publicación de *papers* académicos⁴⁷, en desmedro de la realización de proyectos de **innovación o patentamiento** de tecnologías, determinando así, los criterios de evaluación académica.

Los ITPs tampoco cuentan con incentivos que los orienten a considerar prioridades de política y/o necesidades de la industria, lo que debilita su capacidad para proveer “**servicios de inteligencia**”⁴⁸ científico-tecnológicos vinculados a la demanda del **sector privado** y las prioridades del **Estado**.

En el caso del sector privado, el **incentivo tributario** a la I+D, a pesar de los esfuerzos realizados, tiene aún escasos **resultados**. Se requiere analizar cómo incentivar aquellas empresas que están en mejor posición para destinar más recursos a I+D, a utilizarlo con más intensidad, generando así, más innovaciones, y que sus casos de éxito impulsen la **contratación de científicos y tecnólogos**. En particular, se propone revisar los montos máximos y otras trabas que pudieran afectar su aprovechamiento integral. El eventual éxito de esas compañías, induciría un potente **efecto demostración** en el resto, iniciando un necesario **círculo virtuoso**.

Por otro lado, las exigencias normativas relacionadas a estándares de calidad y sustentabilidad actuales, en lugar de constituir un obstáculo al desarrollo productivo, pueden verse como un incentivo para el sector privado, crucial en la generación de nuevos mercados que demandan tecnología.

Respecto de la lógica instrumental para el desarrollo y la transferencia tecnológica, Chile debe pasar “*de una cultura orientada a proyectos a un esfuerzo sostenido a más largo plazo*”⁴⁹ dado que la lógica de los primeros es insuficiente para generar **masas críticas**

que aseguren continuidad. Para ello, una **lógica de portafolio** es útil, pues al contar con un conjunto diversificado de proyectos, facilita reaprovechar las capacidades desarrolladas en proyectos no exitosos al servicio de nuevas iniciativas, diversificando los riesgos de explorar diversas opciones. En un esquema de este tipo, el foco de la evaluación está en la **adicionalidad** que los proyectos introducen al ecosistema, por ejemplo, las nuevas capacidades que se generarían.

El enfoque de **intercambio de conocimiento**⁵⁰ es consistente con esta lógica, ya que el **desarrollo tecnológico**, la **difusión** y la **transferencia de conocimiento** como un todo, requiere la permanente conexión entre la investigación y los usuarios. Esta mirada de procesos, permite visualizar otros impactos, como la ganancia en *know-how*, los contratos de desarrollo e investigación, la inversión inducida^{51,52}, la generación de redes y la creación de empleos en las distintas instituciones y empresas.

Fotografía de Gerhard Hüdepohl.
<https://atacamaphoto.com>

Volcán Licancabur,
Región de Antofagasta, Chile.

47. La Comisión emitió nuevos criterios de acreditación de programas de doctorado, que incorporarán explícitamente otras dimensiones como la innovación y transferencia tecnológica. Dichos criterios, que entran en vigencia en octubre de 2023, son una señal en la dirección adecuada para abordar los problemas de incentivo planteados.

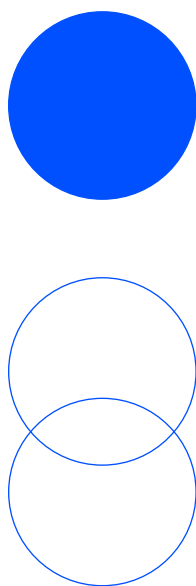
48. World Bank (2009). *Chile: Fostering Technology Transfer and Commercialization*. Washington, DC.

49. Ibid.

50. Brinca y HubTec (2020). *Estudio de resultados de proceso de transferencia del conocimiento*.

51. Ibid

52. La inversión inducida se refiere a la inversión pública y privada que sucede en un proyecto en su etapa de desarrollo.



3.2.2.

INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO DE BASE
CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA COMO MOTOR
DEL DESARROLLO ECONÓMICO

La **innovación** y el **emprendimiento** son las actividades que están más directamente conectadas con la creación de valor tangible para las personas. Mientras la innovación se manifiesta por la introducción de **nuevas combinaciones** de los elementos constituyentes de productos y procesos productivos, el emprendimiento aporta nuevas actividades económicas que permiten generar valor para la sociedad.

Muchos emprendedores disponen de las capacidades para mirar con atención los mercados e identificar espacios de oportunidad para nuevas ideas y negocios innovadores. En el caso de los **emprendimientos tecnológicos**, estos se asocian a la creación de nuevas actividades económicas, basadas en el aprovechamiento de resultados provenientes de actividades de **investigación y desarrollo** y que cuentan, además, con aptitudes para un rápido crecimiento en los mercados en los que operan.

Los procesos de innovación se alimentan de múltiples insumos, que incluyen las actividades de investigación y desarrollo, la adquisición de licencias, las compras de equipamiento y la formación del capital humano, entre otros. Es necesario fomentar las distintas **fuentes de innovación**, por su aporte al desarrollo en distintas dimensiones y temporalidades. Por ejemplo, la innovación basada en la **creatividad** de las personas suele requerir de menor capital y puede tener efectos en el corto plazo; en cambio, las de base **científico-tecnológica**, requieren mayor inversión y tiempo, y en general, sustentan las transformaciones más profundas o estructurales.

En el caso de las innovaciones tecnológicas, estas son el resultado de **avances tecnológicos** que posibilitan o habilitan su aparición: **nuevos materiales**, más resistentes, más flexibles, o más durables; nuevas formas de **comunicarse** a distancia basadas en la instantaneidad de la transmisión de información asociada a la **digitalización** de la vida contemporánea, con múltiples y crecientes aplicaciones; nuevas formas de aprovechar **moléculas biológicas**, o descubrimientos para su uso humano, como las vacunas basadas en el **mRNA** o el método **Crispr Cas9** para modificaciones genéticas y el combate a las enfermedades, entre muchas otras.

53. Hornidge, A.-K. (2011). 'Knowledge Society' as Academic Concept and Stage of Development—A Conceptual and Historical Review. En *Beyond the Knowledge Trap*. World Scientific.

54. Lane, R. E. (1966). The Decline of Politics and Ideology in a Knowledgeable Society. *American Sociological Review*.

Las innovaciones solo materializan su valor potencial una vez que han sido **implementadas**, y sus beneficios han sido puestos a disposición de la ciudadanía en la forma de bienes o servicios entregados a través de los mercados. Esa labor la ejecutan las empresas, cuando disponen de las capacidades técnicas necesarias o los recursos para contratarlas con entidades y centros especializados, pero también la realizan los **emprendedores**, en muchos casos provenientes de universidades y centros de investigación y desarrollo, quienes forman empresas especializadas para ese fin.

La intrincada articulación que existe entre el **conocimiento** que genera la **ciencia**, la **tecnología** que consigue aplicaciones a partir de él, la **innovación** que crea valor con ello, y el **emprendimiento** que implementa productivamente toda esa cadena para beneficio de la sociedad, es la que requiere estar fuertemente enlazada a través de un **Ecosistema CTCI robusto, interconectado y fluido**. Por eso resulta tan importante que el ecosistema se desarrolle a través de todos sus nodos, y que una Estrategia Nacional de CTCI se despliegue en torno a un ecosistema de ese tipo.

Chile tiene la gran oportunidad de aprovechar la innovación y el emprendimiento de base científico-tecnológico como motor de desarrollo económico, avanzando hacia una **economía del conocimiento**, donde éste - mayoritariamente de origen científico, filosófico y cultural -, colabore con una mayor eficiencia del uso del capital físico y las capacidades humanas disponibles, propiciando aumentos en la productividad que ayuden a elevar el nivel de ingreso nacional^{53,54}.



Fotografía de Max Donoso,
Fundación Imagen de Chile.

Puerto de Valparaíso.
Región de Valparaíso, Chile.

Los desafíos que enfrenta el país, se juegan, al menos, en tres niveles relevantes: aportando al proceso de transformaciones productivas **sustentables**; generando **nuevas ofertas de valor** basadas, fundamentalmente en conocimiento; y permitiendo **saltos de productividad** a través de la adopción tecnológica.

La transformación productiva sustentable, se abre como un gran espacio de demanda por innovación para resolver **retos sectoriales**, tales como la aparición de nuevas plagas, dados los efectos del cambio climático en el sector silvo-agropecuario, o los efectos de la escasez hídrica en el sector minero, entre muchos otros.

Además, existe la posibilidad de desarrollar nuevas actividades económicas con un potencial de valor significativo, basadas en ciencia y tecnología, que nos conectan globalmente. Esta es la idea que está detrás de la noción de laboratorios naturales: la **astronomía** puede dar origen a servicios de minería de datos (*data mining*) y **tecnologías de última generación**; la cercanía de Chile a la Antártica puede ser aprovechada para generar una oferta de provisión de **servicios científicos y tecnológicos** sofisticados a nivel mundial; la resiliencia ante los **desastres de origen natural**, además de aportar al bienestar de la sociedad frente a estos eventos catastróficos, se puede constituir en una oferta de valor para el mundo.

Por otra parte, el aumento de la productividad por adopción de tecnologías o innovaciones ya existentes, presenta un gran impacto potencial a nivel de empresas de menor tamaño. Para lograr este impacto se requiere, sin embargo, de esfuerzos que promuevan una **adopción masiva**, en la que no solo basta que exista la tecnología, sino también que se facilite el **acceso a las tecnologías**, como la digitaliza-

ción de las organizaciones, y el desarrollo de habilidades y capacidades para aprovecharlas en el tiempo.

Finalmente, la generación de bienes y servicios con un **alto componente de base científico-tecnológica** permite un mayor aprovechamiento del talento de las personas, demanda **competencias** más sofisticadas, lo que puede traducirse en **empleos de mayor calidad**, incidiendo directamente en el bienestar y calidad de vida de las personas.

RECUADRO 5_ PROMOCIÓN DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO

El fomento a las innovaciones y al emprendimiento ha estado tradicionalmente a cargo de CORFO, a través de su agencia INNOVA y otras áreas de esta organización, la que ha provisto fondos para apoyar múltiples programas de innovación empresarial, prototipaje, emprendimiento temprano, fondos para capital de riesgo y otros, a los cuales pueden acceder emprendedores, empresas, fondos e inversionistas, universidades e institutos de investigación. Aunque el desempeño innovador de empresas y sectores productivos no alcanza aun resultados significativos a nivel agregado, este esfuerzo debe continuar e incrementarse. Una vez más, solo con convicción, perseverancia, persistencia y sin claudicaciones, haciendo permanentes ajustes a los programas para responder mejor a las necesidades del país y de quienes los utilizan, se lograrán los resultados buscados. Además, esto permite alcanzar las masas críticas que retroalimentarán virtuosamente todo el ciclo.

