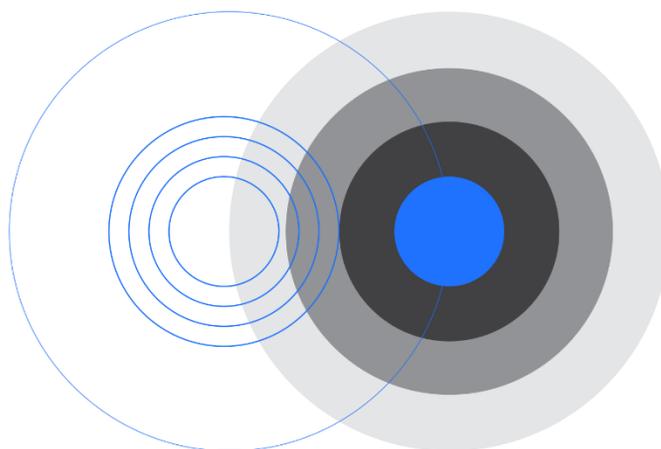


DOCUMENTO TÉCNICO

Análisis del Ecosistema CTCI en Chile en un Contexto de Grandes Transformaciones

María José Menéndez
Katherine Villarroel



CHILE, JUNIO DE 2024

AUTORES(AS)

María José Menéndez
Katherine Villarroel

EDICIÓN

María José Menéndez
Katherine Villarroel



Los Documentos de Trabajo de la Secretaría Ejecutiva del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, buscan abrir temas de discusión que permitan avanzar en el diseño consensuado de estrategias de largo plazo en estas materias, para el desarrollo de nuestro país.

A continuación, presentamos un reporte que analiza el Ecosistema de CTCI de Chile considerando los atributos de un ecosistema que sea un pilar central en la transición hacia el desarrollo sostenible. El objetivo de este documento es abrir una reflexión del estado de nuestro ecosistema considerando su rol actual y una comprensión sistémica de la CTCI.

Cómo citar este documento:

Menéndez, M.J., y Villarroel, K. (2024). *Análisis del Ecosistema CTCI en Chile en un Contexto de Grandes Transformaciones*. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. Santiago, Chile.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	4
1. INTRODUCCIÓN	9
2. CTCl: UN PILAR PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y EL BIENESTAR EN UNA ÉPOCA DE GRANDES TRANSFORMACIONES.....	12
2.1 Contexto actual y futuro	12
Cuatro grandes fenómenos de cambio global	12
Factores de cambio global y transición económico-productiva hacia la sostenibilidad.....	16
2.2 Rol de la CTCl en el contexto actual y futuro	21
Marcos de Política CTCl	21
Tres nuevas demandas para la CTCl	27
3. ANÁLISIS DEL ECOSISTEMA CTCl DE CHILE PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE ...	30
3.1 La lógica de un Ecosistema CTCl versus Sistema CTCl	30
Atributos del Ecosistema CTCl	32
3.2 Caracterización de los actores del Ecosistema CTCl Nacional	37
Desarrolladores de I+D+i	38
Conectores	55
Empresas que hacen I+D+i y emprendedores de base científica tecnológica	67
Instituciones públicas habilitadoras	77
Organizaciones de la Sociedad Civil y otros actores no tradicionales	89
3.3 Conexión entre actores del Ecosistema CTCl: ejemplo en base a redes de coautoría	89
4. CONCLUSIONES	96
BIBLIOGRAFÍA.....	99
ANEXO 1: Evaluación sistémica de políticas de CTCl	103

RESUMEN EJECUTIVO

La Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo (Estrategia CTCl) es el principal producto del Consejo Nacional Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo (Consejo CTCl), como entidad asesora presidencial mandatada a generar orientaciones estratégicas para fortalecer la contribución del conocimiento y la innovación al bienestar y desarrollo del país.

Su actualización cada cuatro años, requiere de un trabajo permanente que se organiza en tres áreas que derivan directamente de su mandato legal: Orientaciones Estratégicas; Anticipación y Análisis de Tendencias; y Evaluación, Monitoreo y Aprendizaje.

Este informe es uno de los productos permanentes del área de Evaluación, Monitoreo y Aprendizaje (EMA) en la que se busca monitorear la evolución del Ecosistema CTCl considerando sus distintos componentes, sus interacciones y su direccionamiento hacia objetivos de desarrollo, evaluar su desempeño en áreas de interés del Consejo CTCl y aportar a un enfoque sistémico e integral de evaluación de las políticas públicas y actividades de CTCl.

El trabajo que aquí se presenta, da cuenta de un análisis de nuestro Ecosistema Nacional de CTCl desde el prisma de su posibilidad de contribuir al desarrollo sostenible y el bienestar. Este análisis se entrega como insumo de base para la discusión que se realizará en el proceso participativo “Chile Mira su CTCl”, convocado por el Consejo y que busca articular entre los diversos actores del Ecosistema CTCl, una visión común en torno al rol de la CTCl para el Desarrollo Sostenible, identificando las brechas y capacidades del ecosistema actual de respecto de ese propósito, y levantando propuestas para abordarlas.

Su estructura se organiza en torno a cuatro capítulos. El primero, a modo de introducción, da cuenta de cómo este trabajo se inserta dentro del quehacer del Consejo CTCl, y de cómo su aproximación, y los trabajos en esta área, se corresponden con la evolución de la mirada del Consejo pasando desde la premisa de la innovación como elemento clave del crecimiento económico y la competitividad, hacia la comprensión de ésta como un fenómeno humano permanente de adaptación al cambio, que se hace evidente dado el acelerado avance científico tecnológico, y que hoy se convierte en un pilar fundamental para la sostenibilidad.

En el segundo capítulo se caracteriza el contexto de grandes transformaciones que estamos viviendo y cómo afectan y se corresponden con el rol social de la CTCl y las formas de organización y apoyo de sus actividades. Se da cuenta de estas grandes transformaciones a partir de la caracterización de cuatro grandes fenómenos de cambio global que afectan de modo particular a nuestro país: dos grandes fuerzas transformadoras provenientes del avance científico tecnológico: la revolución digital y la revolución biológica; y dos grandes preocupaciones de contexto: la sustentabilidad de la vida en el planeta y la crisis de la democracia y gobernanza global. Estas corresponden a megatendencias que se consideran las más relevantes en moldear

futuros posibles, y que buscan aportar una mirada más sistémica y vinculada a las grandes preocupaciones que compartimos como humanidad.

La síntesis que aquí se presenta busca mostrar sus efectos combinados y las implicancias para Chile, los que fueron analizados en el ejercicio participativo del área de anticipación el año 2023. Algunos hallazgos dan cuenta de cómo la crisis de la democracia, que afecta el sentido de pertenencia, los espacios de participación y organización y la orientación al bien común, hoy enfrenta en nuestro país un escenario de alta fragmentación social, con un bajo nivel de adhesión al sistema político, que se explica, entre otros, en el debilitamiento de los partidos políticos y la crisis de representatividad que estamos atravesando. En términos de sustentabilidad, estamos en un estado de alerta permanente dada la pérdida de biodiversidad y capital natural, la crisis del agua, y la mayor prevalencia de catástrofes producto de la crisis planetaria y climática, lo que se vincula también a la alta dependencia de nuestra economía en los recursos naturales. Desde las revoluciones biológica y digital, se avizoran profundas transformaciones que requieren de capacidades habilitantes vinculadas a la CTCl, pero también a nivel social y económico, como infraestructura digital a lo largo y ancho del territorio, para que estas se constituyen en fuente de mayores oportunidades para todos y todas y aporten a equiparar las brechas sociales y económicas.

La caracterización de estos grandes fenómenos de cambio global, se complementa con el análisis de cómo este contexto está cuestionando la legitimidad de los actuales sistemas productivos y de intercambio global y apelando a la transición hacia la sostenibilidad, lo que fue analizado en el marco de las orientaciones estratégicas del Consejo para la política de desarrollo económico sostenible. De ese ejercicio se identificaron tres grandes movimientos que buscan dar respuesta a este nuevo escenario: i) la transición hacia economías sustentables y energías limpias; ii) la demanda creciente por equidad y justicia social; iii) y el uso de la ciencia y las tecnologías como factor de resiliencia, competitividad, transformación hacia lo sostenible y de geopolítica.

Estos movimientos en general, se abordan de manera separada, y a pesar de la mayor visibilidad de los temas sociales, su consideración es menor que la medioambiental en los criterios de evaluación de instrumentos de inversión desarrollados para fomentar la transición hacia la sostenibilidad. En materia de sustentabilidad, por su parte, predominan las agendas de cambio climático y transición energética sustentable, claramente necesarias, pero se obvian aspectos críticos como la conservación de la biodiversidad y sus ecosistemas, o la generación de desechos y contaminantes -que también se generan en las energías renovables-, que dan cuenta de la “huella material”, tan relevante como la huella de carbono.

Finalmente, esta sección describe cómo este contexto epocal está desafiando las lógicas de generación y uso del conocimiento, y las políticas en estas materias. Para ello, se describen brevemente los tres marcos de política CTCl que han dominado las agendas de los países del hemisferio norte y también las de nuestro país, entendidos como el encuadre bajo el cual se definen objetivos de política pública y que responden a contextos históricos y paradigmas

dominantes. Estos son: Marco 1: Innovación para el crecimiento económico que surge posterior a la Segunda Guerra Mundial, desde la premisa que la ciencia y la tecnología, claves para la guerra, podían ser también críticas para la reactivación económica; Marco 2: Sistemas de innovación, que surge en el mundo globalizado de la década de los 80' como respuesta a las diferencias en el crecimiento económico de los distintos países al intensificarse la competencia internacional, haciendo de la competitividad su objetivo central; y el Marco 3: Innovación transformativa, más reciente, y que plantea explícitamente que la CTCl debe contribuir a abordar los problemas sociales y medioambientales contemporáneos, dado el contexto de crisis actual y la necesidad de transiciones y transformaciones profundas que requiere la sociedad en sus distintas dimensiones.

Luego, en el mismo capítulo se describen tres nuevas demandas para la CTCl en este contexto de grandes transformaciones, dado el reconocimiento de su rol crítico para la transición social, económica y ambiental a la que estamos llamados, que llaman a revisar si las actuales lógicas de generación y uso del conocimiento, y de las políticas en estas materias están permitiendo o no materializar esa contribución. Estas tres contribuciones esenciales son: (i) Aportar en la transición hacia modelos de desarrollo sostenibles que requieren de conocimiento para comprender los sistemas socioecológicos sobre los cuales se asientan las actividades humanas y de desarrollo y adopción de tecnologías transformadoras sostenibles y adecuadas al contexto; (ii) Constituirse en un factor clave en la resiliencia de los países frente a disrupciones como pandemias, conflictos bélicos y aumento de eventos climáticos extremos lo que supone un fortalecimiento del desarrollo científico y tecnológico local, que sea base del desarrollo de industrias y capacidades locales indispensables para dotar de cierta autonomía los sistemas y servicios básicos para la vida social; y (iii) Aportar una base de comprensión y generación de nuevas oportunidades para generar desarrollo y bienestar social con investigación que permita ampliar nuestra comprensión del impacto local de los desafíos de nuestra época, al conocer y comprender la enorme y diversa riqueza del patrimonio natural y cultural de nuestro país, así como aprovechar la tecnología e innovación para enfrentar desafíos y aprovechar las oportunidades del desarrollo sostenible. Todo lo anterior llama más transdisciplinariedad, a modelos colaborativos y al reconocimiento de nuevas formas de medición de las contribuciones del mundo CTCl.

El tercer capítulo corresponde al análisis del Ecosistema nacional de CTCl desde el prisma de su potencial de contribución al Desarrollo Sostenible. Este se aborda partiendo por definir la noción Ecosistema CTCl, en la que se busca hacer un paralelo con las características de los ecosistemas naturales, enfatizando el valor de la diversidad de actores, la interdependencia entre los múltiples elementos del sistema y la complejidad de sus interacciones, su coevolución y la vinculación con el contexto particular (económico, social y ambiental) que es el “sustrato” en que se inserta, todas éstas, características propias de los ecosistemas naturales. Sus atributos: diversidad de actores, roles y trayectorias; Conexión y articulación entre sus actores a múltiples niveles; distribución territorial como base de redundancia y pertinencia; y el direccionamiento de parte importante de estas actividades hacia los objetivos asociados del desarrollo sostenible. También se aborda la necesaria valoración de contribuciones diversas del Ecosistema CTCl.

A continuación, se analizan, de acuerdo a la información disponible, los distintos actores del Ecosistema CTCI nacional en función de los roles que estos desempeñan y sus características en cuanto a los atributos antes descritos. Los actores se agrupan en las siguientes categorías: Desarrolladores de I+D, referido a entidades o personas dedicadas a la investigación y desarrollo; Conectores, que consideran las entidades o personas que conectan actores, realizan transferencia de conocimiento y tecnología o habilitan el emprendimiento; Empresas que hacen I+D+i y emprendedores de base científico-tecnológica; Instituciones públicas habilitadoras, que corresponde a las entidades públicas que entregan financiamiento, articulan y/o direccionan recursos; y Organizaciones de la sociedad civil y otros actores no tradicionales, que consideran entidades de la sociedad civil que desarrollan I+D+i o desempeñan otros roles críticos.

Este capítulo también presenta los resultados de un ejercicio realizado para dar cuenta de la conexión entre actores del Ecosistema CTCI, en base a redes de coautoría de publicaciones científicas en el área de ciencias biológicas en dos periodos: 2000-2010 y 2010-2020.

Finalmente, el capítulo 4 presenta las principales conclusiones del análisis anterior:

Nuestro Ecosistema CTCI, aunque ha crecido en número y diversidad de actores y roles en los últimos diez años, sus capacidades de I+D siguen siendo muy limitadas en comparación con otros países y con el promedio de países OCDE, en un momento en que están llamadas a jugar un rol crucial. Estas, además, están concentradas principalmente en universidades y las regiones Metropolitana, de Valparaíso y del Biobío, lo que limita las posibilidades de crecimiento y resiliencia del Ecosistema CTCI y no permite que su contribución llegue a distintos espacios y territorios.