Un interesante ejemplo de éxito de lo anterior ha sido el caso de las *Startup*. El programa de apoyo a emprendedores comenzó incipientemente en la década de 2000 por parte de Corfo; posteriormente, en 2010, se inició el programa Startup Chile, orientado a la atracción de emprendedores, también internacionales; ahora, luego de 20 años de decidido esfuerzo, en que durante mucho tiempo pareció que los resultados no se daban, el país cuenta con un contingente importante de *startups* de base científico-tecnológica que incursionan internacionalmente, entre las cuales destacan 3 unicornios, valorados en más de US\$ 1.000 millones de dólares por los inversionistas. Todo esto ilustra la necesidad de persistir en los esfuerzos que estén bien dirigidos, en reforzar los programas prometedores y no desmantelarlos, movilizandolos a los contingentes de innovadores y emprendedores a que continúen en la senda que han escogido. De esa manera crean valor, contribuyen a ofrecer empleos de calidad, y se recaudan más impuestos que permiten al fisco desarrollar las tareas que la ciudadanía le exige.



3.2.3.

CIENCIAS SOCIALES, ARTES Y HUMANIDADES Y SU ROL EN LA CTCI

Haciéndose cargo del mandato recibido en la ley que lo crea, el **Consejo** ha incorporado a su Estrategia el fomento de, y la investigación en **artes y humanidades**, así como de aquella parte de las **ciencias sociales** íntimamente relacionada con las anteriores, y se ha abocado a la tarea de describir el importante **rol** que ellas juegan en ese escenario.

Para ello, resulta importante **distinguir** entre el **conocimiento** surgido de la **ciencia** y asociado a las **STEM** (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) y aquel proveniente de las **artes**, las **humanidades** y parte de las **ciencias sociales**, normalmente conocidas como **SSH**, por sus siglas en inglés (*Social Sciences and Humanities*).

En términos generales, la ciencia procura describir las regularidades de los **fenómenos** del entorno, sea este **natural** o **social**. Para ello, los investigadores efectúan **observaciones**, y realizan **experimentos y/o estudios sistemáticos**, formulando luego **hipótesis causales** que los expliquen, las que posteriormente se **validan o refutan** mediante la **evidencia empírica**, para finalmente ser sometidas al escrutinio de los **pares**.

Fotografía de María José Pedraza,
Fundación Imagen de Chile.

Biblioteca Nacional.
Región Metropolitana de Santiago,
Chile.

Quienes observan la realidad, en especial la de los **fenómenos humanos**, con una **intencionalidad distinta**, reflexionando respecto del “**deber ser**” de lo humano y de sus sociedades, con un afán **normativo**, o que ponen un énfasis en la **interpretación** del fenómeno humano, o que investigan sus manifestaciones de manera **expresiva** o **artística**, o que reflexionan cómo deben organizarse las **relaciones** entre las personas y cuál sería el **sentido último** de la existencia, caen bajo el manto de las SSH.

La anterior distinción permite afirmar que las ciencias sociales se encuentran parcialmente en ambas. Quienes adoptan una mirada **científica** del comportamiento humano, como fenómenos cuyas **regularidades** son posibles de investigar a pesar de la enorme dificultad para hacerlo, desarrollan disciplinas que forman parte del primer grupo. Quienes caracterizan, comprenden e interpretan los fenómenos de **comportamiento social humano**, procurando darles un **sentido**, o realizan reflexiones respecto de cómo **debe ser** la vida humana y cómo debe desplegarse su **convivencia**, tienden a ubicarse en el segundo.

Por otra parte, la distinción entre las **STEM** y las **SSH** resulta de la diferente postura intencional de sus actividades, de la diferencia de **metodologías** que utilizan, y de la diferente manera en que ellas **impactan** a la población. El **método científico** establece, al contrastar las hipótesis con la **evidencia empírica**, una forma de **validar**, de entre las distintas explicaciones que se propongan, aquella que mejor interprete el fenómeno bajo estudio. En cambio, en las **SSH** en general, y en la investigación en **artes y humanidades**, en

particular, casi siempre hay un espacio **interpretativo** o **creativo** que no necesariamente admite una validación **unívoca**, aceptada por toda la comunidad. Esa diferencia, de carácter **epistemológico**, ha provocado una **separación** o **tensión** intelectual entre ellas, generando, en el ámbito de las **políticas públicas**, una **competencia** por los recursos que el Estado destina a promover su desarrollo, sin que se haya podido establecer un **criterio** claro para efectuar esa asignación.

El impacto más **tangible** de las **STEM** comparado con el impacto más **intangible** de las **SSH** en el mundo productivo ha contribuido a ello, lo que debe invitar a reflexionar sobre las implicancias que su distinta **naturaleza** tiene al momento de asignar los recursos para su **promoción**.

Una forma de abordar ese problema puede ser diferenciar los **criterios** para escoger proyectos y asignarles **recursos públicos**, y que además, ellos respondan a **categorías** de análisis distintas. En ese caso, a pesar de los esfuerzos realizados, aún es necesario asegurar que los mecanismos y criterios de evaluación atiendan a las distintas naturalezas de las **disciplinas** bajo escrutinio. No parece conveniente promover actividades con esa **diversidad de intenciones, métodos, resultados e impactos**⁵⁵ y someterlas a esquemas similares para **discernir** las **adjudicaciones**. Ello sólo conduce a un juego tipo **suma-cero**, y ahonda las tensiones entre disciplinas que deben ser consideradas tan **complementarias** como **importantes** para el desarrollo de las sociedades en el siglo XXI.

Para avanzar hacia un ecosistema CTCI diverso, **fluido e interconectado**, no basta con asegurar la generación permanente de conocimiento si no se asegura también el fomento en **igualdad de condiciones**, de las diversas áreas que lo generan. Esto implica **reconocer y valorar** tanto la investigación en **artes y humanidades**, como en **ciencias sociales, ciencias naturales y exactas**, asegurando reglas del juego que reconozcan su naturaleza distintiva y fomenten su integración multidisciplinaria.

Aparte de las características que presentan las **SSH** recientemente mencionadas, en el capítulo 1 sobre la Visión y Propósito de esta Estrategia se indicó el **rol crucial** que ellas cumplirían en esa materia.

Las SSH orientan su actividad precisamente al análisis de los **modos de convivencia** y las relaciones que se dan entre las personas en la sociedad, intentando precisar como ellas **"deberían ser"**, cuál sería el **sentido profundo** de lo **"humano"**, y en qué dirección ellas deberían ir apuntando. Para ello utiliza aproximaciones **normativas, creativas, expresivas o artísticas**.

Obviamente, en estas materias habrá una **multitud de puntos de vista**, sin que necesariamente haya concordancia entre ellos. Pero será la deliberación democrática, aquella que surja de las disquisiciones que las SSH haya hecho de la sociedad, las que ayudarán a encontrar los caminos de **concordancia** en la permanente reflexión sobre las metas que las **sociedades abiertas y libres** buscan alcanzar, para aumentar su bienestar individual y colectivo.

De allí que resulte tan importante promover e **incentivar** el desarrollo de las **SSH**, interconectadas con la **CTIE**, conformando en conjunto el **Ecosistema de CTCI**, porque ellas cumplen el crítico rol de constituir la **"conciencia"** de la sociedad.

Dado que esta temática no se había abordado en Estrategias anteriores, y que su rol tiene la relevancia recién indicada, será una tarea para las futuras Estrategias seguir profundizando en los conceptos y distinciones aquí presentadas, para que las SSH tengan el vigor y dinamismo que el desarrollo del país necesita.

55. La investigación en artes y humanidades se materializa a través de diversos canales que impactan a la sociedad. Impacta en la formación de la mayoría de los profesionales del país, a través de diversos aspectos que cruzan las carreras universitarias (generación de proyectos, comunicación, ramos de formación general, lingüística, etc.). También lo hace a través de publicaciones, exposiciones, películas, documentales, proyectos sociales, tecnológicos y de innovación; a través de asesorías a tomadores de decisiones y políticos, de desarrollo gremial, de redes de colaboración multidisciplinarias y a través de la participación en medios de comunicación, entre otros.

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN Y MONITOREO DEL DESEMPEÑO DEL ECOSISTEMA CTCI

La medición del desempeño del Ecosistema CTCI es una tarea necesaria, tanto para establecer el grado de cumplimiento que tengan las políticas que se estén implementando, incluidas las aplicadas a partir de esta Estrategia, como para evaluar la eficiencia en el uso de los recursos asignados, realizar comparaciones con otros países, entre regiones, o al interior del país en general, y para construir un set de parámetros, indicadores de desempeño o de otro tipo, que sirvan para caracterizar al ecosistema y monitorearlo en el tiempo.

Un mejor desempeño del Ecosistema CTCI implica una mayor densidad y diversidad de nodos, con múltiples interacciones entre ellos, con capacidades distribuidas en una lógica de red y estrechamente conectados. Por esa razón, la lógica de ecosistema que esta Estrategia propone, plantea el desafío adicional de incorporar indicadores que se hagan cargo de examinar esa particular complejidad.

Un sistema de evaluación comprensivo, tiene como condición de base la generación de información integrada, que dé cuenta de cambios a nivel agregado, para monitorear y evaluar el impacto de manera global y no segmentada, como ocurre mayoritariamente en el sistema actual.

Los procesos de evaluación deben considerar metodologías que transiten desde las mediciones a nivel de *output* o producto, hacia indicadores de procesos, resultados finales e impactos. Esto requiere lograr la interoperabilidad de los distintos sistemas de información nacional - aún en una etapa incipiente de desarrollo -, asegurar la transparencia de los datos públicos y coordinar la evaluación de instrumentos de apoyo a la CTCI.

Esto, a su vez, requiere modelos más complejos de representación, caracterización y medición del Ecosistema, tanto a nivel nacional como regional, que integren el mayor dinamismo e interacción que esta noción reconoce, y que, al mismo tiempo, dialoguen y complementen los modelos ya utilizados⁵⁶.

En este marco, un primer desafío es integrar nuevas dimensiones de impacto como la social y ambiental - además de la económica-, con indicadores como la contribución de la CTCI al acervo cultural del país, o a la conservación del medio ambiente, entre muchos otros.

Por su parte, la medición de impacto económico mediante indicadores de insumos del proceso, como el gasto en I+D, no permite capturar la complejidad de los procesos involucrados. A su vez, restringir el efecto que la CTCI tiene en el crecimiento a la productividad total de factores o PTF, es insuficiente, y se hace necesario desarrollar metodologías que complementen las anteriores con nuevos enfoques.

Un segundo desafío es estimar la influencia que el contexto social y cultural tiene sobre el Ecosistema CTCl, y que incide sobre el comportamiento de los actores. Para esto, se requieren indicadores, que sirvan para estimar la calidad y cantidad de las interacciones y vínculos existentes entre los nodos del Ecosistema, su conexión local, regional, nacional y global, y la vinculación de su quehacer con los desafíos societarios. También, indicadores relativos a la confianza en las instituciones relacionadas directa e indirectamente con el Ecosistema, como los de la Encuesta Nacional de Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología.

Un tercer desafío tiene relación con la estructura distribuida que el Ecosistema CTCl presenta cuando opera bajo una lógica de red, midiendo la desconcentración de capacidades así como la fortaleza de sus nodos y de sus interacciones, particularmente en la comparación entre regiones o macro-regiones.

Un cuarto y último desafío consiste en desarrollar indicadores del grado de inserción social del Ecosistema CTCl, es decir, de su integración y contribución a distintos espacios sociales y niveles territoriales. Entre ellos, los que reflejen la conexión de las políticas y acciones en CTCl consistentes con las Estrategias Nacionales y Regionales, la existencia y preponderancia de CTCl orientada por desafíos y misiones, y la calidad de los nexos y contribución de los nodos al sector privado a nivel productivo, social o ambiental, entre otros. Ello también

puede ser medido a través de la confianza en las instituciones relacionadas con la CTCl, su capacidad para generar proyectos colaborativos y atraer fondos desde otros actores distintos al sector público.

Para abordar estos desafíos se requiere avanzar en forma gradual estableciendo metas de corto, mediano y largo plazo. En el corto plazo, se propone rediseñar el sistema de monitoreo y evaluación, desarrollando nuevos indicadores que permitan dar cuenta de la lógica de un Ecosistema CTCl. En el mediano plazo, este nuevo enfoque puede ser aplicado a áreas específicas de contribución de la CTCl, tales como los desafíos país. Y finalmente, en el largo plazo, se propone expandir este nuevo marco al conjunto de los programas e instrumentos de CTCl, así como a la medición del impacto agregado de la CTCl tanto a nivel nacional como regional.

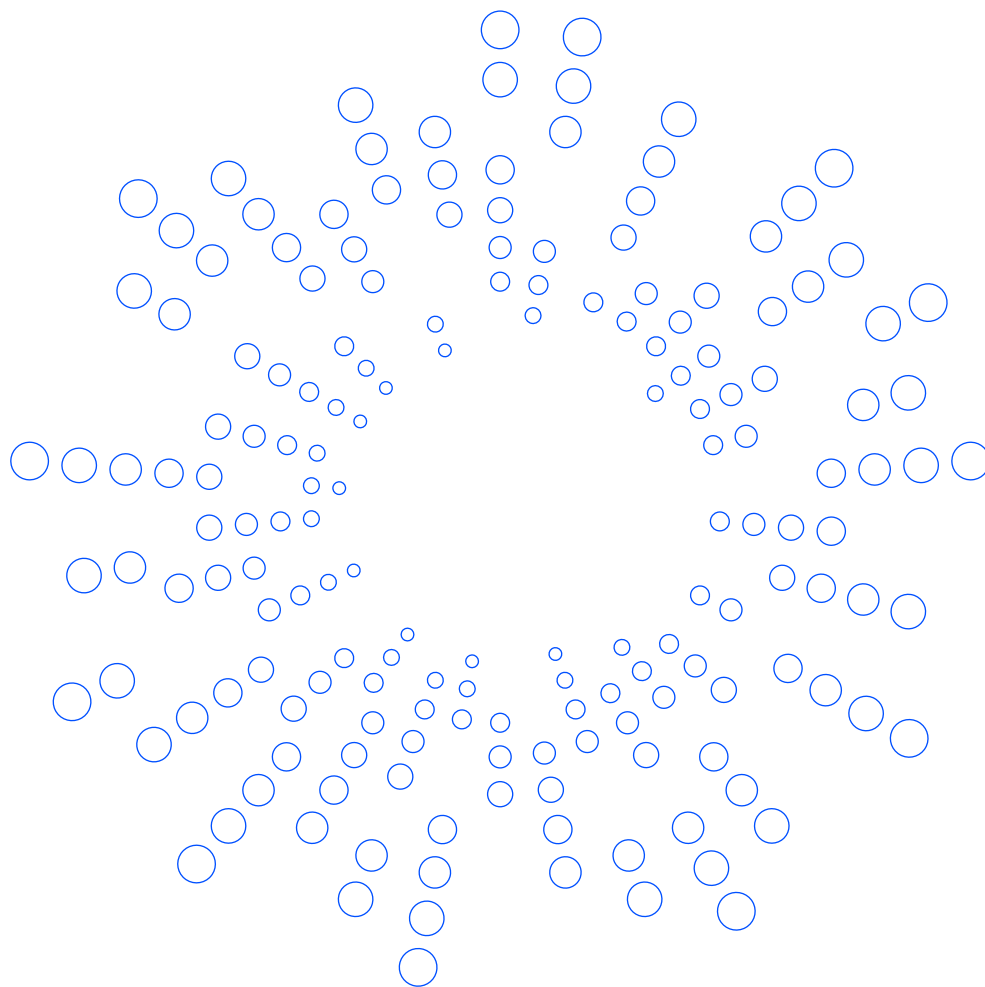
56. Alvial, C., & Menéndez, M. J. (2018). *Desafíos de monitorear a contribución de la CTCl a grandes retos: Aplicación al desafío país de sostenibilidad del recurso hídrico en Chile*. Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo.



Fotografía de Los Contra,
Fundación Imagen de Chile.

Río Biobío,
Región del Biobío, Chile.





CAPÍTULO 4

CATALIZADORES DE LA VISIÓN



Para que se concreten la **Visión** que esta **Estrategia** imagina y el **Propósito** que plantea, se requiere **fortalecer** el Ecosistema CTCl. En el capítulo anterior se indicaron los diversos ámbitos y las distintas direcciones en que es necesario hacerlo. Además de ese reforzamiento, será preciso **movilizar** con agilidad la **investigación**, la **tecnología**, la **innovación** y el **emprendimiento** del país en la dirección deseada.

Esto requiere que la CTCl se integre a la sociedad y que la ciudadanía comprenda y releve su importancia, apoyado en un **relato país**, en el que la CTCl se constituya como pilar de la **sociedad del conocimiento** y convoque a los diversos actores a hacerse parte de ella. Es necesario considerar también otros **impulsores** que, al colaborar con ese esfuerzo, permitan **acelerar** el avance en la trayectoria requerida.

A ese relato y a esos impulsores los denominamos **catalizadores**, porque su propósito es **acelerar** la consecución de los objetivos planteados en esta Estrategia. Corresponden a **ideas movilizadoras**, que materializan el marco de la visión planteada, dando **dirección** a la acción en distintos espacios de la sociedad y **articulando** a diversos actores.

El rol de ellos es, en consecuencia, **gatillar** procesos que, al ser abordados de manera coordinada, pueden tener un gran impacto en el **desarrollo del país**. Estas orientaciones procuran aprovechar la **convergencia** de las capacidades tecnológicas y se apoyan en el **consenso político** que la CTCl es capaz de generar.

Fotografía de Sernatur,
Fundación Imagen de Chile.

Campos de Hielo Sur.
Región de Aysén del Gral.
Carlos Ibáñez del Campo, Chile.



Por otra parte, estas **sobrepasan el alcance** de las políticas de CTCl, y aunque inciden en ellas, su impacto se amplía a **distintos ministerios, agencias y gobiernos regionales**, buscando sumar a otros actores sociales en diversos ámbitos y espacios territoriales. Dado que se trata de **ideas movilizadoras** y **lineamientos orientadores**, es necesario que tengan un carácter general amplio. Es importante también, que puedan comenzar a desplegarse en el corto plazo, de modo que a medida que transcurra el tiempo, impulsen las **transformaciones estructurales** requeridas en el mediano y largo plazo.

Más que intencionar un futuro específico, estas iniciativas buscan abrir espacios de los que puedan emerger **diversos futuros**

posibles, en todos los cuales la Visión de esta Estrategia se materialice, con participación de los distintos actores: un Estado articulador y orientador, una CTCl comprometida con el país, y un sector privado y una sociedad civil involucrados y proactivos.

Las iniciativas catalizadoras propuestas son cinco, todas de carácter **movilizador**, siendo la primera además, motivacional e integradora.

- **CTCl** inserta en un **relato de Chile** que haga sentido a su gente y fortalezca su identidad interna y ante el **mundo**.
- CTCl al servicio de los **Desafíos País** y las necesidades de sus habitantes.
- CTCl aportando decididamente a la **sustentabilidad** de los **ecosistemas** y la **preservación de la biodiversidad**.
- **Complementación público-privada** para potenciar el rol transformador de la CTCl.
- **Educación en CTCl y CTCl en educación**, que contribuya a la **creatividad** y al pensamiento **crítico y reflexivo** en la formación integral de las personas.

4.1.

CTCI INSERTA EN UN RELATO DE CHILE QUE HAGA SENTIDO A SU GENTE Y FORTALEZCA SU IDENTIDAD INTERNA Y ANTE EL MUNDO

La mayor ambición de esta **Estrategia** es que la CTCI sea parte de la **identidad** del país y de su gente, transformándose en fuente de orgullo y de **posicionamiento internacional**, integrándose en los distintos espacios sociales, aportando **comprensión, reflexión** y formas novedosas de mejorar la calidad de vida abordando los retos del desarrollo sustentable e inclusivo al que aspiramos.

Así, el conocimiento puede aportar a la **valoración del patrimonio cultural y natural** de Chile, contribuyendo a una mejor comprensión de las condiciones propias del país y de las oportunidades que se generan a partir de sus **características particulares**.

Una sociedad que comprenda el **rol crítico** que cumple la CTCI, que procure impulsar su despliegue con la **convicción** y **perseverancia** necesarias, que incorpore ese acervo a la **cultura** del país, y la integre a su **imaginario colectivo**, estará provista de las herramientas requeridas para alcanzar las metas que esta Estrategia plantea.

La ausencia de la CTCI en el relato país se manifiesta, entre otras cosas, en la **baja prioridad** que el mundo político le ha dado en el tiempo. No ha logrado ser vista como un pilar clave de desarrollo. Si así fuera, la propia ciudadanía demandaría impulsarla, **el mundo político** la tendría entre sus **prioridades** y los esfuerzos serían **persistentes** a lo largo del tiempo. En ese caso, su capacidad para **crear valor** y generar **mejores condiciones de vida** para la población la legitimaría, permitiendo una **retroalimentación virtuosa** que impactaría positivamente el desarrollo del país.

Así, un primer gran catalizador de la Visión es incorporar a la CTCl al **imaginario nacional**, de modo que forme parte integral de la **identidad del país** y de su gente, y que, además, ello se traduzca en una **nueva imagen** que el país proyecte hacia el exterior, transformándose en una fuente de orgullo nacional y de **posicionamiento internacional**. Eso requiere construir y dar vida a un **relato país** congruente con esta propuesta.

Tanto en el **Libro Blanco de CTCl** como en la **Base de la Estrategia**, se proponen elementos de un relato que ayuda a construir esa imagen, sobre la base de las condiciones, únicas e irrepetibles, que ofrece la diversidad del territorio chileno y que pueden ser fuente de **creación de valor de manera sustentable**. A esto se suma, el que las características de una **naturaleza extrema** y constantemente expuesta a desastres de origen natural, le imprimen un **carácter resiliente** a sus habitantes, transversal a la diversidad cultural del país. Este carácter también se expresa en su historia política, en particular en los procesos de transición democrática.