Persisten desafíos en materias de igualdad de género tanto en el ámbito de la investigación como en el ámbito de la innovación y emprendimiento, a pesar de las políticas de género que han sido promovidas desde la creación del Ministerio de Ciencia.

En materia de innovación empresarial los avances no han sido los deseados, a pesar de todos los programas de apoyo público (subsidios, incentivo tributario). Lo que llama a reforzar esfuerzos en innovación abierta, enfoques de *market pull*, fortalecimiento de las conexiones entre mundo de I+D y empresas, así como a sumar otro tipo de instrumentos de política, como los regulatorios y “blandos” o promotores de cambio de comportamiento, que han sido poco utilizados hasta ahora. Se reconoce también, que existen muchas condiciones estructurales que pueden estar limitando la innovación empresarial, tales como la actual estructura productiva, así como los incentivos y capacidades que tienen las empresas para innovar.

Se destaca el dinamismo y crecimiento del emprendimiento de base científico-tecnológica, que ha contado con una política sostenida en el tiempo para crear un ecosistema emprendedor, que incluye Oficinas de Transferencias y Licenciamiento (OTL) y los *Hubs* de transferencia tecnológica.

Se observa que el foco de la transferencia hacia otros sectores de la sociedad, como el sector público y organizaciones de la sociedad civil, ha sido menos atendida.

Se relevan los avances en materia institucional indicando que aún existen desafíos en descentralizar las capacidades a nivel de regiones y persiste un financiamiento público para la I+D muy bajo e insuficiente para generar un ecosistema robusto.

Sobre el direccionamiento de la I+D se plantea que no ha existido consistencia ni planes para generar investigación orientada de forma articulada y sostenida en el tiempo. Y en el caso del financiamiento para la innovación, aunque ha existido direccionamiento en ciertos períodos, éste ha sido inconsistente entre los diferentes períodos de gobierno. Se reconoce, en todo caso, que, en el último período, se observa un direccionamiento con acento en la sostenibilidad, tanto en investigación como en innovación.

Respecto de actores no tradicionales del Ecosistema CTCI, existe menos conciencia e información, por lo que faltan elementos para caracterizarlos, sabiendo que son clave en el vínculo con la sociedad, que es crítico para avanzar hacia el desarrollo sostenible.

El análisis de redes de coautoría de publicaciones científicas permitió evidenciar que las capacidades de I+D, además de crecer en tamaño, han crecido en la cantidad de conexiones, probablemente producto del apoyo de programas de investigación asociativa y de colaboración internacional. Los vínculos con el mundo empresarial siguen siendo débiles y mucho más aquellos con otros actores sociales.

Respecto de la territorialidad, el Ecosistema CTCI tiene particularidades relevantes en los distintos territorios, sin embargo, el sistema sigue siendo fuertemente centralizado, lo que afecta su resiliencia y la posibilidad de aprovechar nuestra diversidad.

Finalmente, se da cuenta de múltiples desafíos para el monitoreo del Ecosistema CTCI bajo este nuevo enfoque. Estos incluyen cuestiones de base, como la dificultad de acceso a información de calidad y la falta de homologación de las distintas fuentes de información, la ausencia de información en aspectos críticos vinculados a roles y distintas formas de contribución de la CTCI. También la dificultad de analizar redes de colaboración entre actores y de contar con la capacidad de monitoreo a nivel de territorios, atendiendo y reconociendo la diversidad de contexto, capacidades, oportunidades y desafíos entre regiones, e incluso dentro de ellas.

1. INTRODUCCIÓN

La labor del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo (Consejo CTCl) -como órgano asesor presidencial-, es generar orientaciones estratégicas para fortalecer la contribución del conocimiento y la innovación al bienestar y desarrollo del país.

Desde sus orígenes ha evolucionado desde la premisa de la innovación como elemento clave del crecimiento económico y la competitividad, hacia la comprensión de ésta como un fenómeno humano permanente de adaptación al cambio, que se hace evidente dado el acelerado avance científico tecnológico, y que hoy se convierte en un pilar fundamental para la sostenibilidad. Este cambio de mirada también se ha reflejado en su nombre pasando desde Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC), luego Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID), hasta su nombre actual.

Esta progresión se plasma en la visión de la actual Estrategia Nacional de CTCl, entregada en junio del 2022, que avisa *“...un país que se desarrolla y genera bienestar sostenible e inclusivo basado en una sociedad del conocimiento, que entiende que las sociedades viven y se sostienen de/en la naturaleza, y la economía vive de/en las sociedades, la que explicita las relaciones de interdependencia de nuestros sistemas vivos, la sociedad y la economía, y que obligan a su consideración de manera sistémica, si aspiramos a darle sustentabilidad a nuestro bienestar”*[1].

La actualización de la Estrategia CTCl cada cuatro años, supone un trabajo permanente que se organiza en tres áreas que derivan directamente de su mandato legal: Orientaciones Estratégicas; Anticipación y Análisis de Tendencias; y Evaluación, Monitoreo y Aprendizaje. La primera sirve de base o complementan las orientaciones de la Estrategia en ámbitos específicos; en el área de Anticipación se identifican oportunidades y desafíos en los que puede aportar la CTCl, a partir del análisis de los fenómenos y tendencias de futuro. Finalmente, dentro del área de Evaluación, Monitoreo y Aprendizaje, se busca monitorear la evolución del Ecosistema CTCl considerando sus distintos componentes, sus interacciones y su direccionamiento hacia objetivos de desarrollo, evaluar su desempeño en áreas de interés del Consejo CTCl y aportar a un enfoque sistémico e integral de evaluación de las políticas públicas y actividades de CTCl.

Los productos permanentes de cada una de estas tres áreas integran investigación y análisis que alimentan procesos participativos que los enriquecen, y que se organizan en un ciclo que sustenta la actualización de la Estrategia CTCl, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 1. Procesos y productos anuales del Consejo CTCI



Fuente: Consejo CTCI 2023.

En el caso del área de Evaluación, Monitoreo y Aprendizaje (EMA), estos son: Panorama del Ecosistema CTCI[2]; el Análisis del Ecosistema CTCI en Chile que aquí se presenta y el proceso participativo “Chile mira su CTCI” que se está iniciando.

Varios análisis anteriores del Consejo han buscado fortalecer la capacidad de dar seguimiento a cómo evoluciona y se articula la capacidad nacional de CTCI para generar conocimiento y mejorar nuestros sistemas de monitoreo y evaluación. En el año 2015, por ejemplo, el Consejo realizó el estudio “Cartografía del Conocimiento”[3], en el cual se analizaron las relaciones entre disciplinas del conocimiento científico, bajo la hipótesis de que las relaciones de complementariedad del sistema científico permitirían dar cuenta de características de complejidad y evolución, las que no son observables en las disciplinas miradas en forma independiente o como suma de las mismas.

Luego, en el año 2018, se publicaron dos reportes: “Revisión de los sistemas de evaluación de impacto no académico de la investigación a nivel internacional”[4], con la finalidad de dar cuenta de las diversas contribuciones de la CTCI, que incluyen las dimensiones económica, social, cultural, ambiental y política; y el de “Desafíos de monitorear la contribución de la CTCI a grandes retos”[5], con el propósito de integrar nuevas dimensiones al monitoreo del ecosistema CTCI que permitieran dar cuenta de sus características, dinamismo y su contribución a desafíos país.

Ambos estudios buscaron dar sustento a una de las propuestas de la Estrategia Nacional de

Innovación en esos años, la de orientar parte de los esfuerzos de la CTCl en contribuir a abordar grandes retos o desafíos nacionales, para hacerse cargo de las preocupaciones que compartimos y que, además, podían ser una fuente de creación de valor para el mundo.

Hoy, en el año 2024, realizamos un análisis de nuestro Ecosistema CTCl nacional sobre la base de una comprensión sistémica e integral. La información utilizada en este análisis se basa en el monitoreo del ecosistema y su evolución en la última década. El monitoreo se entiende cómo la recopilación periódica y sistemática de información que puede ser usada para conocer el estado del Ecosistema y la evolución de ciertos elementos. El reporte, toma como antecedentes una serie de insumos. Por una parte aquellos generados recientemente desde el propio Consejo y que son: las últimas Estrategias Nacionales de CTCl[1], [6], los Reportes de futuro del área de Anticipación[7], el reporte del ejercicio participativo de anticipación “Chile crea Futuro”[8], el Panorama del Ecosistema CTCl de Chile en los últimos diez años[2], y las Orientaciones Estratégicas para el Desarrollo Productivo Sostenible[9]. Además, se revisaron distintos referentes internacionales, incluyendo documentos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE)[10], la Organización de Naciones Unidas (ONU)[11], y la Comisión Europea [12].

El propósito de este reporte es servir de base a la discusión que se realizará en el proceso participativo “Chile Mira su CTCl”, convocado por el Consejo y que articulará los diversos actores del Ecosistema CTCl a nivel nacional y regional. Su objetivo es consolidar una visión común en torno al rol de la CTCl para el Desarrollo Sostenible, e identificar las brechas y capacidades del actual Ecosistema de CTCl respecto de ese propósito, así como levantar propuestas para abordarlas.

2. CTCI: UN PILAR PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y EL BIENESTAR EN UNA ÉPOCA DE GRANDES TRANSFORMACIONES

2.1 Contexto actual y futuro

Esta es una época de grandes transformaciones. Buscar caracterizarlas y comprenderlas es crítico para entender los elementos de contexto en los que se desarrolla la CTCI. Estos afectan el espacio en que se desenvuelve, pero a su vez están siendo afectados por el propio avance del conocimiento y la innovación. Son determinantes en las condiciones en que estas actividades se desarrollan, y a la vez respecto de su rol y contribución social.

Para analizarlos hemos tomado dos fuentes relevantes de las otras áreas de trabajo del Consejo. Por una parte, el trabajo en el área de anticipación en torno al proceso participativo “Chile crea Futuro”[8], [13], y por otra y relacionado con el anterior, el contexto global para las orientaciones estratégicas recientemente entregadas para la política de desarrollo productivo sostenible[9].

Cuatro grandes fenómenos de cambio global

Podemos reconocer cuatro grandes fenómenos de cambio global, entendidos como las megatendencias que se consideran más relevantes en moldear futuros posibles, y que buscan aportar una mirada más sistémica y vinculada a las grandes preocupaciones que compartimos como humanidad. Estas son dos grandes fuerzas transformadoras provenientes del avance científico tecnológico: la revolución digital y la revolución biológica; y dos grandes preocupaciones de contexto: la sustentabilidad de la vida en el planeta y la crisis de la democracia y gobernanza global. Estos fueron identificados por el Consejo en el Reporte de Futuro 2022 [7].

Los efectos combinados de estos fenómenos y sus posibles implicancias para[13], fueron insumos que constituyeron el centro del análisis del ejercicio de anticipación “Chile crea Futuro” que convocó el Consejo en 2023[8]. A continuación se describen brevemente los fenómenos de cambio identificados y sus posibles implicancias para el país.

Crisis de la democracia

Uno de estos fenómenos de cambio es la crisis de la democracia. La preocupación global por su destino se funda, por un lado, en la expansión de señales de pérdida de gobernabilidad de las sociedades y, por otro, en la emergencia y expansión de regímenes autoritarios o que reflejan un retroceso democrático. En la actualidad no sólo el número de democracias en el mundo se ha estancado, sino que la mitad de ellas está en retroceso, y entre las no-democracias, el 50% se ha vuelto más represiva[14]. En América Latina, las señales son alarmantes: ha habido un crecimiento del número de dictaduras establecidas en las últimas décadas; un 70% de la ciudadanía en 2020 manifestaba un descontento con el rendimiento de la democracia; hemos pasado desde 14% el 2010 a un 30% el 2021 de personas que declaran tolerar un golpe de estado; un 73% de los ciudadanos de la región en 2020 pensaba que sus gobernantes gobiernan

para los intereses de unos pocos; y en casi todos los países, una mayoría prefiere un sistema que garantice ingresos básicos/servicios, aunque no haya elecciones[13].

En Chile, también hay datos preocupantes. Diferentes reportes muestran niveles crecientes de insatisfacción con la democracia, de desconfianza en los partidos políticos, desafección electoral, percepción de abuso por parte de las instituciones, irritabilidad social, desapego y propensión al uso de la fuerza. Aunque la forma de gobierno democrático no ha dejado de ser aún la forma de gobierno más valorada (49%), perdió 12 puntos porcentuales en el curso de un año, existiendo hoy un número significativo de personas que declaran que determinadas circunstancias justificarían modelos autoritarios (19%), así como de personas a las que les es indiferente el tipo de régimen, es decir que no evidencian un sostén activo a la Democracia (25%)[13], [15].

Otros rasgos asociados y preocupantes en nuestro país, son la caída en la participación electoral, la alta volubilidad en los apoyos electorales o políticos[16], y a una reducción y modificación de los vínculos militantes con los partidos. Sólo el 4% de la población declara confiar en los partidos políticos, y entre 1996 y 2020 la confianza en ellos cayó en un 300%, lo que afecta también a otras instituciones democráticas como el Senado y la Cámara de Diputados, ambos con solo un 10% de población que declara confiar en ellos[13], [15].

La democracia se inserta y a la vez depende de valores socioculturales que la sustentan. Estos están siendo afectados por todos los fenómenos de cambio que observamos hoy, y dan cuenta de cómo dichos fenómenos se relacionan y generan efectos combinados. Al respecto, se identificaron al menos dos riesgos: el primero se trata del fenómeno de la post verdad y el debilitamiento de la relación de la sociedad con la verdad como principio ético, que afecta la democracia dado que ésta se sostiene en la capacidad de una sociedad de salir de una visión de la realidad singularizada por la propia preferencia o inclinación, permitiendo producir una realidad que seamos capaces y estemos dispuestos consensuadamente de reconocer. El segundo, evidentemente vinculado a la revolución digital, se relaciona con los efectos que ha provocado el uso de las nuevas tecnologías de la comunicación y la información, que llevan a formas de consumo individual y aislamiento por el diseño de los algoritmos de búsquedas, entre otros, en detrimento de nociones como el pluralismo, lo común y lo público, el bien general y el valor de mecanismos institucionales para la mediación entre voluntades[13].