Así, el mundo CTCl se integra a la sociedad, formando parte de un **sueño inspirador** que permite a los chilenos y chilenas reconocerse como personas creativas, resilientes e innovadoras. Eso nos permite recuperar nuestra historia integrando nuestra condición de país extremo, y proyectar nuestra cultura y territorio como un **gran laboratorio de convivencia y sostenibilidad** para el mundo.

RECUADRO 6_ UN RELATO QUE RELEVA NUESTRAS SINGULARIDADES NATURALES

En el **extremo norte de Chile**, en el **desierto de Atacama**, se ubican los mejores cielos del planeta para la **observación astronómica**, y uno de los mejores **distritos minero-energéticos** del mundo para generar energía solar fotovoltaica e hidrógeno verde, además de cobre verde y litio, todo lo cual está adquiriendo una importancia crucial en terminar con el uso de los combustibles fósiles, y sustituirlos por **generación y almacenamiento de energía eléctrica**.

En su **extremo sur**, se encuentran los **ecosistemas marítimo-terrestres** más importantes del hemisferio sur, y una **ubicación privilegiada** para acceder a la **Antártica**, un continente destinado solo a la investigación, para lo cual Punta Arenas tiene todas las condiciones para transformarse en la **capital científica** de ese esfuerzo. Se trata de un territorio cuyo estudio permitirá una mejor comprensión de la formación de las **corrientes marinas** y de la **temperatura del mar**, todo lo cual incide en el **clima del planeta**.

Además, el **extenso litoral** del país, y el **mar** que ese litoral enfrenta, es un inmenso espacio abierto a la investigación científica, de crucial importancia para el futuro de la humanidad, pues los **océanos** son las zonas menos estudiadas y comprendidas del planeta.

Esa **privilegiada ubicación geográfica**, a la que se suman los atractivos **turísticos de clase mundial** que esos territorios extremos ofrecen - tanto el desierto de Atacama como la Patagonia chilena y la zona subantártica - y la infraestructura **simbólico-científica** que se está gestando con **edificios icónicos** como el **Centro Antártico Internacional** a construirse en Punta Arenas, El **Centro Subantártico Cabo de Hornos** ubicado en Puerto Williams, y los que se instalarán en el futuro - el **Centro de Interpretación Astronómica Chajnantor** en el Parque Astronómico Atacama de ANID, y el que construirá la **Corporación de Investigación y Avance de la Paleontología e Historia Natural de Atacama**, en el Parque Los Dedos, en la cercanía de Caldera - constituyen un conjunto de activos en torno a los cuales se puede sustentar el **relato** al que esta Estrategia alude.

Esa imagen de Chile debe ser **promovida en todos los niveles**, desde el Estado y el sector privado, ser incorporada al trabajo que realiza la Fundación Imagen de Chile, y en lo posible, que forme parte del **lenguaje cotidiano nacional**, de modo que los chilenos y chilenas la internalicen como propia y que desde el exterior, el país sea visto crecientemente a través de ese prisma. Una **imagen** así construida contribuirá de manera natural a **catalizar la Visión** propuesta, y será la base sobre la cual se apoyarán los otros que a continuación se presentan⁵⁷.

**RECUADRO 7_
UN RELATO QUE RELEVA EL
CARÁCTER RESILIENTE DE LOS
HABITANTES DE CHILE**

De acuerdo a Charles Darwin, quien fue testigo de la ruina de Concepción en 1835, esta situación de inestabilidad debería ser suficiente para destruir la prosperidad de cualquier país, pronosticando que éste caería en bancarrota, desorden y caos total. Sin embargo, si Darwin se hubiese quedado en Concepción lo suficiente, habría descubierto que esto no es lo que pasó en 1835, ni en ninguna de las otras grandes catástrofes que ha sufrido nuestro país. Al contrario, luego del terremoto de Concepción el orden fue solo momentáneamente interrumpido; rápidamente la Intendencia organizó la ciudad desde una carpa en la Plaza de Armas y luego el Gobierno Central se preocupó de organizar la reconstrucción de los pueblos afectados. En el 2010, Chile tampoco colapsó ni fue incapaz de mantener las finanzas fiscales y orden institucional, como Darwin pronosticaba. Al contrario, al igual que en 1835, luego de unos días de desorden inicial se logró recuperar el control de la situación y luego organizar la reconstrucción y recuperación económica⁵⁸.



57. Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2019). *Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para Chile*.

58. Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2016). *Hacia un Chile Resiliente Frente a Desastres: Una Oportunidad*.

Fotografía de Gerhard Hudepohl.
<https://atacamaphoto.com>

Fiordo Pía,
Región de Magallanes
y de la Antártica Chilena, Chile.

4.2.

CTCI AL SERVICIO DE LOS DESAFÍOS PAÍS
Y LAS NECESIDADES DE SUS HABITANTES

Otro importante **catalizador de la Visión** es la búsqueda e implementación de **soluciones** para las grandes preocupaciones de nuestra sociedad, en aquellos espacios donde la CTCL tenga mucho que aportar. Definir y abordar los grandes **Desafíos País** permite a Chile fortalecer las capacidades del ecosistema de CTCL y convertirse en un actor global relevante en estas materias. Esta convicción ha estado en la base de la reflexión del Consejo y en sus propuestas por más de una década^{59,60}.

Estos desafíos **movilizan recursos**, concentran la **atención**, impulsan la **creatividad** y estimulan la **imaginación** del Ecosistema CTCL. Se trata de desafíos que, por su naturaleza **interdisciplinaria y multidisciplinaria**, conectan a distintas áreas, convocan a diversos actores, y promueven la **cooperación** entre todos ellos en pos de un mismo fin. En consecuencia, este enfoque permitiría conectar las grandes necesidades de la sociedad con los resultados de la actividad en CTCL⁶¹, y con ello busca cambiar la trayectoria del desarrollo de la CTCL nacional.

En algunos casos, estos desafíos pueden tener un carácter general, y en otros un carácter más específico, pero el aspecto común que deberán compartir es que responden a una gran necesidad país, donde la CTCL resulte **crítica** para su resolución y en la que puedan aprovecharse **convergencias tecnológicas**⁶², de modo que en ciertos casos ellas puedan convertirse en una oferta de valor para el mundo. Se trata de **propuestas ambiciosas**, que impacten el desarrollo, que enfrenten grandes preocupaciones de la **población** y cuya solución implique el despliegue de las distintas capacidades que posee el **Ecosistema CTCL**.

Han existido varios esfuerzos que han intentado orientar la CTCL hacia estos grandes retos en Chile. Sin embargo, no se han logrado generar las **capacidades institucionales** que permitan hacer de esta forma de abordar las políticas públicas

59. Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (2013). *Surfeando hacia el futuro. Chile en el Horizonte 2025*.

60. Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2017). *Ciencias, Tecnologías e Innovación para un nuevo Pacto de Desarrollo Sostenible e Inclusivo*.

61. UCL Commission for Mission-Oriented Innovation and Industrial Strategy (2019). *A Mission-Oriented UK Industrial Strategy*.

62. Esto supone implementar mecanismos que permitan identificar dichas convergencias, a partir de una aproximación interdisciplinaria con foco en el desarrollo de nuevas tecnologías, particularmente aquellas de alta complejidad y desafiantes, que hagan posible en el mediano y largo plazo el avance mediante descubrimientos que se traduzcan en alto valor hacia la sociedad. La observación de trayectorias tecnológicas exponenciales del profesor de Stanford, Tony Seba, es una referencia interesante para identificar tecnologías emergentes.

un **esfuerzo consistente** a lo largo del tiempo. Esto supone un gran desafío en la lógica de **organización del Estado**, que demanda un rol orientador y articulador, que supere la lógica sectorial y compartimentada que predomina en sus ministerios y agencias⁶³.

Hoy en día, el escenario es propicio para establecer los mecanismos necesarios que permitan superar ese problema. Por una parte, existe un **consenso global y nacional** sobre la necesidad de abordar estos **grandes desafíos** y también sobre los marcos conceptuales respecto a este enfoque de políticas.

Se requiere entonces, crear la capacidad institucional de definir, priorizar y abordar los desafíos de largo plazo que organicen la contribución de la CTCL. Estos **mecanismos institucionales** deben basar su prioridad en las grandes preocupaciones sociales, además de las económicas. Asimismo, para su implementación se debe contar con una instancia que, a partir de dichos desafíos, defina, en ciertos casos, **misiones** específicas, medibles mediante hitos y de duración acotada, que sean abordadas de manera intersectorial y multidisciplinaria. Esta instancia debe reportar directamente a Presidencia e involucrar a una diversidad de organizaciones públicas, privadas y de la sociedad civil⁶⁴.

Por otra parte, abordar estos desafíos requerirá, en muchas ocasiones, la conexión con los ecosistemas de CTCL de **otros países**, sea porque estos poseen capacidades complementarias que resultan apropiadas al

desafío de que se trate, o sea que ese desafío también esté presente en esos países, y la **cooperación** parezca una estrategia adecuada para enfrentarlo.

Es muy importante que estos desafíos resuenen con lo que la **ciudadanía necesita**, o si esa conexión no está inicialmente presente, que ella pueda **comunicarse** y transmitirse a la población para que los proyectos que surjan se legitimen y se incorporen al **imaginario colectivo** del país, contribuyendo también al relato indicado en el punto anterior.

Hoy existe un consenso general sobre las **grandes preocupaciones** que compartimos como sociedad -la escasez de agua, el cuidado del medio ambiente, la inclusión de los pueblos originarios, la migración y el envejecimiento-, que pueden convertirse en desafíos país. También existen desafíos locales o particulares expresiones de estos desafíos país en los distintos **contextos territoriales y sociales**, que son también relevantes.

El sentido de esta propuesta, más que clasificarlos o pretender ser exhaustivos, es llamar a generar los mecanismos institucionales que permitan definirlos y materializar la contribución de la CTCL para abordarlos.

63. Como ejemplo, en el caso del agua existen más de 40 instituciones del sector público, en distintos ministerios y agencias, que inciden en su manejo.

64. UCL Commission for Mission-Oriented Innovation and Industrial Strategy (2019). *A Mission-Oriented UK Industrial Strategy*.

RECUADRO 8_ ALGUNOS EJEMPLOS DE DESAFÍOS

1. APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LA ASTRONOMÍA

El que Chile concentre en los telescopios instalados y por instalarse, **dos tercios** de la capacidad recolectora de datos **astronómicos** del planeta, por la calidad de sus cielos y la seriedad de la institucionalidad que en torno a ella ha construido, es una **ventaja** que el país debe saber aprovechar. Entre los desafíos que pueden ser abordados está el incorporarse a las cadenas de suministro de los **instrumentos de precisión** que ella requiere, el desarrollo de la **computación de alto rendimiento** dada la enorme cantidad de **datos** que la astronomía genera, el **almacenamiento** y **procesamiento** de todos ellos y el desarrollo de los **centros de datos** y la **ciencia de datos** asociada.