Revolución Digital

Se reconoce que en los últimos 30 años la humanidad ha experimentado un cambio tecnológico profundo, debido a la unión de varias tecnologías y fenómenos: las telecomunicaciones (internet), la computación (hardware y software) y la masificación de usuarios en todo el planeta. Este cambio lo podemos reconocer como una revolución, que para algunos puede ser aún más radical que la revolución industrial, por sus implicancias en nuestras vidas y sociedades futuras.

Chile es reconocido como un pionero tecnológico en la región: en 1987 el dominio “.CL” fue el primer dominio latinoamericano en existir, en 1992 también fuimos el primer país de la región en conectarse a Internet, en 1993 levantamos la primera web de Latinoamérica. El programa

Enlaces dio computadores y conectividad a los colegios de Chile en un esfuerzo pionero a nivel mundial. A comienzos de este siglo, el Servicio de Impuestos Internos y el Registro Civil fueron grandes ejemplos de tecnología de punta al servicio de la ciudadanía. Además, cuenta con buena infraestructura física y seguimos teniendo la Internet más rápida de América Latina[13].

Sin embargo, falta cobertura y resiliencia, en un contexto incierto respecto de qué cambios específicos producirá la revolución digital, pero que sabemos son enormes. El impacto social se expresa claramente en los impactos negativos y positivos que la revolución digital puede tener en el ámbito de la educación, por las implicancias en distintas dimensiones de las redes sociales y la amenaza que esto puede representar para el pensamiento crítico.

Este mismo contexto de incertidumbre es el que, en términos de regulación, existe coincidencia en la necesidad de que ésta verse sobre los problemas que se derivan del uso de las nuevas tecnologías, en lugar de las tecnologías mismas, que cambian aceleradamente y que muchas veces pueden ser redefinidas para saltar esas reglas[13].

Revolución Biológica

Es necesario reconocer que los conocimientos y tecnologías en biología han permitido avances importantes en salud y acceso a alimentos en los últimos siglos, y al mismo tiempo, han generado costos, e importantes desacuerdos, por ejemplo, en torno a los organismos genéticamente modificados.

La biología como ciencia está en un momento de apogeo y reúne una gran cantidad de conocimientos y tecnologías en discusión actualmente a nivel mundial. Su impacto puede observarse en al menos tres grandes áreas de preocupación humana: personas sanas con acceso a la salud efectiva y oportuna; alimentos sanos, nutritivos, accesibles y sustentables; y naturaleza sana y disponible para sostener la vida por muchas generaciones[13].

A su vez, se pueden distinguir cinco grandes categorías para agrupar el desarrollo de conocimientos y tecnologías de la biología reciente: la integración de conocimientos para llegar a una comprensión holística de los seres vivos en su entorno, y que ha sido crítica para la ecología; las tecnologías ómicas que se caracterizan por usar grandes volúmenes de datos de seres vivos; las biotecnologías que modifican, crean y usan seres vivos; los bioprocesos y bioproductos; y finalmente, los sistemas inteligentes que conectan máquinas con seres vivos. Todas ellas pueden afectar la salud humana, la alimentación y la naturaleza, de maneras más o menos directas y/o simultáneas.

Sustentabilidad planetaria

Respecto de la preocupación global por la sustentabilidad, se parte de la premisa de que su posibilidad está determinada por las formas de desarrollo elegidas, y para realizar esa elección es imperativo comprender cómo se vincula la naturaleza y desarrollo, siendo a partir de esta relación que será viable o no la sustentabilidad humana[13].

Esta comprensión, que ha ido evolucionando, muestra la dependencia que existe entre los requerimientos de la sociedad y la economía respecto de la biodiversidad, que está en la base de la sustentabilidad. La biodiversidad integra a todos los organismos vivos, incluidos los ecosistemas terrestres, marinos o continentales, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. Y hoy está bajo grave amenaza.

A escala mundial, el 75 % del suelo y el 66% del medio marino se han visto afectados como resultado del uso de suelo por la agricultura no sostenible y de contaminantes directa e indirectamente vertidos al ambiente marino. Cada año se aplican alrededor de 115 millones de toneladas de fertilizantes nitrogenados minerales en las tierras de cultivo; una quinta parte del nitrógeno se acumula en el suelo y biomasa, y el 35% llega a los océanos[17].

Nuestra región posee una riqueza natural única y relevante para el planeta. Latinoamérica alberga el 40% de la biodiversidad del planeta, contenidas en una variedad de ecosistemas valiosos y que son compartidos en la Región. Entre ellos destaca el mayor sistema de bosques del mundo en la cuenca del Amazonas, que dan cuenta de las mayores reservas de agua dulce; gigantescas superficies de turberas intactas distribuidas desde Mesoamérica a Tierra del Fuego. Existen en Latinoamérica las costas más productivas del mundo en el Mar Patagónico y la corriente de Humboldt, contamos con ecosistemas de estepa y praderas altamente productivas sostenedoras de masas ganaderas, existiendo en nuestra Región zonas de diversificación alimentaria como Mesoamérica, el altiplano Andino, bastiones esenciales para la seguridad alimentaria, entre muchas otras[18].

Las soluciones basadas en esta región podrían contribuir en más de un tercio de la mitigación del clima necesaria desde ahora hasta el 2030 para estabilizar el calentamiento del planeta por debajo de los 2°C. Sin embargo ya en 2019, el 80% de los tipos de bosque y el 85% de la superficie forestal estaban potencialmente amenazados[19]. Chile, por su parte, también enfrenta altos niveles de degradación, con casi el 50% de los ecosistemas bajo amenaza, más del 60% de especies nativas evaluadas en categorías preocupantes, y el 11% en estado crítico[18].

La diversidad de ambientes, climas y geografía de nuestro país, que permiten la expresión de una diversidad de ecosistemas y especies, lo hace excepcional. En Chile se han descrito 127 ecosistemas terrestres (pisos vegetacionales), y de este a oeste corren 101 ríos principales, a lo largo de los cuales se expresan multiplicidad de humedales, de diversas formas, que ocupan 5,6 millones de hectáreas aproximadamente. La diversidad de especies es baja (sólo 31.000 especies nativas de animales, plantas, hongos e insectos), sin embargo, su alto endemismo refleja los atributos y singularidades irrepetibles, siendo equivalente al 25% del total de especies conocidas que habitan en condiciones únicas [13].

Factores de cambio global y transición económico-productiva hacia la sostenibilidad

El análisis de grandes fenómenos de cambio global, se complementa con el análisis de cómo este contexto está impulsando una transformación profunda de las lógicas económicas a nivel global, lo que se refleja en numerosos reportes internacionales, y que fue analizado en el marco de las orientaciones estratégicas del Consejo para la política de desarrollo económico sostenible[9].

La crisis planetaria, las crecientes demandas por inclusión, equidad y trato justo, las migraciones de personas en búsqueda de mejores oportunidades de vida, la escasez hídrica, la pandemia y los conflictos bélicos, entre otros factores, están cuestionando la legitimidad de los actuales sistemas productivos y de intercambio global y apelando a la transición hacia la sostenibilidad.

En el estudio sobre transiciones se reconoce a los cambios en el contexto como gatillantes de transformaciones a nivel de sistemas (alimentario, de salud, transporte, energético), pues desestabilizan el funcionamiento de éstos. En este caso las variables de contexto afectan a muchos sistemas de forma simultánea dada su transversalidad (e. interrupción de cadenas de suministro, inflación). Asimismo, se plantea que son los nichos de cambio, donde surgen prácticas emergentes, las semillas que permiten las transiciones en los sistemas[20], [21].

De acuerdo a los análisis realizados se pueden reconocer un conjunto de variables de contexto, nuevas condiciones y prácticas emergentes (Tabla 1), que surgieron del análisis de estrategias y documentos de prospectiva y anticipación elaborados por diez¹ Estados que promueven el desarrollo productivo sostenible, y de 19 organismos internacionales que acompañan este desarrollo y propician la colaboración global[9], [22], [23].

Tabla 1. Variables de contexto, nuevas condiciones y prácticas emergentes relacionadas con las transición económico-productiva hacia la Sostenibilidad

<i>Variables de contexto que se reconocen vinculadas a los desafíos actuales y futuros del desarrollo productivo</i>	<i>Nuevas condiciones para el desarrollo productivo generadas por los factores de cambio global</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Creciente preponderancia de China en Ciencia, Tecnología e Innovación - Crisis de la democracia - Crisis del costo de vida e incremento de la pobreza 	<ul style="list-style-type: none"> - Creciente demanda global de minerales críticos - Crisis de las cadenas de suministro globales - Desaceleración del comercio internacional

¹ La revisión incluyó reportes de países como Alemania, Australia, Canadá, China, Corea del Sur, Dinamarca, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos, Finlandia, Francia, India, Japón, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Reino Unido, Singapur, Suecia y Suiza, los que fueron seleccionados por ser líderes en la promoción del desarrollo productivo sostenible, permitiendo identificar tendencias globales, desafíos comunes y buenas prácticas en la transición hacia una economía más sostenible y resiliente.

<ul style="list-style-type: none"> - Estancamiento en el porcentaje de cobertura sanitaria universal - Eventos climáticos extremos y desastres naturales - Exigencia transversal en igualdad de género - Escasez de medicamentos - Incremento en el número de personas desplazadas forzosamente - Pérdida de biodiversidad y colapso de los ecosistemas - Riesgo inminente de una crisis global de escasez de recurso hídrico 	<ul style="list-style-type: none"> - Descenso en la Inversión Extranjera Directa (IED) - Incremento y volatilidad en el precio de las materias primas derivadas por factores geopolíticos - Nivel elevado de inflación subyacente - Obsolescencia de las redes de transmisión y distribución eléctrica - Políticas monetarias restrictivas - Tendencia ascendente de la deuda pública
<p><i>Prácticas emergentes para hacer frente a estas nuevas condiciones</i></p>	
<ul style="list-style-type: none"> - Auge de prácticas en economía circular - Crecimiento del regionalismo comercial - Diversificación de la matriz de proveedores energéticos - Establecimiento de estándares globales para reducir la contaminación a través de plásticos - Fomento de políticas de nearshoring - Gobernanza Social y Ambiental (ESG) en empresas - Implementación de medidas proteccionistas - Impulso a la movilidad sostenible e inteligente - Incorporación de la energía nuclear como fuente de energía vinculada al desarrollo sostenible 	

Fuente: Elaboración propia en base a Consejo CTCl, 2023[9] y Idom 2023[23].

A partir de estos análisis, el Consejo identificó tres grandes movimientos que buscan dar respuesta a este nuevo escenario: i) la transición hacia economías sustentables y energías limpias; ii) la demanda creciente por equidad y justicia social; iii) y el uso de la ciencia y las tecnologías como factor de resiliencia, competitividad, transformación hacia lo sostenible y de geopolítica. El mismo análisis permitió observar que, en general, estos tres movimientos se abordan de manera separada, y en cada uno de ellos existen ciertos focos que eclipsan otros aspectos críticos para la visión de sostenibilidad que se plantea en la Estrategia CTCl, que se comentarán en la descripción de cada uno de ellos.

Transición hacia economías sustentables y energías limpias

Respecto de la transición hacia economías sustentables y energías limpias, se identificaron diversos instrumentos que buscan demostrar su relevancia y fomentarla. Entre ellos destaca, el informe “El Futuro de la Naturaleza y las Empresas”[24], del *World Economic Forum (WEF)* que afirma que el 80% de la pérdida de biodiversidad se debe a tres sectores económicos: i) la alimentación, a través del uso de la tierra y los océanos, ii) las industrias extractivas y la energía,

y iii) las infraestructuras y el entorno construido (referido a la construcción y desarrollo urbano). También señala que las empresas, a través de sus operaciones y cadenas de suministro, afectan directamente a la naturaleza, y sus actividades pueden tener consecuencias perjudiciales y duraderas para ella.

En base a este tipo de diagnósticos se ha promovido la economía circular, la movilidad sostenible y, sobre todo, la transición hacia energías limpias. La revisión permitió observar que el foco más recurrente está puesto en la transición a energías renovables, impulsada a través de distintas estrategias e instrumentos públicos, vinculados a impuestos a las emisiones de carbono, reportes de sostenibilidad, y planes industriales y económicos comprometidos con la neutralidad climática, la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), el suministro de energías limpias a través de tecnologías e incentivos financieros, entre otros.

El rol clave de Latinoamérica y el Caribe y de Chile, en el suministro de minerales críticos esenciales para la descarbonización, como cobre, litio, zinc, níquel, hierro, manganeso y tierras raras, también fue destacado en los reportes del BID, la CEPAL y la UNCTAD, que coinciden en sus beneficios para la región, a partir de la transición energética[23].

Del análisis de este movimiento se desprende que la predominancia de las agendas de cambio climático y transición energética sustentable, claramente necesarias, está obviando aspectos críticos como la conservación de la biodiversidad y sus ecosistemas, o la generación de desechos y contaminantes -que también se generan en las energías renovables-, que dan cuenta de la “huella material”, tan relevante como la huella de carbono. Los esfuerzos internacionales asociados al enfoque de capital natural, que da cuenta del aporte de la naturaleza al bienestar de la economía y la sociedad, son una oportunidad para integrar una mirada más amplia y realista, ya que basan sus fundamentos en el funcionamiento de los sistemas vivos.

Aumento de la Demanda por Equidad y Justicia Social

En relación al aumento de la demanda por equidad y justicia social, ésta aparece como una dimensión recurrente en los diferentes informes desde la perspectiva de abordar el impacto económico en estas dimensiones dentro de grupos sociales de los países, entre regiones de un mismo país e incluso en el equilibrio entre países.