2. ENERGÍA SOLAR

La energía solar será, probablemente, la más importante fuente de **generación de energía del planeta** durante el siglo XXI. El **desierto de Atacama** es uno de los mejores lugares del mundo para capturarla y utilizarla. Por esa razón, es también un excelente **atractor** de investigación y desarrollo tecnológico futuro en esa área.

3. HIDRÓGENO VERDE Y ENERGÍAS LIMPIAS

Al desafío anterior, se adosa la producción de **hidrógeno verde**, generado a partir de energía solar o de energía eólica, como otra fuente de energía sustitutiva de los combustibles fósiles para, por ejemplo, el movimiento de **cargas pesadas** en carreteras y rutas marítimas y, en el futuro, en las rutas aéreas. La generación de energía solar e hidrógeno verde dan lugar, a su vez, al desafío de desarrollar tecnologías para **almacenar** energía de manera costo-eficiente, cuando ella no se utilice de manera instantánea.

4. ENERGÍA DEL MAR

Chile posee en la primera angostura del estrecho de Magallanes entre **14.000 y 18.000 MW** de potencia posibles de ser utilizados, por las corrientes marítimas que se producen del Atlántico al Pacífico y viceversa, dos veces al día, con velocidades de hasta 7 nudos. Perfeccionar la tecnología para hacerlo permite tener **soluciones exportables** a otras latitudes.

5. SANTIAGO500 SIN SMOG

El desafío de transformar a Santiago en una ciudad sin smog al 2041 – aniversario 500 de su fundación – constituye un esfuerzo multidisciplinario, que requiere de **tecnologías duras y blandas**, susceptible de conseguirse colaborando con otras ciudades que enfrentan un problema similar, como Beijing y Ciudad de México.

6. ESTRATEGIA NACIONAL DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La importancia que está adquiriendo la inteligencia artificial en el mundo, hace indispensable adoptar una estrategia nacional al respecto, que el ministerio de CTCI ya está abordando.

7. MONITOREO MARÍTIMO-TERRESTRE Y CAMBIO CLIMÁTICO

La importancia que ha adquirido el tema del **cambio climático**, la necesidad de entender mejor la formación de la temperatura del mar y la generación de sus corrientes, son todos problemas que pueden ser abordados de manera preferencial en el extremo austral de nuestro país. Allí se concentran **ecosistemas marítimo-terrestres** en los que la proporción de agua respecto de tierra es la inversa de aquella del hemisferio norte. El **desafío interdisciplinario** que ello implica es un gigantesco **atractor de investigación científica de clase mundial** y de tecnología de punta al país.

8. SOFTWARE CUÁNTICO

El incipiente, pero prometedor desarrollo de la **computación cuántica**, necesaria para resolver cierta clase de problemas que tomarían demasiado tiempo en computadores clásicos, requiere del desarrollo de **software**. Este es un terreno en el que ningún país ha tenido avances importantes, y Chile podría abordar ese desafío en colaboración con otros.

9. DESASTRES DE ORIGEN NATURAL

Chile ha sido sometido a lo largo de su historia a desastres de origen natural importantes, como terremotos y tsunamis, y ha adquirido gran experiencia en su mitigación y en los esfuerzos de **resiliencia** que los acompañan. Esa ventaja puede ser aprovechada profundizando las tecnologías necesarias para **mitigarlos**, en estos y otros tipos de desastres, y exportar esas soluciones al mundo.

10. EL AGUA

El agua es un elemento indispensable para la vida humana. Su distribución geográfica no es pareja, y el **cambio climático** está modificando esa distribución. Abordar ese problema es **ineludible**. El problema es científico y tecnológico, además de económico y social. La geografía chilena, que va desde el desierto de Atacama al Cabo de Hornos, acentúa ese desafío, e incentiva la búsqueda de diversas soluciones, que servirán también a otros países.

11. PANDEMIA

La experiencia que el país adquirió al enfrentar la pandemia de COVID-19, tanto en el tratamiento de los casos más graves, como en el **testeo** masivo de personas para verificar su estado infeccioso y en la **vacunación** de la población, además de la capacidad para desarrollar nuevas y manufacturarlas en el país, tiene vastas repercusiones en diferentes ámbitos de las ciencias de la salud. Continuar con ese impulso genera múltiples opciones multidisciplinarias de avance **científico-tecnológico**.

12. ALIMENTACIÓN SALUDABLE

La necesidad de modificar los hábitos de **alimentación** de la población, así como la provisión de alimentos saludables, que además se hagan cargo de los cada vez más criticados sistemas de producción de proteínas en factorías animales, es un área de investigación que concentra esfuerzos en muchos países del mundo. Chile, como uno de los países proveedores de una dieta mediterránea de calidad, y con las capacidades para convertirse en una potencia **agroalimentaria**, tiene un gran desafío país en ello, con impacto mundial.

13. LA TERCERA EDAD

Un inmenso **desafío país**, compartido con muchas otras naciones, es el de proveer de condiciones de vida adecuadas a la **tercera edad**, proporción de la población que irá creciendo en el tiempo, y cuyos requerimientos difieren de los del resto de la población en muchos ámbitos. Enfrentarlos, desde el financiamiento de sus pensiones, de su actividad física, de la provisión de empleos que los hagan sentirse útiles a la sociedad, es un desafío que requiere ser abordado a la brevedad, con una mirada multidisciplinaria de largo plazo.





Fotografía de Sernatur,
Fundación Imagen de Chile.

Ancud.
Región de Los Lagos, Chile.

Fotografía de Sernatur,
Fundación Imagen de Chile.

Parque Torres del Paine,
Región de Magallanes
y de la Antártica Chilena, Chile.

4.3.

CTCI APORTANDO DECIDIDAMENTE A LA SUSTENTABILIDAD DE LOS ECOSISTEMAS Y LA PRESERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

A comienzos de la tercera década de este siglo, la humanidad debe hacerse cargo del **mayor desafío** que enfrenta la especie: la **sustentabilidad** del sustrato **físico y biológico** que permite su existencia. Para enfrentarlo será indispensable recurrir a la generación de nuevo conocimiento, que provenga de la investigación y que explique con más precisión los fenómenos involucrados. A partir de este se podrán introducir **tecnologías innovativas** que **mitiguen** el daño que se infringe a este sustrato, que recuperen los **ecosistemas degradados**, y que reutilicen los residuos generados en nuevos procesos productivos, en lo que se ha denominado **economía circular**, así como innovar en nuevas formas de organización de la vida social y en los sistemas socio tecnológicos que la sostienen.

En otras palabras, la CTCl será protagonista principal de este esfuerzo.

No parece posible volver a **estadios tecnológicos anteriores**, debido al aumento de la población mundial – por más que se estabilice en la segunda mitad de este siglo – y las crecientes aspiraciones que cada uno de sus miembros tiene de mejorar sus **estándares de vida**. De ahí que resulte insoslayable comprometer a la CTCl en ese esfuerzo.

Orientar los esfuerzos de la CTCl hacia la **sustentabilidad** de los ecosistemas y la **preservación** de la biodiversidad, que es el **tercer catalizador** que esta Estrategia propone, no solo implica **combatir** las amenazas que se ciernen sobre el medio ambiente – cambio climático, aumento de la temperatura media de la Tierra, ecosistemas degradados, entre muchos otros – sino que, además, y simultáneamente, propicia que las **nuevas tecnologías** que al respecto se introduzcan, así como las industrias que las implementen, sean fuente de creación de **nuevo valor**, necesario para elevar la calidad de vida de las personas. Así, el rediseño de **las ciudades y asentamientos humanos** y la reconfiguración de **las cadenas de distribución** para hacerlas sustentables generarán nuevas demandas por

65. Dasgupta, P. (2021). *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review*. London: HM Treasury.

CTCI; la **sustitución de los combustibles fósiles** que está permitiendo la **electromovilidad**, entre otras, impone cambios en toda la cadena productiva asociada, y será fuente de nuevas **oportunidades tecnológicas**; la introducción de **relaves secos** en la minería constituirá un tremendo avance para que esa industria se torne más amigable con el medio ambiente; desarrollar procesos que hagan realidad la **economía circular** generará nuevos recursos para la satisfacción de las necesidades humanas; aprovechar la **biotecnología** para crear proteínas de consumo humano sin recurrir a factorías animales será fundamental para enfrentar el inmenso desafío de la alimentación saludable. Pero todo ello, y el resto de los múltiples ejemplos que al respecto se pueden invocar, requiere CTCI en vastas cantidades y a todo nivel.

De ahí que dirigir la **transformación productiva** nacional en esa dirección es un **objetivo estratégico** de primera prioridad, que, de paso, impulsará con gran fuerza el **desarrollo de la CTCI**. Además, contribuirá a construir una **sociedad del conocimiento**, que junto con satisfacer los anhelos y deseos de la ciudadanía, esté en mejores condiciones de enfrentar la **amenaza existencial** a que la humanidad está expuesta.

Esta es la forma responsable de direccionar el aporte de la CTCI.

En su influyente informe "**Economía de la Biodiversidad**"⁶⁵, el economista británico **Partha Dasgupta** y su grupo respondió a la solicitud

que le hiciera el Ministerio de Hacienda de ese país, de establecer las bases para una economía que pudiera enfrentar la referida amenaza. El informe utiliza un **marco conceptual** que parece el más apropiado para lograrlo.

Este consiste en reconocer que todo el **esfuerzo civilizatorio humano** – la provisión de materiales y de energía necesarios para alcanzar los niveles de vida actuales, con toda la **sofisticación tecnológica** y de **organización social** que se ha ido acumulando a lo largo de ese proceso – se basa en los **servicios ecosistémicos**, o contribuciones de la naturaleza, que provee la biósfera: entre ellos, los ciclos del agua, del carbono, del nitrógeno, la formación del clima a partir de las corrientes marinas, a su vez, dadas por la distribución de las masas terrestres y las temperaturas que tiene el océano en sus distintos niveles. Esos servicios son los que permiten que los **recursos naturales y energéticos** que utilizamos a diario estén disponibles. Dichos servicios se apoyan, a su vez, en la **biodiversidad existente**, por la permanente interacción que esta tiene con los fenómenos geo-físico-químicos involucrados en esos ciclos, mediante procesos como la **fotosíntesis**, o las distintas **cadena tróficas** en las que participan, entre muchos otros. Son estos procesos los que sustentan la salud del planeta y la de las personas.

Toda esa **capa base** sobre la que se ha fundado el desarrollo de la especie y de las sociedades, constituye, en el lenguaje del informe Dasgupta, un "**capital natural**". En términos económicos, este corresponde a la **riqueza básica** a la que

se recurre para generar la **creación de valor** que los humanos han desplegado a lo largo de su historia acumulando conocimiento. Como este capital sufre **desgaste y degradación** por la propia acción humana, el informe indica que es necesario invertir recursos en corregir esos fenómenos, **mitigando** el impacto que la actividad productiva provoca y **previniendo** que ocurra a futuro.