Existe un reconocimiento generalizado de que los desafíos globales, como la crisis alimentaria, energética y financiera, así como el aumento de desplazamientos forzados debido a conflictos y eventos como la invasión rusa de Ucrania, han debilitado las democracias, incrementado la desconfianza en las instituciones, abogando por un “Nuevo Contrato Social” que aborde las desigualdades, la corrupción y el cambio climático[25]. Esto está integrado en los reportes de futuro de Canadá[26], de Singapur[27], de la UE[12], y de Australia[28]. El tema de la desigualdad es el más recurrente, y en varios se reconoce explícitamente el contexto social y político, identificando como factores que obligan a una transición hacia la sostenibilidad: la presión que las poblaciones más envejecidas ponen sobre las ciudades, la infraestructura y los servicios públicos; la confianza decreciente en gobiernos y empresas que dificulta el alcance de

consensos; y la necesidad de cohesión social para que los avances y el crecimiento económico se traduzcan en mejoras en la calidad de vida de toda la sociedad.

A esto se suma la consideración del enfoque de género de manera general y, en varios reportes, la necesidad de asegurar acceso a la salud a raíz de la experiencia de la pandemia del COVID-19 y su impacto en inequidad.

Varios organismos internacionales señalan la amenaza del aumento de la pobreza. El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)[29] advierte sobre un aumento significativo en los países en desarrollo, vinculado a las altas tasas de inflación desde marzo de 2022, estimando que afectó a 71 millones de personas. El Banco Mundial señala que la tendencia positiva de reducción constante de la pobreza extrema se interrumpió en 2020 debido a la crisis de la pandemia por COVID-19, los conflictos geopolíticos y los efectos del cambio climático, lo que afectó especialmente a mujeres, jóvenes y personas que trabajan informalmente, exacerbando la desigualdad. Proyecta que, aunque la pobreza mundial ha retomado su descenso, entre 75 y 95 millones más de personas podrían vivir en la pobreza extrema debido a los efectos persistentes de la pandemia, la guerra en Ucrania y el aumento de la inflación.

La pobreza se relaciona también, de manera dramática con la migración involuntaria y el aumento en el número de desplazados debido a los conflictos, la inseguridad económica y el cambio climático[30]. A finales de 2022, se registraron 108,4 millones de personas desplazadas por conflictos, persecuciones y violaciones a los derechos humanos -muchas veces dentro de sus propios países-, marcando un aumento de 19 millones respecto al año anterior. Pero también fruto de desastres naturales, que provocaron 32,6 millones de desplazamientos internos en 2022.

Otras dos implicancias de la pobreza que también se señalan en los reportes son la falta de energía y la escasez de agua. El Banco Mundial[31], señala el rol esencial de la energía para el desarrollo y la creación de empleo, pero alerta que cerca de 733 millones de personas carecen de acceso a la electricidad en todo el mundo, proyectando que, al ritmo actual, 670 millones seguirán sin electricidad para 2030. Las crisis energéticas recientes, impulsadas por la pandemia y la guerra en Ucrania, han provocado un aumento en los precios de los combustibles, afectando a países en desarrollo, especialmente a importadores de energía. Estos enfrentan racionamientos y mayor pobreza, con 90 millones de personas en Asia y África que, tras haber obtenido acceso a la electricidad, no pueden pagar sus necesidades energéticas básicas.

Respecto del agua, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) alerta sobre un inminente riesgo de crisis mundial, señalando que entre dos mil y tres mil millones de personas en el mundo ya sufren escasez hídrica. Actualmente, el 26% de la población mundial carece de acceso a agua potable, y el 46% no dispone de saneamiento seguro. Se prevé que la población urbana que enfrenta escasez de agua se duplique de 930 millones en 2016 a 1700-2400 millones en 2050. La creciente incidencia de sequías extremas y prolongadas también está afectando a los ecosistemas, con consecuencias perjudiciales para la flora y fauna, y en América Latina en particular, se prevé que la escasez de agua ganará protagonismo en las cuestiones políticas[32].

Finalmente, otra forma en que los temas sociales aparecen en los informes revisados es a través de los criterios ESG (Environmental, Social y Governance), que incluyen aspectos como el impacto ambiental, la relación con la sociedad y la transparencia corporativa, y que se alinean a los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). El PNUD[33] en un reporte dedicado a este tema destaca la importancia de que se estén adoptando nuevas regulaciones que incrementan las exigencias sobre las empresas en materia de sostenibilidad, planteando la pregunta de si se está comunicando adecuadamente su valor real, especialmente en el contexto del crecimiento sostenible.

Es necesario señalar que a pesar del aumento en la demanda por equidad y justicia social, el análisis realizado, muestra que la consideración de las variables asociadas a este movimiento son mucho menos consideradas en los criterios de evaluación de instrumentos de inversión desarrollados para fomentar la transición hacia la sostenibilidad, que la consideración de las variables vinculadas a la preocupación ambiental[33].

Uso de la ciencia y las tecnologías como factor de resiliencia, competitividad, transformación hacia lo sostenible y de geopolítica

La mayor relevancia de la ciencia y las tecnologías como factor crítico para este escenario de grandes transformaciones se vincula a la noción de resiliencia² vinculada al rol crucial de las tecnologías para hacer frente a las crisis globales y los cambios a nivel geopolítico.

La emergencia climática y planetaria requiere una transformación total de los sistemas sociotécnicos³ en áreas como energía, agroalimentos y movilidad, pero también la pandemia y los conflictos bélicos recientes han demostrado la necesidad de desarrollar la capacidad de resiliencia y adaptación a estos *shocks* dentro de cada país, e incluso a niveles locales dentro de los países. Para ambos retos, se resalta el aporte crítico de la ciencia, la tecnología y la innovación[10].

Diversos análisis reconocen que la cooperación internacional, crucial para este fin, se ve desafiada por tensiones geopolíticas y competencia estratégica en tecnologías emergentes claves[9], [10].

Se reconoce también el cuestionamiento actual a un sistema multilateral de comercio basado en la visión del fomento de la interdependencia entre las economías[34] que releva la dimensión geopolítica de la tecnología. Las crisis recientes, como la pandemia del COVID-19 y la guerra de Ucrania, han alimentado la percepción de que la globalización expone a las economías a riesgos excesivos, y han propiciado que haya cobrado fuerza una narrativa de escepticismo comercial,

² Se entiende por resiliencia a la capacidad de un sistema para hacer frente a diferentes situaciones de cambio, recuperarse, adaptarse y/o reconstruirse para retomar un curso de actividad que promueva el bienestar de la sociedad.

³ Estos consisten en (redes de) actores (individuos, empresas y otras organizaciones, actores colectivos) e instituciones (normas sociales y técnicas, reglamentos, estándares de buenas prácticas), así como artefactos y conocimientos materiales.

que sugiere que el comercio internacional es un obstáculo para construir un mundo más seguro, inclusivo y sostenible.

La independencia económica se ha revalorizado, y las corrientes comerciales de mercancías entre ciertos bloques han crecido entre un 4% y un 6% más lento que dentro de otros. Esto es indicio de un cambio hacia la localización del comercio por afinidad geopolítica o “*nearshoring*”. Son cada vez más frecuentes las medidas políticas que buscan la alianza entre países para proteger sus cadenas de suministro y tecnologías críticas, controlar la exportación de tecnología y asegurarse los suministros a través de proveedores cercanos geográficamente, lo que tiene fuertes implicaciones para el desarrollo tecnológico y la necesidad de diversificación y sofisticación de la economía dentro de cada país[9].

2.2 Rol de la CTCl en el contexto actual y futuro

Marcos de Política CTCl

El escenario de grandes transformaciones que se busca resumir en la sección anterior, genera un nuevo entorno para la CTCl. La importancia de reconocer este escenario no es menor, ya que éste incide en la valoración, las políticas y las lógicas de generación y uso del conocimiento.

El análisis de la evolución de los marcos de política CTCl, permite observar cómo dichos marcos están determinados por el contexto histórico y la comprensión del rol social de la CTCl en ese contexto. Entendemos un marco de política como el encuadre bajo el cual se definen objetivos de política pública, se comprenden los procesos y se moldean expectativas sobre potencialidades y oportunidades. Estos inspiran la creación de instrumentos de política en CTCl, tales como la creación de subsidios, incentivos, normativas, entre otras intervenciones desde el Estado, los que a su vez influyen en las lógicas y organización de la generación y uso del conocimiento[35].

Los marcos de política CTCl no siempre son explícitos, de hecho, van sobreponiéndose, dada la vigencia de algunos elementos de cada uno, y la propia inercia en el ejercicio de la política pública. Así, las actuales políticas de CTCl en el mundo y en Chile, suelen ser una mezcla de enfoques e instrumentos, que buscan la complementariedad para ir haciéndose cargo de nuevos desafíos y contextos epocales y locales de cada país o territorio.

Desde las políticas de CTCl que vienen del campo de la economía y que han sido desarrollados, fundamentalmente en Estados Unidos y países de Europa, pero con una fuerte influencia en las políticas de Latinoamérica y de Chile, se reconocen tres marcos de política CTCl, que dan cuenta de los contextos históricos y paradigmas dominantes[36].

Estos son:

- Marco 1: Innovación para el crecimiento económico,
- Marco 2: Sistemas de innovación
- Marco 3: Innovación transformativa.

Estos se describen a continuación a partir de un análisis previo publicado por el Consejo sobre marcos de política CTCI[35].

Marco 1: Innovación para el crecimiento económico

Este tiene como principal objetivo de la CTCI el crecimiento económico, y surge posterior a la Segunda Guerra Mundial, desde la premisa que la ciencia y la tecnología, claves para la guerra, podían ser también críticas para la reactivación económica. El apoyo gubernamental a la CTCI busca la generación de industrias basadas en conocimiento y tecnología y una mejora sostenida en la productividad de las empresas.

La generación de conocimiento que puede asociarse a este marco, se produce en ambientes académicos disciplinares, que se plantean problemas e interrogantes a resolver que son de su propio interés. Estos ambientes tienden a ser homogéneos y con una organización jerárquica rígida. Por su parte, el modelo de innovación que se adopta supone un proceso lineal que parte de la investigación básica, pasando a la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico, la innovación, para terminar en la comercialización.

El proceso es guiado por la ciencia (*science push*), asumiendo que a través de la comercialización del descubrimiento científico se crearían nuevas oportunidades de negocio y existirían mejoras en la productividad, lo que aportaría al crecimiento económico en el largo plazo. Se plantea que pueden existir consecuencias negativas de la CTCI, pero se asume que se pueden remediar generando el conocimiento científico que falta. Así, la regulación se aplica más bien en una etapa posterior al proceso de investigación, cuando surgen problemas a nivel de adopción y uso.

En términos de actores, se plantea una clara diferenciación de roles y responsabilidades. Los investigadores buscan el avance del conocimiento científico (atendiendo incidentalmente al valor comercial potencial de su descubrimiento), publican su trabajo y asumen que aquellos que utilicen este conocimiento lo harán de forma responsable. El sector público financia la investigación, regula que la ciencia sea abierta y promueve una conducta ética de la comunidad científica. Se espera también que el sector público ofrezca los medios para identificar problemas que surjan de la aplicación del conocimiento y refiera estos problemas a expertos que puedan entregar soluciones y eventualmente regulaciones. El sector privado por su parte, tiene el rol de transformar el descubrimiento científico en innovación que llegue al mercado y contribuya en el largo plazo al crecimiento económico.

Son propios de este marco los instrumentos de financiamiento a la I+D (por curiosidad o por misión, tales como “la llegada del hombre a la luna”) y aquellos que buscan estimular esta actividad en las empresas a través de incentivos tributarios, subsidios directos y condiciones favorables. A nivel global, se releva como un importante indicador de desempeño, el porcentaje de gasto en I+D tanto público, como privado. También se fortalecen las políticas de protección de propiedad intelectual para diferenciar la labor de la investigación científica como bien público y la apropiación por parte de los privados a través del patentamiento y la comercialización. A nivel de la educación, se promueven las carreras científicas y tecnológicas, lo que ha continuado vigente, con un énfasis en *STEM* (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), ya que asegurar una cantidad importante de investigadores en estas áreas se considera crítico para el crecimiento económico basado en el avance científico.

La investigación orientada por misión en este enfoque, es motivada por el prestigio nacional, competencias ideológicas con otros países y la promesa de un retorno social y económico a la inversión. Estos esfuerzos fueron, en algunos casos, la continuación de la inversión de los gobiernos en I+D para actividades militares, considerando que las tecnologías para la guerra que siguieron siendo desarrolladas (como misiles, jets y armas) podían también ser adaptadas para el uso de civiles (como ocurrió con los computadores).

Marco 2: Sistemas de innovación

En este marco de política CTCl, que surge en el mundo globalizado de la década de los 80’ como respuesta a las diferencias en el crecimiento económico de los distintos países al intensificarse la competencia internacional, la competitividad es el objetivo central.

El cierre de las brechas entre los países de mayores ingresos y aquellos de menores ingresos estaba ocurriendo de forma mucho más lenta que lo que podía explicarse usando la premisa del marco anterior -que el conocimiento científico y tecnológico era un bien público global, en principio disponible para todos-. El “*catching up*”⁴ global como resultado de la transferencia de conocimiento y tecnología no ocurría (con excepciones en Asia) y el modelo de innovación lineal resultaba insuficiente para dar cuenta de este fenómeno.

En este marco, el modelo de producción del conocimiento asume formas de producción más diversas y con más actores, ya que integra el rol de la demanda en la generación de conocimiento (*market pull*), y reconoce con más fuerza los roles asociados a transferencia tecnológica, propiedad intelectual y capital de riesgo. Se plantea que el conocimiento no sólo se produce mediante la investigación básica, sino que también y crecientemente en el contexto de su aplicación; el que distintas disciplinas pueden asociarse en la generación de nuevo conocimiento; y el que existe heterogeneidad y diversidad organizacional, y también mayor necesidad de “*accountability*” para hacerse cargo de preocupaciones éticas y medioambientales.

⁴ Catch-up se refiere a la capacidad que tienen las economías o países en desarrollo de cerrar la brecha con los países desarrollados en términos de productividad, ingreso y desarrollo tecnológico.

En cuanto al modelo de innovación, se desafía el supuesto de linealidad entre investigación e innovación, asumiendo que el conocimiento se genera a través de la interacción entre los distintos actores, y que estos a su vez son más diversos. La innovación implica un proceso de aprendizaje interactivo y la construcción de capacidades para absorber y adaptar el conocimiento, las que a menudo son influenciadas por la proximidad física y cognitiva. El buen desempeño radica en la alineación de los objetivos y capacidades de los distintos actores.

Cuatro ideas son fundamentales en este enfoque: (i) el conocimiento científico tecnológico no viaja libremente entre distancias geográficas y culturales ya que posee elementos tácitos importantes (no se transfiere fácilmente como un bien público global)[37], (ii) la capacidad de incorporar el conocimiento de una red global depende de las capacidades de absorción, lo que requiere de experiencia previa en investigación semejante y en su aplicación, (iii) las capacidades de absorción son capacidades sociales que derivan no sólo del nivel de educación sino que también su cualidades y de la capacidad de emprendimiento, (iv) el carácter del cambio tecnológico se reconoce como acumulativo (*cumulative*) y dependiente de una trayectoria (*path-dependency*), lo que explicaría el alto costo de saltar de una estructura productiva a otra[38].

El concepto de “sistemas de innovación” recoge las ideas descritas anteriormente y define a los sistemas nacionales de innovación como “sistemas abiertos, evolutivos y complejos que abarcan las relaciones dentro y entre organizaciones, instituciones y estructuras socioeconómicas que determinan la velocidad y la dirección de la innovación y el desarrollo de competencias que emanan de procesos de aprendizaje basados en la ciencia y la experiencia”[39]. Un sistema de innovación describe las distintas configuraciones y dinámicas de las organizaciones que generan y utilizan el conocimiento científico y tecnológico. La idea central es que existen configuraciones (sistemas de innovación) más efectivas que otras, las que explican fuertemente las diferencias de desempeño en distintos lugares del mundo.

La competitividad de los países asiáticos como Japón y Corea se explicaba entonces, por las características de sus sistemas de innovación. Esta aproximación ha sido usada para integrar el componente territorial, por ejemplo, para analizar y potenciar sistemas a distintas escalas (nacional, regional, local, etc.).

Los actores que se reconocen en el sistema de innovación son los mismos que en el caso anterior, pero se pone énfasis en los vínculos, la coordinación y colaboración entre éstos para hacer el sistema más eficiente. Se destaca la importancia de la relación entre los productores y usuarios del conocimiento y la tecnología, siendo los usuarios llamados a entregar *input* en el proceso de investigación y desarrollo que se genera tanto en universidades como en empresas.

Surge el concepto de “triple hélice” que se refiere a la naturaleza interrelacionada del gobierno, la industria y los esfuerzos de investigación de las universidades en este sistema[40]. Un elemento importante de la triple hélice es la premisa de que las universidades deben ser más

emprendedoras, permitiendo la creación de nuevas empresas y *spinoff*⁵ y licenciando tecnología⁶ producida a través de la investigación.

En este marco, la política de CTCl se centra no sólo en el financiamiento, sino en la creación de vínculos, agrupaciones (*clusters*-polos) y redes, en estimular el aprendizaje entre los componentes de los sistemas, y en posibilitar el emprendimiento. En términos de gobernanza se estimulan las alianzas entre los actores del sistema de innovación que no se producen de manera espontánea, para evitar “fallas sistémicas” como la falta de cooperación y coordinación.

Un instrumento utilizado frecuentemente ha sido la construcción de polos tecnológicos y consorcios científicos-tecnológicos donde se reúnen capacidades y se conforman redes. La prospectiva también ha sido usada como una herramienta para una mejor comunicación, una coordinación más efectiva y la construcción de consenso y compromiso entre los actores.

Son comunes también las políticas que apoyan el emprendimiento y la generación de nuevas empresas de base tecnológica, ya que se busca generar capacidades para absorber y utilizar el conocimiento y la tecnología. Hay, además, un renovado foco en temas de transferencia y adopción de tecnología, enfatizando la conexión entre la oferta y la demanda (desde el Estado y desde privados) y las formas en que los actores del sistema se coordinan. Existen políticas de educación y preparación de la fuerza laboral para apoyar la capacidad de absorción de las empresas y otras organizaciones.

Surgen, además, iniciativas tales como las becas de postgrado en el extranjero para que las personas que vayan a formarse puedan hacerse del conocimiento y *know-how* y traerlo al país. También la promoción de la inversión extranjera directa como forma de traer conocimiento y *know-how* tecnológico.

Marco 3: Innovación para la transformación

Finalmente, en este marco emergente, se plantea como objetivo de política el desarrollo sostenible. Plantea explícitamente que la CTCl debe contribuir a abordar los problemas sociales (desigualdad, pobreza) y medioambientales contemporáneos (crisis climática y ecológica), por ejemplo, aquellos que se plantean en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Para ello, considera la participación de todos los miembros de la sociedad: empresas, academia, sector público, ONG, sociedad civil, entre otros.

⁵ Un *Spinoff* es una empresa que se deriva de otra organización. La organización principal puede ser una empresa, una universidad, un instituto de investigación, entre otros. En general, este tipo de empresas trata de aprovechar alguno de los recursos de la organización principal para buscar nuevas oportunidades de negocios. Algunos de estos recursos pueden ser el talento, los conocimientos o la tecnología

⁶ Licenciar tecnología es el contrato tecnológico por el que se transfiere, mediante un cobro, el derecho de utilización de la tecnología cedida, inscrita o no en el Registro de la propiedad industrial.

Se observa una agenda política social más amplia en esta materia desde mediados de la década de 2000, estimulada por la aparición de desafíos globales como el cambio climático, la escasez de recursos y el envejecimiento de la población. Se cuestiona la capacidad de los diseños de políticas de sistemas de innovación establecidos para lidiar con la no linealidad y las bifurcaciones de los desafíos sociales[41], y se argumenta que los enfoques anteriores están dirigidos principalmente a optimizar el “ecosistema” de innovación para fortalecer su capacidad de innovar y cumplir los objetivos de la política económica. El giro normativo que aquí se propone es que la política CTCI induzca la direccionalidad estratégica y guíe los procesos de cambio transformador hacia los objetivos societales deseados[42].

Una de las principales diferencias con los marcos de política anteriores, es que aquí la inversión en CTCI no se entiende *per se*, como algo esencialmente positivo, sino que llama a preguntarse si está conduciendo a una trayectoria de desarrollo deseada. Se plantea que la tecnología y la innovación aportan hoy en día, a sistemas de producción en masa, intensivos en uso de recursos y basados en combustibles fósiles, no compatibles con el desarrollo sostenible. Además, aparecen cuestionamientos respecto de si la inversión en CTCI reducirá las inequidades o ayudará a resolver problemáticas sociales, planteando incluso que podrían profundizarlas si sólo un segmento de la población recibe los beneficios principales de estas inversiones.

Su planteamiento surge de la mano de la investigación en estudios de transiciones hacia la sostenibilidad y, en base a estos, apuesta por transformar los sistemas sociotécnicos actuales, entendiendo por éstos aquellos que cumplen funciones para la sociedad como movilidad, comunicación, vivienda, entre otras. Estos consisten en (redes de) actores (individuos, empresas y otras organizaciones, actores colectivos) e instituciones (normas sociales y técnicas, reglamentos, estándares de buenas prácticas), así como artefactos y conocimientos materiales[43]. En el último tiempo se ha intentado ampliar este concepto a sistemas socio-eco-técnicos para relevar la importancia de los sistemas ecológicos[44].

La transformación de sistemas socio-eco-técnicos, que propone este marco, es diferente al desarrollo de una solución tecnológica radical, ya que se trata de un cambio de enfoque que involucra la creación de nuevos sistemas que combinen formas de organización, tecnologías, cambios de conducta, planificación, entre otros. Esto implica que el cambio tecnológico, social y de comportamiento debe ocurrir de forma interrelacionada.

Otra diferencia importante con los marcos anteriores es que en este no se asume que las innovaciones y el cambio de sistemas sociotécnicos provendrán necesariamente de los países más desarrollados, o que otros países necesitan ponerse al día con esas innovaciones (“*catching up*”). Por el contrario, asume que todos los países están en posición de experimentar y contribuir al cambio transformador y que el aprendizaje mutuo puede ser beneficioso.

También es un aspecto diferenciador respecto del modelo de innovación del marco 1: innovación para el crecimiento y 2: sistemas de innovación, es que éstos ven las metas sociales y ambientales como alcanzables a través del crecimiento económico y la posibilidad de redistribución de los excesos generados por las mejoras en productividad, así como por la

capacidad de regular las externalidades al servicio de metas sociales y ambientales. En contraste, este nuevo enfoque hace una crítica al modelo económico actual. Se propone deliberar y explorar estas metas sociales y ambientales y sus valores subyacentes para generar procesos de cambio sistémico.

Si bien existe un claro direccionamiento a objetivos de desarrollo sostenible, el modelo de innovación que subyace a este enfoque es experimental, ya que se reconoce que no se sabe cuál es el camino más adecuado para el propósito a cumplir, o si el modelo es factible en aplicaciones a gran escala. Para lograr el objetivo transformador de la CTCl, se argumenta la necesidad de posibilitar el desarrollo de nichos de cambio (nuevas configuraciones sociotécnicas) que puedan escalar y/o replicarse para generar cambios a nivel sistémico y así abrir nuevas trayectorias de desarrollo.

Este marco apunta a generar cambios desde abajo (*“botom up”*), por lo que releva en especial el empoderamiento de comunidades y actores tradicionalmente excluidos, que son relevantes en las transformaciones que se quieren lograr. En esta misma línea, se sugiere que “...al reconocer la necesidad de un cambio transformador a nivel del sistema sociotécnico se requiere que la política de CTCl abarque diversas formas de innovación en el desarrollo tecnológico, social e institucional, que van desde lo incremental a lo radical, y desde bajo nivel tecnológico a alto. Esto incluye muchas otras formas de innovación, como la innovación social, la innovación inclusiva y la innovación de base (*“grass root innovation”*)” [45]. Se reconoce, además, la necesidad de agendas de I+D+i transdisciplinarias, es decir, donde se combinan distintas disciplinas, tipos de conocimiento y actores.

Una de las manifestaciones de este marco ha sido el adoptar el concepto de desafíos o misiones, dirigidas al cumplimiento de objetivos de desarrollo sostenible. Sin embargo estos enfoques son complejos de implementar y han tenido resultados mixtos[46]. Dado el énfasis más experimental de este marco de política, se requiere de pilotos donde se vayan testeando caminos para la transformación, promoviendo y protegiendo espacios donde emerjan nuevas prácticas (nichos de cambio). Esto tensiona la forma tradicional de hacer políticas públicas ya que posee un enfoque más experimental. Además, algunos autores critican el marcado énfasis en transformaciones de abajo hacia arriba *“botom up”*, que puede no dar la relevancia necesaria a actores tradicionales en el ecosistema CTCl como son las empresas. Sin embargo, esta crítica ha sido abordada planteando la necesidad de desarrollar inversiones transformativas[35], [47].

El contexto actual previamente descrito y la aparición de nuevos marcos de política en respuesta a éste, derivan en nuevas demandas para la CTCl.

Tres nuevas demandas para la CTCl

El nuevo contexto de grandes transformaciones está desafiando a la CTCl. Se reconoce su rol crítico para la transición social, económica y ambiental a la que estamos llamados, pero también

la necesidad de revisar si las actuales lógicas de generación y uso del conocimiento, y de las políticas en estas materias están permitiendo o no materializar esa contribución.

Se pueden identificar al menos tres contribuciones esenciales: i) aportar en la transición hacia modelos de desarrollo sostenibles; ii) constituirse en un factor clave en la resiliencia de los países frente a disrupciones como pandemias, conflictos bélicos y aumento de eventos climáticos extremos; y iii) conformar una base de comprensión y generación de nuevas oportunidades para generar desarrollo y bienestar social.

Transición hacia modelos de desarrollo sostenible

La **transición hacia modelos de desarrollo sostenible** implica más que una transformación de la economía hacia modelos “más verdes” basadas en tecnologías verdes, una completa transformación de los sistemas que nos proveen alimentos, salud, educación, energía, etc. Ello requiere de la CTCl la generación de conocimiento para comprender los sistemas socioecológicos sobre los cuales se asientan las actividades humanas y los diversos fenómenos que nos afectan. También llama al desarrollo y adopción de tecnologías transformadoras, que sean sostenibles y adecuadas para el contexto. Las tecnologías y la innovación, para poder transformar los sistemas, requerirán ir de la mano con cambios a nivel de normas sociales y técnicas, reglamentos, estándares de buenas prácticas, infraestructura y tecnologías habilitantes, entre otros elementos del sistema. Un ejemplo de estos cambios es el desarrollo de nuevas formas de relación con las comunidades y la naturaleza para el desarrollo de las actividades económicas.

Esta visión sistémica e integral que integra las dimensiones ambientales, sociales y económicas necesita de distintas disciplinas, tipos de conocimiento y saberes, que se complementen y retroalimenten en *pro* de objetivos comunes.

Resiliencia frente a disrupciones

La **resiliencia** que se requiere para enfrentar disrupciones globales y locales, supone un fortalecimiento del desarrollo científico y tecnológico local, siendo una fuente para el desarrollo de industrias y capacidades locales indispensables para dotar de cierta autonomía los sistemas y servicios básicos para la vida social. Las crisis que se han vivido han derivado en la interrupción de cadenas de suministro, relevando la importancia de fortalecer las capacidades que aseguren la provisión local de servicios básicos y/o estratégicos dependientes de la tecnología (alimentación, energía, transporte, vacunas, entre otras), y el desarrollo local de tecnologías críticas. Esto, como se señaló anteriormente, también tiene implicancias geopolíticas y en muchos informes surgen la idea de buscar alianzas con países afines, y países cercanos, lo que es conocido como “*nearshoring*”.