Abordar este gran desafío, hace crucial contar con información, modelos y metodologías que permitan integrar estas dimensiones en las decisiones que definen nuestro accionar. Asimismo, es preciso medir el **capital natural** y estimar su **desgaste**, pero también, estimar las **inversiones requeridas** para recuperarlo, desarrollar las **tecnologías** adecuadas para hacerlo y prever el **horizonte de tiempo** necesario para conseguirlo. En otras palabras, se deben combinar las **ciencias naturales**, que estudian los fenómenos en los que se

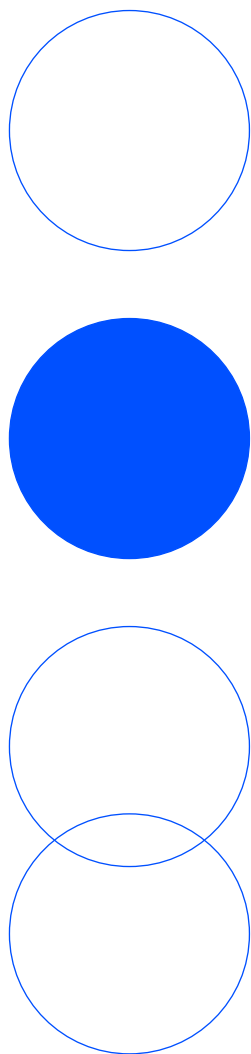
apoya el capital natural y que permiten explicar tanto su preservación como su desgaste, con la **disciplina económica**, capaz de hacer cuidadosos análisis de **costo-beneficio** de la acción humana, tanto para satisfacer sus necesidades, como para preservar la **biósfera** y con ello, el sustrato en el que se sustenta la vida, balanceando ambos con las mejores herramientas de medición que hagan posible lo anterior.

La aplicación de este **marco conceptual**, descrito en la Base de la Estrategia, ha sido recogido por el **Ministerio del Medio Ambiente, Ministerio de Hacienda** y el **Banco Central**, conformándose un Comité, en el que también participa este **Consejo**, que va a impulsar la medición de capital natural y su integración en la toma de decisiones, y que constituye un primer e importante paso para la implementación de este tercer **Catalizador de la Visión**.

Fotografía de Max Donoso,
Fundación Imagen de Chile.

Volcán Rano Raraku, Rapa Nui.
Región de Valparaíso, Chile.





4.4.

COMPLEMENTACIÓN PÚBLICO-PRIVADA QUE APROVECHA EL POTENCIAL TRANSFORMADOR DE LA CTCI

En los distintos documentos elaborados por este Consejo, incluida esta Estrategia, se ha insistido en la importancia del **Ecosistema CTCI** para lograr una fluida transferencia de conocimiento. Para que esa transferencia ocurra de la manera requerida, la **conectividad** entre sus nodos resulta fundamental. La imbricación conjunta de **Ciencia-Tecnología-Innovación-Emprendimiento** con el conocimiento proveniente de la **investigación en Artes y Humanidades** junto a parte de las **Ciencias Sociales** - de modo que la **generación y aplicación** de todo ese conocimiento, junto a las **innovaciones** que crean valor y a los **emprendimientos** que las implementan productivamente, se articulen de manera permanente -, constituyen el **círculo virtuoso** que justifica todo ese esfuerzo. Se trata de un proceso que no es lineal sino **retroalimentado**, en que tanto el conocimiento científico puede empaquetarse en **emprendimientos productivos**, como estos últimos pueden generar **preguntas** y oportunidades que requieran de investigación y tecnología para resolverlos, así como una serie de otras posibles combinaciones intermedias.

La tradicional **separación** entre los componentes, como si se tratara de actividades distintas y separadas, es una forma **inadecuada** de representar los fenómenos que se espera ocurran en el ecosistema. Mejor los interpreta la metáfora del **arpeggio**, en que las distintas notas suenan armónicas en cualquier orden que se las toque. Así, la **permanente interacción** entre ellos genera riqueza de contenidos, **fertilización cruzada** de "metáforas" y conceptos, y **potencia** las capacidades de cada uno en direcciones que no es posible anticipar ex-ante.

El esfuerzo que despliega el **Estado** - destinando recursos a la **investigación y desarrollo** en las universidades, centros e institutos de investigación, como también promoviendo la **innovación, el prototipaje y los diversos instrumentos de financiamiento al emprendimiento** - con el objeto de que se genere valor, cuyo impacto sea beneficioso para la población,

se debe complementar con el **dinamismo** que puede desplegar el sector privado en el aprovechamiento de todo lo anterior. Ese desarrollo también **demandará** más I+D a partir del éxito que algunos de esos emprendimientos tengan.

La permanente interacción entre ambos, con la **inversión pública** dando mayor robustez al **Ecosistema CTCl** del país, y el sector privado impulsando la creación de más **empresas de base científico-tecnológica**, es lo que dará lugar a **mejores empleos** y mejores salarios. Además, impulsará una mayor **inversión privada** y participación de ese sector en el ecosistema. Ese refuerzo mutuo es el que conducirá, a la larga, a una mayor **participación privada** en la inversión en I+D respecto de la que realiza el sector público, como ocurre en los **países desarrollados**.

En Chile, sin embargo, ambos sectores no han logrado **articular** sus actividades con la fuerza requerida: en ocasiones por **desconfianza**, en otras por falta de **competencia** en los mercados, en otras por insuficientes **masas críticas** que faciliten esa conexión. Pero también porque, más allá de los avances, no se han logrado instalar mecanismos institucionales desde la política pública, que aseguren la **articulación, continuidad y profundidad** de los incentivos que esta vinculación requiere.

Este es un momento particularmente apropiado para reimpulsar la **complementación público-privada-académica**. La compleja **coyuntura económica** en la que se encuentra

el país luego de la pandemia, el **cambio institucional** que implica el proceso constitucional, así como la necesidad de **complejizar la matriz productiva** del país, incorporando **más CTCl** a ella, requieren que esa **complementación** se dé en diversos espacios y niveles: al momento de acometer los **Desafíos País**; por medio de **instrumentos tributarios que favorezcan el uso de la CTCl en el mundo productivo** (ley de I+D potenciada, impuestos a la Romer, u otros); en la búsqueda de los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**, a través de las exigencias de nuevos estándares ambientales y la economía circular; o en el desarrollo de **energías limpias**, el fomento a la **producción verde** y la **alimentación saludable**, el reto de la **escasez hídrica**, entre tantas otras.

El **salto productivo** implícito en todo lo anterior, solo será posible si la **academia**, el **sector público** estatal y el **sector privado** articulan sus energías creativas, orientan sus recursos y destinan su talento humano de manera preferente a ello.

Si eso se hace con convicción, perseverancia y persistencia en el tiempo, se transformará en un poderoso **catalizador de la Visión** que esta Estrategia ha planteado, y de paso, contribuirá a **limar las asperezas** que a lo largo del ciclo político anterior se acumularon entre los ámbitos privado y público.

Esta complementación es un puntal fundamental del desarrollo futuro del país.

Los otros tres catalizadores - El Relato propuesto, los Desafíos País que se escojan, y la orientación de la CTCl para dar Sustentabilidad a los ecosistemas y preservar la biodiversidad – ayudarán de manera decisiva para que este **cuarto catalizador** se instale con la fuerza requerida.

4.5. EDUCACIÓN EN CTCI Y CTCI EN LA EDUCACIÓN, CONTRIBUYENDO A LA CREATIVIDAD Y AL PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA FORMACIÓN INTEGRAL DE LAS PERSONAS⁶⁶

La **Educación** juega un rol **transversal** en todos sus niveles, en especial en las capacidades del país para desplegar el potencial de sus habitantes, y, ciertamente, en la valoración y en la vocación de participar de la **CTCI**. Ella es clave para avanzar hacia la sociedad del conocimiento y para sostener y construir un Ecosistema que entregue los frutos a los que esta **Estrategia** aspira.

Desde la más **temprana edad**, cuando la **estimulación** es particularmente importante, y luego, en la **educación básica y media**, en que se forman los hábitos y se despiertan los intereses más específicos de los jóvenes, resulta importante que el esfuerzo educativo promueva el rol de la **imaginación**, la **curiosidad** y el **pensamiento crítico**. En ese marco, es relevante considerar que, al ser las generaciones actuales "**nativas digitales**", se requieren de **nuevas estrategias**⁶⁷ que,

además ayuden a discernir críticamente entre múltiples fuentes de información.

Sobre esa base es la que se construye una sociedad más reflexiva e innovadora, en que la CTCI es valorada y en la que más personas optan por orientar su vida en esa dirección. Esto, por sí solo, constituye un gran desafío,

pues aún subsisten muchas falencias en esa etapa educativa, y muchas disparidades entre las distintas escuelas del país.

Posteriormente, en la educación superior, y particularmente en la de **especialización** y **postgrado**, cuando las personas toman decisiones más específicas respecto de sus orientaciones profesionales, la formación en **CTCI** que al respecto reciban se torna crítica.

Aunque la **Educación** no es formalmente parte de las materias a las que esta **Estrategia** deba abocarse, ella resulta fundamental para que la **Visión** expuesta pueda cristalizar adecuadamente, y por eso, resulta ineludible mencionar su importancia.

También es cierto que la Educación impacta al desarrollo de la CTCI con una velocidad distinta que la de los otros cuatro catalizadores, pues las mejoras que se le puedan introducir al proceso educativo solo tienen efectos en el largo plazo. Sin embargo, **movilizar** las capacidades del Estado para que ello ocurra, y hacerlo sin más trámite, es una tarea **estratégica** que no puede ser postergada. Por ello, fomentar una alianza del **Ecosistema CTCI** con el mundo de la **Educación** en todos sus niveles resulta gravitante, ampliando y profundizando las diversas iniciativas que han buscado fomentar este vínculo desde el **sector público**, como **privado** y **académico**.

66. Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2015). *Informe subcomisión de cultura de ciencia, tecnología e innovación en Un sueño compartido para el futuro de Chile: Informe de la Comisión Presidencial Ciencia Para el Desarrollo de Chile*.

67. Matamala, C. (2021). *Capital digital en educación superior: Fortalezas y carencias digitales para enfrentar la educación a distancia*. International Journal of Sociology of Education.



Con la presentación de estos Catalizadores de la Visión completamos el contenido de esta Estrategia. Su objetivo es que sirva de guía de largo plazo a las decisiones que los gobiernos tomen en estas materias en el futuro. Su contenido, así como los marcos conceptuales en los que se basó, deberán ser revisados y actualizados por los siguientes Consejos, de modo que, adaptados a las siempre cambiantes circunstancias que la deriva histórica va generando, sigan constituyendo una guía para alcanzar un similar propósito.