Base de comprensión y generación de nuevas oportunidades para el desarrollo y bienestar

Finalmente, la posibilidad de **aportar una base de comprensión y generación de nuevas oportunidades de generar desarrollo y bienestar social**, se refiere a la generación de conocimiento, a través de la investigación, para ampliar nuestra comprensión de los desafíos de nuestra época. También a aprovechar la tecnología e innovación, que se desarrolla para enfrentar desafíos del desarrollo sostenible, como una posibilidad de diversificar la economía, generando beneficios a escala local basados en CTCI.

Estos roles requieren de nuevas formas de creación y vinculación del conocimiento, que llaman a la transdisciplinariedad, a modelos colaborativos más que competitivos, al reconocimiento de nuevas formas de medición de los resultados y contribuciones del mundo científico. Son también la oportunidad de reconocer y valorar la enorme y diversa riqueza del patrimonio natural y cultural de nuestro país, para protegerlo y potenciarlo, suscitando orgullo y sentido de pertenencia, así como oportunidades de desarrollo local en base a nuestras ventajas únicas.

3. ANÁLISIS DEL ECOSISTEMA CTCl DE CHILE PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

En esta sección se describe el concepto de Ecosistema de CTCl y los principales atributos de este ecosistema considerando habilitar su rol central en la transición hacia un desarrollo sostenible.

A continuación, se realiza un análisis del Ecosistema CTCl nacional, mediante una caracterización de los distintos tipos de actores que lo componen, sus atributos y un análisis de las conexiones entre ellos. Esta sección no pretende ser un análisis integral de todo el ecosistema, sino que enfocarse en ciertos aspectos, que, de acuerdo a la información disponible, entreguen algunas pistas respecto del estado del Ecosistema CTCl nacional en elementos centrales para habilitar su contribución al desarrollo sostenible.

3.1 La lógica de un Ecosistema CTCl versus Sistema CTCl

Como se señaló anteriormente, en los estudios y la investigación en materia de innovación se ha avanzado desde una comprensión lineal de la CTCl, donde los procesos de investigación, desarrollo e innovación se entendía ocurrían de forma lineal secuencial, a una visión sistémica. En esta comprensión sistémica, el conocimiento, la tecnología y la innovación se generan a través de la interacción entre los distintos actores (cada vez más diversos), en múltiples formatos, direcciones y combinaciones posibles, y no necesariamente de forma lineal en etapas. Se reconoce además que el sistema CTCl está inmerso en contextos particulares (económicos, sociales y ambientales) propios de cada país y territorio, que serán determinantes en su funcionamiento. Es por ello que se habla en la literatura de sistemas regionales o locales de innovación[48].

Esto se ha capturado en el concepto de sistemas de innovación, que se pueden definir como *“sistemas abiertos, evolutivos y complejos que abarcan las relaciones dentro y entre organizaciones, instituciones y estructuras socioeconómicas que determinan la velocidad y la dirección de la innovación y el desarrollo de competencias que emanan de procesos de aprendizaje basados en la ciencia y la experiencia”*[39].

En la Estrategia del Consejo Nacional de CTCl se adopta esta comprensión sistémica y se utiliza el concepto Ecosistema CTCl (en vez de Sistema de Innovación)⁷. El uso del término “ecosistema” busca hacer un paralelo con las características de los ecosistemas naturales. Con ello, se enfatiza el valor de la diversidad de actores, la interdependencia entre los múltiples elementos del sistema y la complejidad de sus interacciones, su coevolución y la vinculación con

⁷ El uso de la sigla CTCl en Chile en su institucionalidad pública responde al objetivo de hacer visible las actividades de generación de conocimiento a través de la investigación (en todas las áreas de conocimiento), al desarrollo tecnológico, al igual que a las actividades de innovación.

el contexto particular (económico, social y ambiental) que es el “sustrato” en que se inserta, todas éstas, características propias de los ecosistemas naturales.

En la misma Estrategia, esta comprensión se plasma planteando que *“lo esencial en el Ecosistema [CTCl] 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 emprendedores, o desde todos ellos hacia quienes lo crean, a partir de nuevas preguntas que éstos plantean” ... “Su lógica de operación [de la CTCl] 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”*[1].

Una consecuencia central en el uso del concepto Ecosistema CTCl es que la forma de analizarlo (ya sea para monitorear o evaluar el desempeño de las intervenciones en él) debe considerar su complejidad y dinamismo. Para ello, se deben tomar en cuenta sus diversos componentes (ej. actores, organizaciones, redes, infraestructura, artefactos, recursos, normas, estándares...) y capturar las formas en que estos componentes interactúan. Al mismo tiempo, es insuficiente el monitorear y evaluar *inputs* (ej. como financiamiento, personas dedicadas a CTCl) y *outputs* (ej. publicaciones, patentes). Es necesario contar con mecanismos que den cuenta de otros aspectos, como, por ejemplo, las interacciones dentro del ecosistema CTCl (ej. creación y solidez de redes de colaboración, diversidad de las redes, conexión con la sociedad y sus intereses, etc.). También implica el tener especial cuidado en el uso de *rankings* y *benchmarks*, tomando en cuenta las diferencias de contexto de los países, territorios y/o grupos comparados, pues el contexto es determinante en el funcionamiento de un Ecosistema CTCl[48].

En lo teórico se ha adoptado esta comprensión más amplia de Ecosistema CTCl, asumiendo que es necesario no sólo enfocarse en proveer más *inputs* al sistema, sino que también el mejorar de su funcionamiento. Sin embargo, la teoría no se refleja en las prácticas de monitoreo y evaluación. Los mecanismos y metodologías actualmente utilizados se enfocan en medir y evaluar *inputs* y *outputs*, como la cantidad de investigadores-as, financiamiento, publicaciones y patentes. Contamos con pocos mecanismos que den cuenta de las interacciones dentro del Ecosistema CTCl o de su vinculación con los contextos particulares en que se inserta (ej. valoración de la CTCl por parte de la ciudadanía, pertinencia territorial de las temáticas que se investigan). Este es un desafío para las actividades de monitoreo y evaluación, que ha sido relevado en múltiples documentos del Consejo CTCl[5], [49] y trabajos en curso⁸.

⁸ El Consejo CTCl, a través del equipo de la Secretaría Ejecutiva, está trabajando en un proyecto para generar orientaciones y desarrollar capacidades para la evaluación sistémica e integral de políticas de CTCl, en alianza con los ministerios de ciencia y economía, la Dirección de presupuesto (Dipres), y la

El incorporar la comprensión de Ecosistema CTCI, sus atributos y funcionamiento, es particularmente importante para monitorear y evaluar un ecosistema que tenga un rol central en el desarrollo sostenible. Es necesario, por una parte, tomar en cuenta que las contribuciones que la CTCI provee son más amplias al integrar dimensiones no sólo económicas (aumento de la productividad y competitividad) sino también dimensiones sociales y ambientales. Por otra parte, existen atributos centrales que debe tener un Ecosistema CTCI para contribuir al desarrollo sostenible a considerar adicionalmente a la robustez del ecosistema. Dentro de estos: su diversidad; conexión y articulación; distribución territorial; y direccionamiento. Todas estas características están interrelacionadas y en algunos casos interdependientes. A continuación, se describe qué significa cada una y su importancia.

Atributos del Ecosistema CTCI

Diversidad

La contribución de la CTCI al desarrollo sostenible requiere de un sistema con actores diversos, que cumplen diferentes roles y aportan distintos conocimientos, saberes y experiencia en el desarrollo de las actividades de investigación, desarrollo e innovación.

El aporte de la CTCI al desarrollo sostenible requiere de nuevas formas de producción de conocimiento y desarrollo de tecnología en innovación. En muchos casos, el abordar desafíos complejos requiere de enfoques transdisciplinarios, es decir, además de la integración de distintas ciencias (sociales, naturales, médicas, etc.) con las humanidades, eliminando las fronteras entre éstas, la incorporación de conocimiento que proviene de otros actores “no académicos”, estableciendo objetivos comunes y promoviendo el desarrollo de conocimiento y teorías integradas entre las ciencias y la sociedad[50]. Este enfoque requiere fortalecer las distintas disciplinas del saber y habilitar espacios de co-creación, donde pueden participar actores diversos, tanto del mundo académico, empresarial, del emprendimiento, de la comunicación y divulgación, de la sociedad civil, del sector público, entre otros. La existencia de plataformas de colaboración público-privada y una interacción temprana con las comunidades del territorio para el desarrollo de tecnologías e innovación permite que se genere pertinencia, desarrollo local e integración de distintos tipos de conocimientos.

La inclusión de actores diversos, además de permitir integrar distintas perspectivas, conocimientos y experticia para enfrentar desafíos económicos, sociales y ambientales que son complejos, fortalece la capacidad de abordar escenarios de alta incertidumbre. La consideración de otras fuentes de conocimiento, como los conocimientos locales y basados en la práctica y experiencia, abarca el conocimiento de los pueblos indígenas, que desde su conexión espiritual

Comisión Nacional para la Evaluación y la Productividad (CNEP), con apoyo técnico del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Ver Anexo 1 para más detalles.

con la tierra y su ocupación ancestral, han desarrollado un complejo cuerpo de conocimientos respecto a la relación de sus comunidades con los entornos en los cuales habitan o con los que tienen contacto. También incluye los conocimientos y prácticas que provienen de comunidades locales (ej. pequeña agricultura y minería) que viven fruto de la tierra y conocen sus particularidades[9]. La diversidad tiene como base necesaria la inclusión de grupos que están subrepresentados en la CTCl, como es el caso de las mujeres, reconociendo la riqueza que aporta cada individuo al ecosistema.

La diversidad en el Ecosistema CTCl también se traduce en reconocer el valor de actores que desempeñan distintas actividades dentro de este, como: entidades o personas dedicadas a la investigación y desarrollo (I+D+i) (Desarrolladores de I+D+i), entidades o personas que conectan actores, realizan transferencia de conocimiento y tecnología o habilitan el emprendimiento (Conectores); empresas o personas dedicadas a la innovación y/o el emprendimiento (Empresas que hacen I+D+i y emprendedores de base científico tecnológica); entidades públicas que entregan financiamiento, articulan y/o direccionan recursos (Instituciones públicas habilitadoras); y entidades de la sociedad civil que desarrollan I+D+i o desempeñan otros roles.

Esta diversidad multidimensional (en roles, tipos de actores y conocimientos) en el Ecosistema CTCl es la que permite enriquecer la investigación orientada a la comprensión de sistemas socioecológicos, clave para el desarrollo de tecnología e innovación apropiada y situada en los territorios. También permite aumentar la probabilidad de éxito, tanto en generar oportunidades económicas asociadas a las ventajas naturales, como en resolver desafíos asociados al desarrollo sostenible.

Conexión y articulación

Un Ecosistema CTCl no sólo debe ser diverso, sino que también conectado y articulado para así compartir objetivos y generar sinergias entre distintos actores que permitan alcanzarlos. En el caso de desafíos complejos se reconoce la necesidad de la articulación de múltiples sectores, intereses y agendas sectoriales. Por ejemplo, el enfrentar la crisis hídrica involucra múltiples sectores económicos y distintas agencias y ministerios que deben articular sus agendas, incluyendo una vinculación estrecha con organizaciones de la sociedad civil.

En el ámbito de la investigación se ha avanzado crecientemente en relevar la necesidad de apertura y conexión, siendo ejemplos de ello el concepto de la “democratización del conocimiento” y el de la “ciencia abierta”. La ciencia abierta no sólo involucra el acceso libre al conocimiento científico y la infraestructura de ciencia abierta, sino que también incluye dos pilares más, el diálogo abierto con otros sistemas de conocimiento y la participación abierta de los agentes sociales[51]. Ambos pilares dan cuenta de la necesidad de conexión y articulación en el ecosistema.

Son fundamentales, además, los espacios de deliberación democrática sobre la CTCl, para integrar distintos criterios en las decisiones tecnológicas y de innovación. Por ejemplo,

mecanismos de mapeo multicriterio para la evaluación de alternativas tecnológicas donde participan expertos y no expertos[52]. Esto permite integrar criterios que son de interés de las comunidades, tales como la preocupación que generan los proyectos de energías limpias con respecto al manejo de los desechos y efectos locales como el aumento de temperatura, entre otros. Estos criterios requieren de la visión de los que serán directamente afectados (positiva y negativamente) en los territorios.

En el ámbito de la innovación se reconoce que la robustez de las conexiones en el Ecosistema CTCI permiten abrir nuevas oportunidades, lo que se ha traducido en tendencias como el aumento de la innovación abierta, donde una organización no sólo se basa en sus propios conocimientos, fuentes y recursos internos (como su propio personal o I+D, por ejemplo) para la innovación, sino que también utiliza múltiples fuentes externas (como la opinión de los clientes, patentes publicadas, competidores, agencias externas, el público, etc.) para impulsar la innovación. A su vez, la conexión y colaboración entre diversos actores facilita la incorporación de la dimensión justa y responsable en la innovación, donde se distribuyen los beneficios de la innovación, lo que constituye un requisito para su aporte al desarrollo equitativo de los territorios.

Un Ecosistema CTCI conectado y articulado no sólo permite una mayor contribución de este al desarrollo sostenible, sino que también es central para la resiliencia, permitiendo tener mejores capacidades de respuesta frente a situaciones de emergencias o crisis. Un ejemplo de ello fue la pandemia de COVID-19, donde las conexiones internacionales existentes en el mundo científico permitieron la generación rápida de información para el desarrollo de vacunas y tratamientos. Este tipo de respuestas a emergencias sólo son posibles si existen sólidas redes de colaboración en “tiempos normales” entre aquellas personas que deben movilizarse rápidamente para hacer frente a situaciones de crisis[10].

Distribución territorial

Un Ecosistema CTCI que contribuya al desarrollo sostenible requiere de capacidades de CTCI distribuidas, a nivel de distintas organizaciones (instituciones de educación superior, centros de I+D+i, institutos tecnológicos públicos, empresas, organismos públicos, organizaciones de la sociedad civil entre otras) y a nivel de los distintos territorios. Esto es clave para generar redundancia y capacidad de resiliencia, además de conocimiento situado de los sistemas socioecológicos locales, que permite comprender el efecto de fenómenos globales en el territorio y abordar desafíos y oportunidades que son propias y particulares de los lugares. También para generar tecnología, innovación y emprendimiento que sea apropiada a los contextos locales y que se traduzca en desarrollo local y bienestar para la población. Será clave además, para poder aprovechar las ventajas del patrimonio natural y cultural que existe y se expresa a nivel local.

Direccionamiento

La contribución de la CTCI para transitar al desarrollo sostenible requiere de direccionamiento hacia objetivos asociados a este propósito. El conocimiento, la tecnología y la innovación no son

neutras y pueden tener tanto efectos negativos como positivos. Es por ello que se requiere direccionar, al menos una parte importante de la CTCI, hacia objetivos deseados, ya sea para abordar desafíos propios del desafío sostenible (ODS) como para aprovechar oportunidades provistas por ventajas competitivas y características propias del país o territorio[1], [6].

Este direccionamiento se manifiesta tanto en la investigación como en la adopción y desarrollo tecnológico e innovación, de hecho, no implica una menor valoración por el conocimiento fundamental o la “investigación básica”. Lo que sí implica, es que hay un tipo de investigación de base que está orientada a comprender fenómenos naturales y sociales que están vinculados a ciertas prioridades, como, por ejemplo, la geografía, la física y la historia asociada a desastres naturales. También en la investigación contar con investigación orientada que provea de conocimiento que permita comprender los sistemas socioecológicos locales, sobre la cual las posibilidades de convertir sistemas productivos o sociales, o crear nuevos, que serán la base de una transición a un desarrollo sostenible. No es posible desarrollar actividades humanas, sean estas productivas o sociales -sistemas de salud, de ordenamiento territorial, de educación, etc.- sostenibles, sin conocer los sistemas socioecológicos sobre los cuales estos funcionan, pudiendo integrar de forma efectiva y sistémica las dimensiones ambientales, sociales y económicas[9].

En materia de adopción, desarrollo tecnológico e innovación, el direccionamiento es fundamental, ya que los sistemas que sustentan y que proveen servicios a la sociedad como energía, alimentación, transporte, salud y educación, tienden a seguir la trayectoria que ya tienen (*pathdependency*). Muchos elementos del sistema como las tecnologías utilizadas, la infraestructura instalada y las prácticas sociales generan restricciones al cambio (*lock-in*)[53]. Esto dificulta movilizar estos sistemas hacia modelos sostenibles por lo que es esencial apoyar espacios o nichos de cambio donde se están generando alternativas sostenibles de la mano de la CTCI (nuevas tecnologías, prácticas, instalación de infraestructura habilitante, cambios culturales, etc.).

Es clave el direccionamiento también para fortalecer capacidades que permitan desarrollar, transferir y adoptar tecnologías habilitantes y transformadoras, es decir, de gran impacto a nivel macro y que afectan, muchas veces de manera sinérgica a distintos ámbitos y sectores. Entre las tecnologías habilitantes que son transversales se encuentran las plataformas de información y sensores, la infraestructura de comunicaciones, el acceso a internet de calidad en todo el territorio, entre otras. Por su parte, entre las tecnologías transformadoras podemos reconocer aquellas asociadas a la generación de energía sostenible, de la gestión integral de los recursos hídricos y de la reducción, reutilización y reciclaje de desechos, entre otras.

El direccionamiento se puede proveer de distintas formas, como instrumentos de transferencia económica (entrega de financiamiento público orientado), instrumentos regulatorios (normativas como las ambientales o leyes como la de cambio climático) e instrumentos “blandos” como acuerdos público-privados. Los dos últimos han sido menos utilizados, monitoreados y evaluados en general[54], y en nuestro país.

Valoración de contribuciones diversas del Ecosistema CTCl

La contribución al desarrollo económico, mediante aumentos de la productividad y competitividad, y la diversificación productiva, son aportes fundamentales a la dimensión económica del desarrollo sostenible. Estos han sido los aportes dominantes tanto en el monitoreo como en la evaluación, y por cierto, en las políticas de CTCl. Sin embargo, tal como se mencionó en la sección anterior, las contribuciones al desarrollo sostenible son más diversas si consideramos aquellas enfocadas a integrar la dimensión social y ambiental. Esto está siendo reconocido de forma creciente en documentos internacionales y nacionales y se refleja en los marcos de políticas CTCl emergentes como la innovación transformativa[35]. Esto implica que es necesario considerar contribuciones de la CTCl al desarrollo en aspectos como: comprensión de sistemas socioecológicos locales donde se insertan las actividades humanas; desarrollo y adopción de tecnologías que permiten transitar a modelos de producción y de sistemas sostenibles; conocimiento e innovación para la preservación y restauración de ecosistemas y para abordar desafíos sociales diversos, entre otros.

Las contribuciones diversas de la CTCl se traducen, además, mediante distintos tipos de resultados o productos. Los resultados o productos que han sido considerados predominantemente en los mecanismos de monitoreo y evaluación de la CTCl son, en el caso de la investigación, las publicaciones científicas y, en el caso del desarrollo tecnológico y la innovación, la generación de patentes, emprendimientos y aumento de productividad en las empresas. Si bien, todos ellos son contribuciones clave de un Ecosistema CTCl, no son las únicas. En el ámbito de la investigación existen múltiples tipos de resultados. Sólo por mencionar algunos podemos nombrar el aporte con conocimiento y evidencia a las políticas públicas, la generación de material y plataformas para la comunicación y divulgación del conocimiento, plataformas para la apropiación ciudadana de la tecnología, obras escritas en formatos distintos a las publicaciones científicas, artefactos artísticos, literarios, digitales, entre muchos otros.

En el caso de la tecnología y la innovación, es necesario advertir que existen resultados que no necesariamente se traducen en productos para el mercado, sino que en agregar valor en otros espacios. Por ejemplo, en el caso de la innovación pública se busca la generación e implementación de cambios significativos en el quehacer de los servicios del Estado, con el objetivo de resolver problemas relevantes de la sociedad, que respondan a las necesidades y expectativas de la ciudadanía, aprovechando las capacidades y potencial de cada institución[55]. También es el caso de otros tipos de innovación como la innovación social, que consiste en el desarrollo de productos, procesos, servicios o modelos novedosos, sustentables e inclusivos que busquen la solución a problemáticas o necesidades sociales, incluyendo aquellas dirigidas a la población más vulnerable. Esta construcción se da mediante un trabajo colaborativo en la cual se vincula la sociedad civil y potenciales beneficiarios, donde el valor generado es distribuido en la sociedad, sin desmedro de la generación de beneficio privado[56].

3.2 Caracterización de los actores del Ecosistema CTCI Nacional

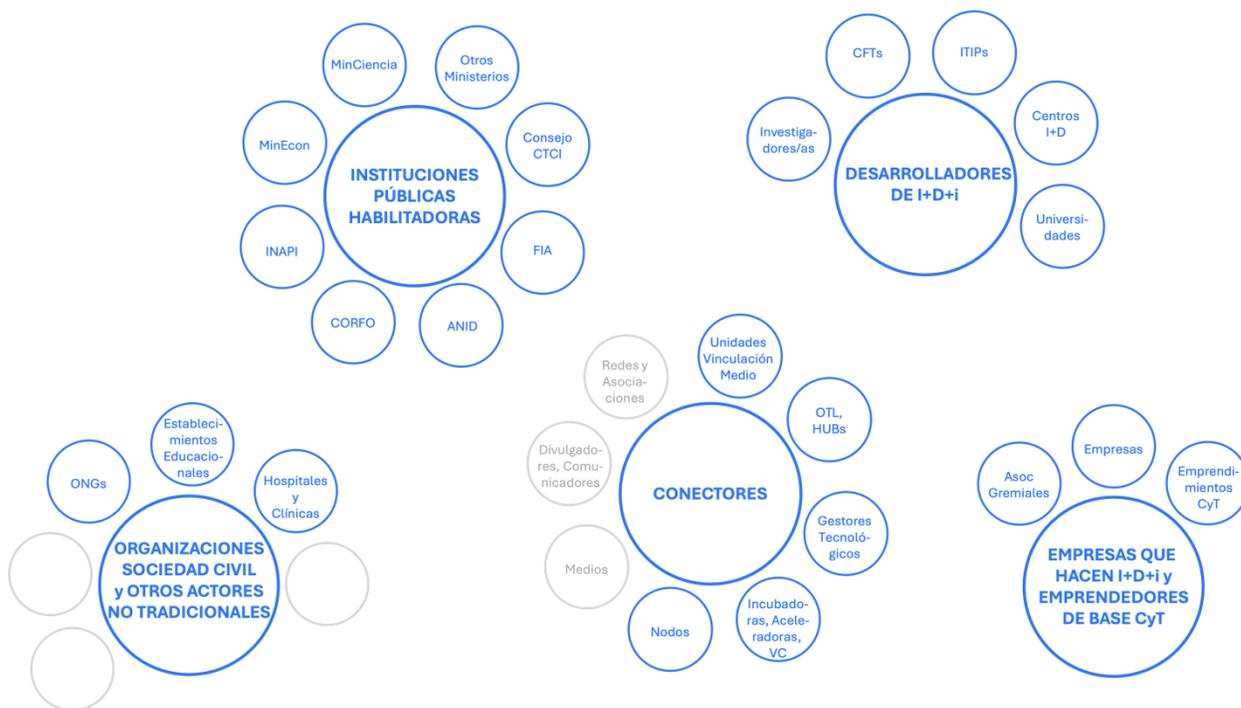
Uno de los aspectos posibles a analizar respecto del Ecosistema CTCI nacional son sus actores en función de los roles que estos desempeñan en el ecosistema y sus características en cuanto a su **diversidad; conexión y articulación; distribución territorial; y direccionamiento**.

En nuestro Ecosistema CTCI identificamos una diversidad de actores que desempeñan distintos roles, todos importantes para el ecosistema. Entre ellos están:

- Entidades o personas dedicadas a la investigación y desarrollo (I+D) (Desarrolladores de I+D)
- Entidades o personas que conectan actores, realizan transferencia de conocimiento y tecnología o habilitan el emprendimiento (Conectores)
- Empresas o personas dedicadas a la innovación y/o el emprendimiento (Empresas que hacen I+D+i y emprendedores de base CyT)
- Entidades públicas que entregan financiamiento, articulan y/o direccionan recursos (Instituciones públicas habilitadoras)
- Entidades de la sociedad civil que desarrollan I+D+i o desempeñan otros roles (Organizaciones de la sociedad civil y otros actores no tradicionales)

Estos tipos de actores con ejemplos se representan en la figura 2.

Figura 2. Mapa de actores del Ecosistema CTCI



Fuente: Elaboración propia

A continuación, analizaremos algunos aspectos de cada uno de estos actores.

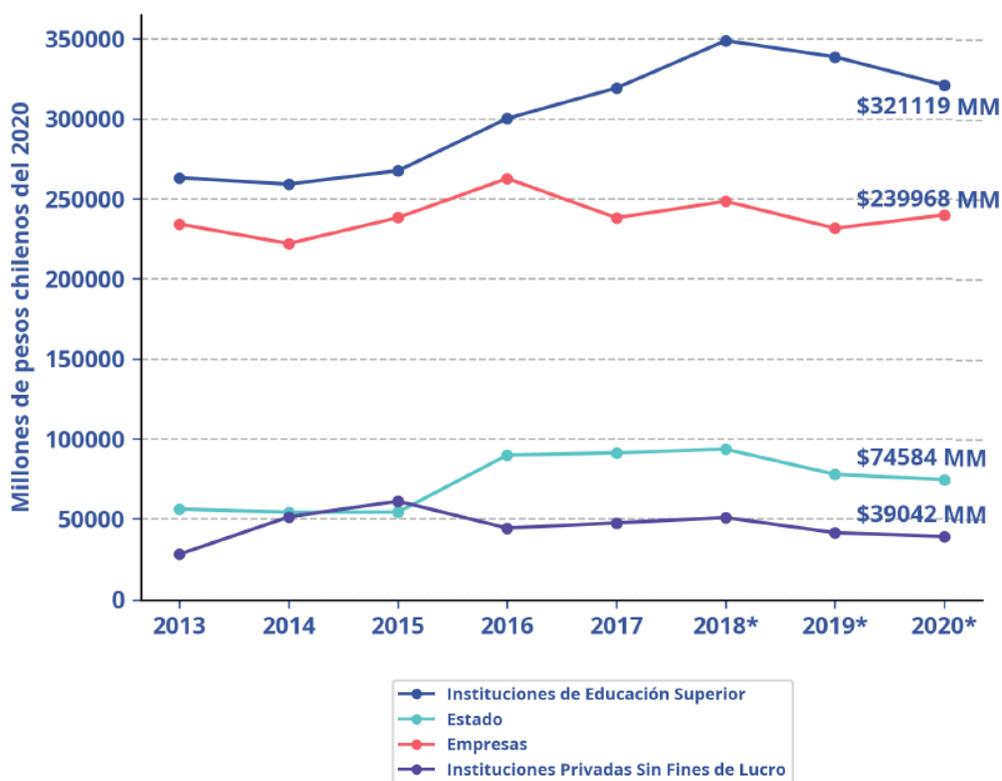
Desarrolladores de I+D+i

Universidades e Instituciones de Formación Técnica Superior

Universidades

Las universidades son el lugar donde se realiza la mayor cantidad de la I+D en Chile, siendo un actor central en el Ecosistema CTCl. De acuerdo a la Encuesta de Personal y Gasto en I+D son el sector donde se ejecuta la mayor cantidad del gasto en I+D del país (ver figura 3).