Fotografía de Juan Ernesto Jaeger,
Fundación Imagen de Chile.

Curaco de Vélez.
Región de Los Lagos, Chile.





Fotografía de Max Donoso.
Fundación Imagen de Chile.

Región de Aysén del Gral.
Carlos Ibáñez del Campo, Chile.

ANEXO

PROCESO DE PARTICIPACIÓN, CONSULTA Y DIÁLOGO

Para elaborar esta Estrategia se realizaron múltiples conversaciones y se recibieron numerosos aportes de personas e instituciones que permitieron profundizar la reflexión y enriquecer las propuestas generadas por el Consejo. A todos ellos, el profundo agradecimiento del Consejo Nacional de CTCI para el Desarrollo.

Este diálogo se organizó a través de tres mecanismos de participación. El primero, fue la realización de mesas técnicas o reuniones de trabajo con expertos en temas globales y específicos. El segundo correspondió a una consulta online masiva, orientada a recoger planteamientos generales de diversos actores, y el tercero, fue una consulta dirigida a actores clave, definidos por los miembros del Consejo, que permitió profundizar en prioridades para la Estrategia.

MESAS TÉCNICAS Y REUNIONES DE TRABAJO

Siendo los diálogos entre los actores del Ecosistema CTCI un proceso de acción permanente del Consejo, desde el año 2019 hasta hoy se realizaron encuentros con múltiples y diversos actores del Ecosistema CTCI, en variadas temáticas, las cuales fueron fundamentales para el desarrollo de la Estrategia. Estas son:

- **Marco conceptual para la Estrategia, a partir del documento elaborado por el Consejo: "Ciencia, tecnología, conocimiento e innovación para Chile", 2019.**

Se realizaron reuniones con las siguientes instituciones:

- Academia Chilena de Ciencias.
- Comisión Desafíos del Futuro del Senado.
- Vicerrectores de Investigación e I+D del Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH).
- Corporación de Universidades Privadas (CUP).
- División Tecnológica de la Armada de Chile.

- **Capital Natural y propuestas para su medición e institucionalización en Chile.**

Se realizaron una serie de reuniones con representantes del ministerio de Medio Ambiente: Juan José Donoso; del ministerio de Hacienda: Cristóbal Gamboni y Daniela Buchuk; del Banco Central: Elías Albagli y Francisco Ruiz y del propio Consejo: la consejera Bárbara Saavedra. Además, se realizó una reunión técnica con especialistas del Comité de Capital Natural del Reino Unido: Julian Harlow, Maniv Pathak, Alastair Johnson, Rocky Harris, Colin Smith y Adam Dutton.

- **Desafíos para la nueva institucionalidad regional en CTCI.** Conversatorios con Margarita Lay, Secretaria Regional Ministerial (Seremi) de CTCI de la Macrozona Norte; María José Escobar, Seremi CTCI Macrozona

Centro; Paulina Assmann, Seremi CTCI Macrozona Centro Sur; Olga Barbosa, Seremi CTCI Macrozona Sur y Pamela Santibáñez, Seremi CTCI Macrozona Austral.

- **Desafíos de la Transferencia Tecnológica**, con la Red de Gestores Tecnológicos, representada por Silvana Becerra, Fernando Venegas y Magali Maida.
- **Estado actual de la nueva institucionalidad en educación superior universitaria**, con Camila Cortez, jefa División Educación Universitaria, Ministerio de Educación.
- **Ética en la ciencia**, con el Doctor Fernando Zegers, especialista en ética y políticas públicas en reproducción humana.
- **Financiamiento de la I+D en el sector de universidades**, con María José Bravo, jefa de la Oficina de Estudios y Estadísticas del Ministerio de CTCI.
- **Identificación de elementos conceptuales de base para el diseño del Componente Regional de la Estrategia**, con los investigadores Ronald Cancino y Mauricio García que elaboraron el estudio y con los expertos que integraron la mesa técnica de acompañamiento del mismo estudio: Nadia Albis, Miguel Atienza, Etienne Choupay, Daniel Goya, Cecilia Ibarra, Cristian Ortega.
- **Impacto económico de la CTCI**. Se realizaron dos encuentros con economistas y especialistas en estos temas: Bernardita Araya, José Miguel Benavente, Hernán Cheyre, Jorge Katz, Jocelyn Olivari y Andrés Zahler.
- **Innovación Transformativa**, con Matías Ramírez, Senior Lecturer, Science Policy Research Unit, University of Sussex, Reino Unido.
- **Institucionalidad y Desafíos de Política CTCI**, con la subsecretaria Carolina Torrealba, la asesora senior de la Subsecretaría de CTCI, Virginia Garretón y la directora de ANID, Aisén Etcheverry.
- **La CTCI como fuente de empleos de calidad**, con Carlos Álvarez, ex consejero del CNID.
- **Laboratorios Naturales como oportunidad para Chile**, con José Miguel Aguilera y Felipe Larraín, autores del libro Laboratorios Naturales para Chile.
- **Oportunidades para la CTCI en la nueva Constitución**, con abogados constitucionalistas Gastón Gómez y José Francisco García.
- **Políticas de Innovación**, con José Miguel Benavente, ex vicepresidente del CNIC, Eduardo Bitrán, ex presidente del CNIC, Alfonso Gómez, ex consejero del CNIC, Gonzalo Rivas, ex presidente del CNID.
- **Política de Talentos y Capital Humano Avanzado**, con Soledad Ugarte y Matías Caamaño, asesores del gabinete del ministro de CTCI.
- **Rol de las Ciencias Sociales, Artes y Humanidades**. Se realizaron dos encuentros para analizar la relación de la investigación en las artes y las humanidades con las ciencias naturales y las ciencias sociales, con

la exposición de José Joaquín Brunner y la participación de Roberto Torretti, Adriana Valdés, Sonia Montecino, Carlos Peña, Sol Serrano y Fernando Flores. Además, se realizó una reunión con la Asociación de Investigadores en Artes y Humanidades de Chile, representada por Carolina Gainza, Matías Ayala y Andrés Grumann.

- **Uso de datos**, con Elías Albagli, gerente de la División de Política Monetaria del Banco Central.

CONSULTA ONLINE MASIVA⁶⁸

Durante el mes de octubre del año 2021, se realizó un levantamiento de percepciones cualitativas de los integrantes del Ecosistema CTCl, los Gobiernos Regionales, las asociaciones de la sociedad civil y la ciudadanía, respecto a los desafíos del país en materia de CTCl y su contribución, con el objetivo de incorporar sus visiones como insumo en el proceso de construcción de la Estrategia Nacional de CTCl para el Desarrollo.

Esta consulta se realizó de manera online durante tres semanas, con una estrategia de difusión por redes sociales y de distribución vía aliados, y se obtuvieron más de 600 respuestas en formato de desarrollo.

Los resultados de esta consulta fueron analizados por un equipo interdisciplinario con experticia en ciencia de datos, ciencias sociales y diseño. A través de un proceso de análisis de texto, se combinaron estrategias de extracción y sistematización computacional con análisis cualitativo de las respuestas.

La estrategia de sistematización contempló dos tipos de análisis. Por un lado, análisis des-

criptivo, en donde se organizan las opiniones mediante técnicas de extracción y conteo directo de palabras o elementos de las frases. Esto, para mostrar de manera directa lo conversado y construir visualizaciones como nubes de palabras (*wordclouds*) y árboles de palabras (*wordtrees*). Por otro lado, se realizaron análisis probabilísticos e inferenciales, en donde se presenta modelamiento de tópicos, construcción de diccionarios y regresiones logísticas para identificar temas latentes y plantear hipótesis comparativas entre los distintos tipos de participantes.

En términos de obstáculos identificados, se encontraron tres grandes ejes de conversación que se superponen. En primer lugar, la tensión gobierno-estado que se refleja en deseos de políticas de estado que trasciendan gobiernos de turno y en críticas multidimensionales al diseño actual de la política pública. En segundo lugar, la falta de financiamiento, que se plantea como una temática transversal y dominante en las conversaciones. Esta es mencionada con un particular énfasis en lo relativo a la aplicación de la CTCl, a las condiciones laborales de investigadores y los presupuestos para investigación. En tercer lugar, la tensión CTCl-sociedad que se formula como una falta de valoración social a la CTCl y de una ciudadanía carente de interés y valoración por el conocimiento experto.

68. DILAB- Escuela de Ingeniería UC (2021). *Reporte Final Sistematización y Análisis Consulta CTCl*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo. Link: <https://docs.consejoctci.cl/documento/reportefinal-sistematizacion-y-analisis-consulta-ctci-2021/>

En términos de oportunidades, se pueden reconocer cuatro ejes de conversación. En primer lugar, la mirada de crisis a oportunidad, en la cual las actuales crisis sanitarias, políticas, ambientales y sociales son vistas como oportunidades de acción y desarrollo para la CTCl. En segundo lugar, el entorno natural de Chile que se posiciona como una oportunidad investigativa, productiva y de apalancamiento hacia la sustentabilidad. En tercer lugar, el capital humano avanzado en Chile, visto como la principal fortaleza para crear valor económico y social. En cuarto lugar, está la oportunidad de vincular actores y lograr la descentralización.

Los hallazgos mostraron tres grandes desafíos para Chile y el mundo. En primer lugar, medioambiente, que aparece transversalmente en todas las preguntas de la consulta. Se concluye que puede operar como un foco de consenso y un desafío movilizador para el Ecosistema CTCl. En segundo lugar, calidad de vida, que se refleja en desafíos de complejidad social como la educación y la desigualdad. En tercer lugar, la transformación productiva, desde los *commodities* a la incorporación de “valor agregado”.

Fueron invitados a participar de este proceso las siguientes instituciones:

GOBIERNOS REGIONALES:

Gobierno Regional de Arica y Parinacota
Gobierno Regional de Tarapacá
Gobierno Regional de Antofagasta
Gobierno Regional de Coquimbo
Gobierno Regional de Valparaíso
Gobierno Regional de Santiago
Gobierno Regional del Libertador Gral. Bernardo O'Higgins
Gobierno Regional del Maule
Gobierno Regional de Ñuble
Gobierno Regional de Biobío
Gobierno Regional de La Araucanía
Gobierno Regional de Los Ríos
Gobierno Regional de Los Lagos
Gobierno Regional de Aysén del Gral. Carlos Ibáñez del Campo
Gobierno Regional de Magallanes y de la Antártica Chilena

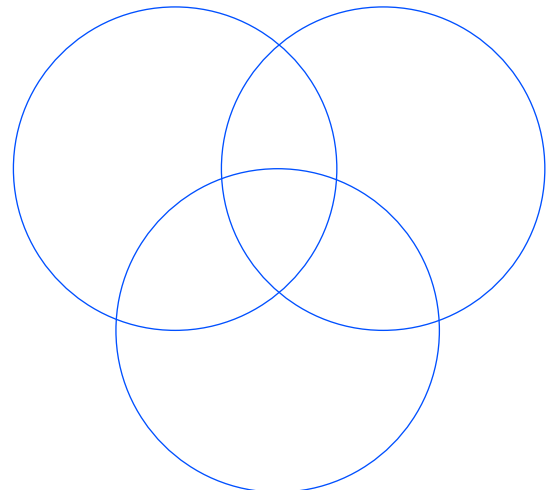
CENTROS DE FORMACIÓN TÉCNICA E INSTITUTOS PROFESIONALES:

Centro de Formación Técnica e Instituto Profesional Santo Tomás
Centro de Formación Técnica Enac
Centro de Formación Técnica San Agustín
Centro de Formación Técnica Teodoro Wickel
Centro de Formación Técnica de la Universidad Católica del Norte
Duoc-UC
Inacap
Instituto Profesional Chile
Instituto Profesional CIISA
Instituto Profesional IPLACEX
Instituto Profesional Virginio Gómez

UNIVERSIDADES:

Pontificia Universidad Católica de Chile
 Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
 Pontificia Universidad Católica del Norte
 Universidad Academia de Humanismo Cristiano
 Universidad Adolfo Ibáñez
 Universidad Adventista de Chile
 Universidad Alberto Hurtado
 Universidad Andrés Bello
 Universidad Arturo Prat
 Universidad Austral de Chile
 Universidad Autónoma de Chile
 Universidad Bernardo O'Higgins
 Universidad Bolivariana
 Universidad Católica de la Santísima Concepción
 Universidad Católica de Temuco
 Universidad Católica del Maule
 Universidad Católica Cardenal Raúl Silva Henríquez
 Universidad Central de Chile
 Universidad de Aconcagua
 Universidad de Antofagasta
 Universidad de Atacama
 Universidad de Aysén
 Universidad de Chile
 Universidad de Concepción
 Universidad de la Frontera
 Universidad de la República
 Universidad de La Serena
 Universidad de Las Américas
 Universidad de Los Andes
 Universidad de Los Lagos
 Universidad de Magallanes

Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación
 Universidad de Santiago
 Universidad de Talca
 Universidad de Tarapacá
 Universidad de Valparaíso
 Universidad del Alba
 Universidad del Biobío
 Universidad del Desarrollo
 Universidad Diego Portales
 Universidad Finis Terrae
 Universidad Gabriela Mistral
 Universidad Internacional SEK
 Universidad Mayor
 Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación UMCE
 Universidad Miguel de Cervantes
 Universidad San Sebastián
 Universidad Santo Tomás
 Universidad Técnica Federico Santa María
 Universidad Tecnológica Metropolitana UTEM
 Universidad UNIACC
 Universidad Viña del Mar



INSTITUCIONES:

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo,
ANID

Asociación Nacional de Investigadores de
Postgrado, ANIP

Asociación de Investigadores en Artes y
Humanidades

Consejo de Estudiantes e Investigadores de
Postgrado de Chile

Comisión de Comisión de Futuro, Ciencias,
Tecnología, Conocimiento e Innovación de la
Cámara de Diputados

Comisión Desafíos del Futuro del Senado

Comisión Sistemas de Conocimientos, Culturas,
Ciencia, Tecnología, Artes y Patrimonios de la
Convención Constitucional

Corporación de Fomento de la Producción,
CORFO

Fundación Encuentros de Futuro

Fundación para la Innovación Agraria

Nodos Macrorregionales de Aceleración Territorial
de la Ciencia, la Tecnología, el Conocimiento y la
Innovación

Red Innovación Chile

Red de Gestores Tecnológicos

Red de Investigadoras

Red de Sociedades Científicas de Chile

Redes Chilenas de Investigación, ReCh

Secretarías Regionales Ministeriales
de CTCI

CONSULTA DIRIGIDA A ACTORES CLAVE

Durante el mes de enero del 2022 se enviaron correos de consulta a diversos participantes del Ecosistema CTCL y organizaciones de la sociedad civil, que fueron sugeridos por los miembros del Consejo. Las respuestas recibidas permitieron conocer las visiones e identificar las prioridades de estos diversos actores, y fueron respondidas por:

Ximena Báez, Presidenta ANIP (Asociación Nacional de Investigadores de Posgrado).

María Angélica Barroso, Directora de Investigación y Doctorados, Sede de la Patagonia, Universidad San Sebastián.

Pedro Bouchon, Vicerrector de Investigación, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Bernardita Cádiz, Doctora en Neurociencias.

Cristian Campomanes, Director General Incubatec Universidad de la Frontera.

María José Escobar, ex SEREMI Ministerio de CTCL.

Juan Pablo Henríquez, Red de Sociedades Científicas de Chile.

Sergio Hernández, Vicerrector de Investigación y Doctorados, Universidad del Desarrollo.

María Cecilia Hidalgo, Premio Nacional de Ciencias 2006.

Galvarino Jofré, sdb, Rector Universidad Católica Cardenal Raúl Silva Henríquez.

Andreas Kaufer, Director de Operaciones, La Silla Paranal Observatory, European Southern Observatory.

Luis Lillo, Vicerrector de Investigación y Postgrado, Universidad del Biobío.

Cristhian Mellado, Rector Universidad Católica de la Santísima Concepción.

Rodrigo Mujica, Director de Políticas Públicas, Sociedad de Fomento Fabril F.G. Sofofa.

Carolina Navarrete, Directora de Investigación, Universidad de La Frontera.

Rodrigo Navia, Vicerrector de Investigación y Postgrado, Universidad de La Frontera.

Ricardo Nicolau, Presidente Instituto de Ingenieros de Chile.

Soledad Quiroz, Vice President of Policy, International Network for Government Science Advice (INGSA).

Coronel Lautaro Rivas, Director del Instituto Geográfico Militar.

Claudia Rodríguez, Empresa CranChile.

María Cristina Rojas, Rectora Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Claudio Ruff, Rector Universidad Bernardo O'Higgins.

Eligio Salamanca, Profesor de la Escuela Básica Multigrado en la localidad de Quelhue.

Paula Solar, Directora de Investigación, Universidad SEK Chile.

Nicolás Trujillo, Doctor en Filosofía.

Nadia Valenzuela, Profesora, Best Teacher Prize.

David Viera, Education Principal LATAM, Angloamerican.

Juan Manuel Zolezzi, Rector Universidad de Santiago de Chile.

REFERENCIAS

ALLEA (2017). *The European Code of Conduct for Research Integrity*.

Alvarez, J. (2018). *Reportes de Futuro: Tres Preocupaciones Urgentes para Chile*. Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo.

Alvial, C., & Menéndez, M. J. (2018). *Desafíos de monitorear a contribución de la CTCl a grandes retos: Aplicación al desafío país de sostenibilidad del recurso hídrico en Chile*. Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo.

Balbontín, R., Roeschmann, J. A., & Zahler, A. (2018). *Ciencia, Tecnología e Innovación en Chile: Un Análisis Presupuestario*. Chile: Dirección de Presupuestos, Ministerio de Hacienda.

Brinca y HubTec (2020). *Estudio de resultados de proceso de transferencia del conocimiento*.

Cancino, R., & García, M. (2022). *Elementos conceptuales para aportar a la discusión del Componente Regional de la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo.

Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (2013). *Surfeando hacia el futuro. Chile en el Horizonte 2025*.

Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo. (2015). *Un sueño compartido para el futuro de Chile: Informe de la Comisión Presidencial Ciencia Para el Desarrollo de Chile*.

Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2016). *Hacia un Chile Resiliente Frente a Desastres: Una Oportunidad*.

Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2016). *Lineamientos para una Política Nacional de centros de investigación*.

- Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2017). *Ciencias, Tecnologías e Innovación para un nuevo Pacto de Desarrollo Sostenible e Inclusivo*.
- Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2019). *Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para Chile*.
- Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2021). *Base para la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación*.
- Council On Governmental Relations (2019). *Excellence in Research: The Funding Model, F&A Reimbursement, and Why the System Works*.
- Dasgupta, P. (2021). *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review*. London: HM Treasury.
- DILAB- Escuela de Ingeniería UC (2021). *Reporte Final Sistematización y Análisis Consulta CTCI*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo.
- Hornidge, A.-K. (2011). 'Knowledge Society' as Academic Concept and Stage of Development—A Conceptual and Historical Review. En *Beyond the Knowledge Trap*. World Scientific.
- KRDy Asociados Ltda., Subsecretaría de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2020). *Levantamiento y análisis de créditos presupuestarios públicos para investigación y desarrollo para Chile (I+D) (Government budget allocations for R&D, GBARD)*.
- Lane, R. E. (1966). The Decline of Politics and Ideology in a Knowledgeable Society. *American Sociological Review*.
- Matamala, C. (2021). Capital digital en educación superior: Fortalezas y carencias digitales para enfrentar la educación a distancia. *International Journal of Sociology of Education*.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2021). *Plan de Desarrollo de Talentos: Ideas y Acciones para el Futuro*.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (2021). *Política Nacional de Igualdad de Género en Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación*.
- Ministry of Economic Affairs and Employment of Finland (2020). *National Roadmap for Research, Development and Innovation*.
- OECD (2021). *The design and implementation of mission-oriented innovation policies: A new systemic policy approach to address societal challenges*.
- Piaget, J., W.F.M., M., Paul, L., & et al. (1979). *Tendencias de la investigación en ciencias sociales* (4a ed.).
- Santiago Consultores (2007). *Estudio referido al reordenamiento del Sistema Nacional de Becas de Postgrados*. Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad.
- Sierra, P. (2021). *Centros de Investigación y Desarrollo e Institutos Tecnológicos Públicos. Principales características y desafíos*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo.
- The Royal Society and AAAS (2010). *New frontiers in science diplomacy*.
- UCL Commission for Mission-Oriented Innovation and Industrial Strategy (2019). *A Mission-Oriented UK Industrial Strategy*.
- World Bank (2009). *Chile: Fostering Technology Transfer and Commercialization*. Washington, DC.

Esta publicación fue elaborada por el Consejo Nacional
de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación
para el Desarrollo y su Secretaría Ejecutiva.

Dirección

Álvaro Fischer Abeliuk

Coordinación y edición

Katherine Villarroel Gatica

Edición general

Natalia Mackenzie Felsenhardt

InvestigaciónJaime Álvarez Gerding
Natalia Mackenzie Felsenhardt
Paulina Peña Romero
Pedro Sierra Bosch**Comunicaciones y Relaciones Institucionales**

Virginia Herrera Castillo

Apoyo Administrativo

Ana Luisa Véliz Céspedes

Dirección de Arte

IV Estudio

Diseño Gráfico

Bastían Pérez Streuly

Diseño Web

Leonor Tapia Heyermann

FotografíasGerhard Hüdepohl - atacamaphoto.com
Fundación Imagen de Chile**Impresión y encuadernación**

Valente Impresores

En este libro se usaron tipografías
Aktiv Grotesk y Aktiv Grotesk Extended



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 que 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 2022. Primera edición.