Figura 3: Gasto en I+D según sector de ejecución

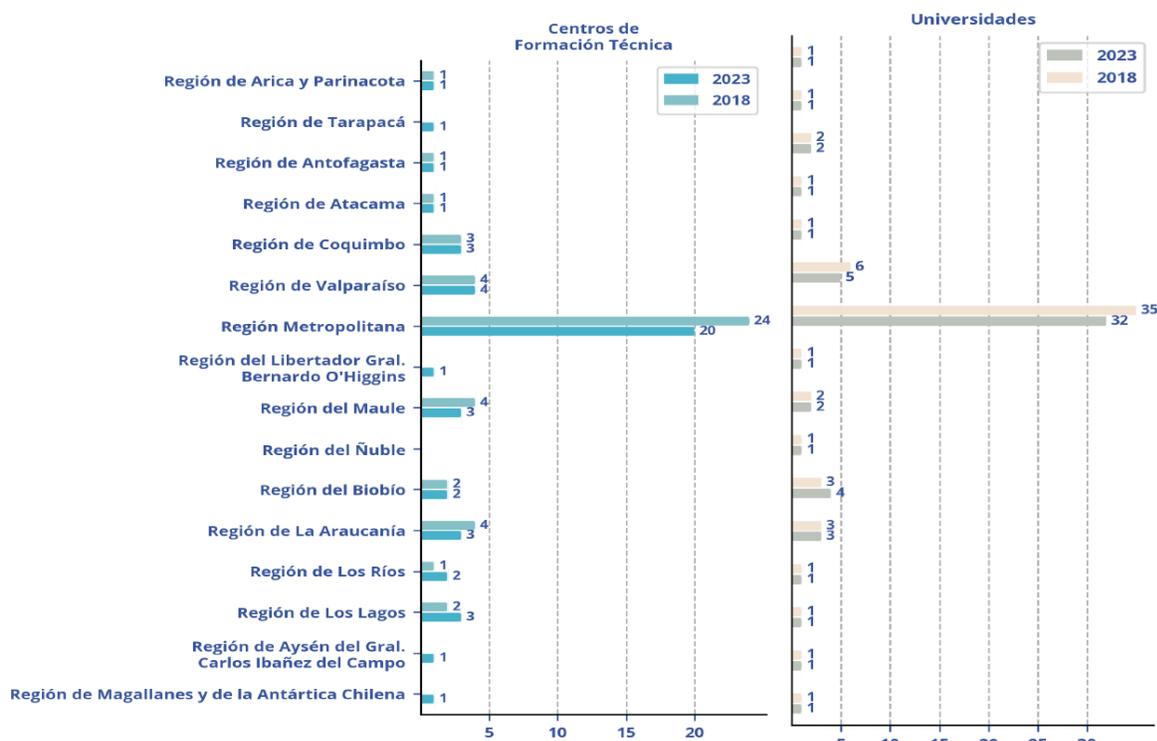


Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2]. Nota: * años que fueron corregidos por no respuesta en la Encuesta de Personal y Gasto en I+D.

Actualmente hay 50 universidades que cuentan con acreditación institucional, 31 de ellas están acreditadas en investigación[57]. El número de universidades ha tendido a mantenerse en los últimos 5 años, con una leve disminución dado al cierre de ciertas instituciones. En cuanto a su distribución, la mayor cantidad de universidades se encuentra en las regiones Metropolitana, Valparaíso y Biobío (ver figura 4). Esto se condice con los centros que concentran mayor población a nivel nacional.

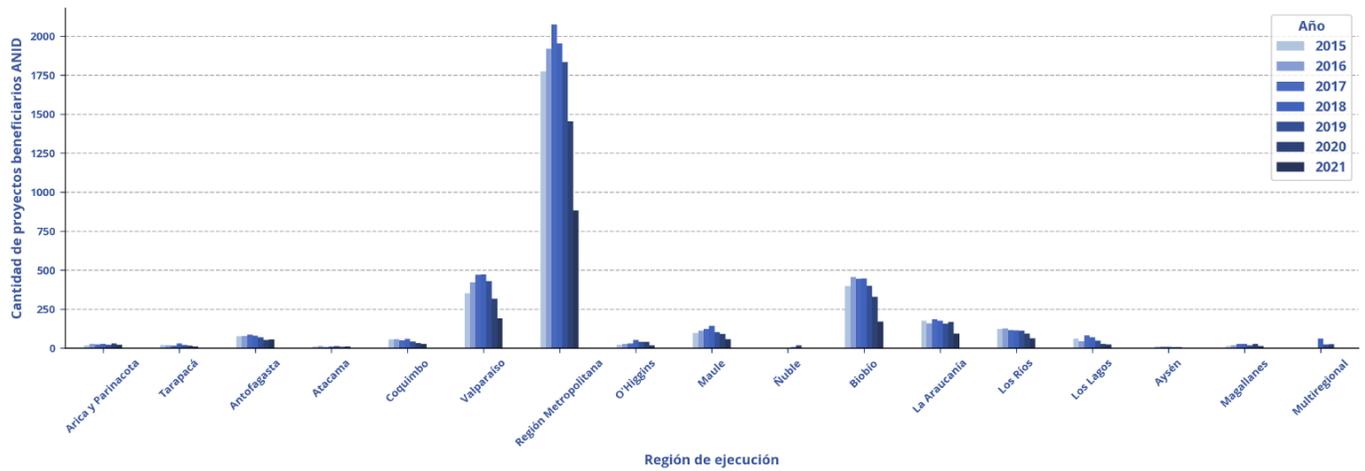
Las mismas tendencias se aprecian en la cantidad de proyectos adjudicados por ANID por región y en la cantidad de publicaciones científicas (ver figura 5 y 6). Lo anterior demuestra que las capacidades de I+D están altamente concentradas en la zona central del país, y son particularmente escasas en la zona norte. Esto resulta altamente preocupante ya que todos los territorios se benefician de contar con capacidades de I+D que permitan un desarrollo más armónico y un aporte de la CTCl que sea pertinente a las necesidad y oportunidades de cada contexto particular.

Figura 4. Distribución de los centros de formación técnica y universidades a nivel regional en 2018 y 2023.



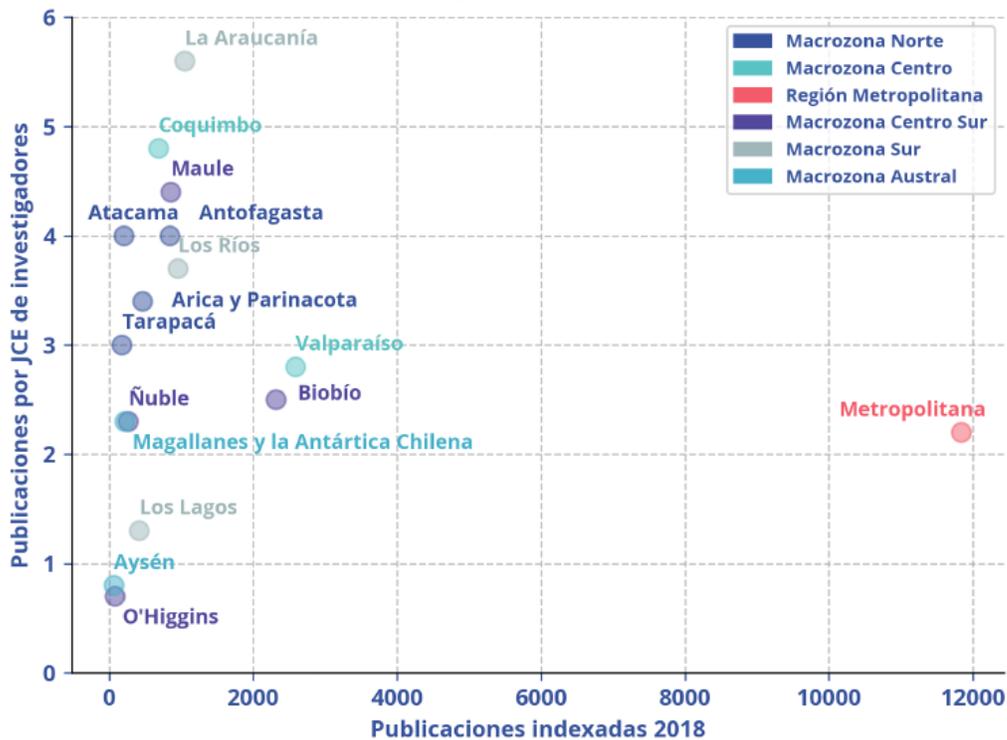
Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

Figura 5. Evolución de la cantidad de proyectos financiados por ANID por región de ejecución



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

Figura 6. Publicaciones científicas por región en 2018

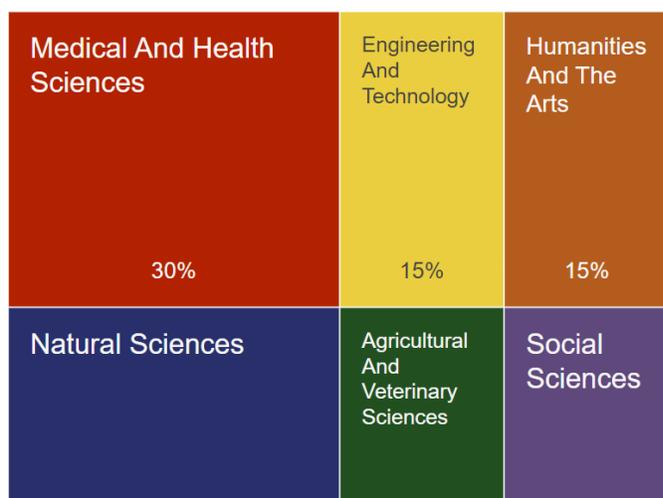


Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

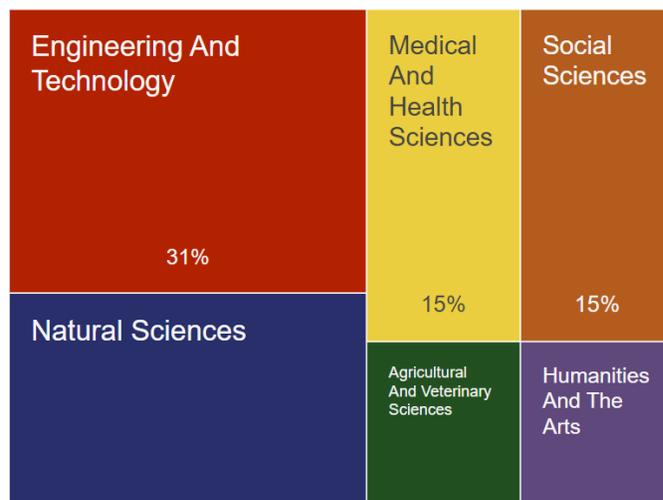
Es importante destacar que existe gran diversidad en las universidades, en tamaño, cantidad y áreas de especialización en I+D, si son públicas o privadas, etc. A modo de ejemplo, En la figura 7 se muestra la cantidad de publicaciones según área del conocimiento para dos universidades en Chile. Se aprecia la diferencia de temáticas en que se especializan, lo que demuestra las diferencias en capacidades y vocaciones entre instituciones. Esta diversidad determinará tanto las necesidades como las oportunidades que se presentan de aprovechar la I+D. Así mismo las fortalezas de cada institución influyen en las conexiones que se puedan generar.

Figura 7. Publicaciones WoS entre 2008 y 2023 según área del conocimiento OCDE en dos universidad del país

Universidad 1



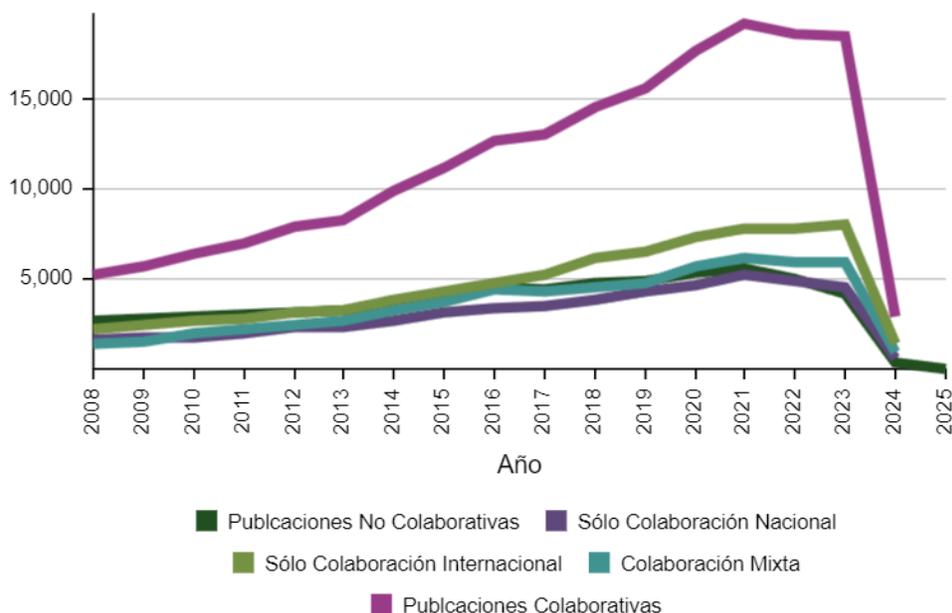
Universidad 2



Fuente: Data Ciencia, ANID. Consultado en junio de 2024.

Con respecto a la colaboración, se observa un aumento progresivo en la publicación de artículos con colaboración por parte de las universidades. Esto hablaría de un aumento de la colaboración dentro del sector académico en I+D, lo que resulta favorable para promover la interdisciplina y fomentar la asociatividad (ver Figura 8). Resulta clave que las universidades generen conexiones fuertes y diversas con su entorno para que la CTCl pueda contribuir en distintos espacios y dimensiones.

Figura 8. Colaboración institucional en publicaciones científicas



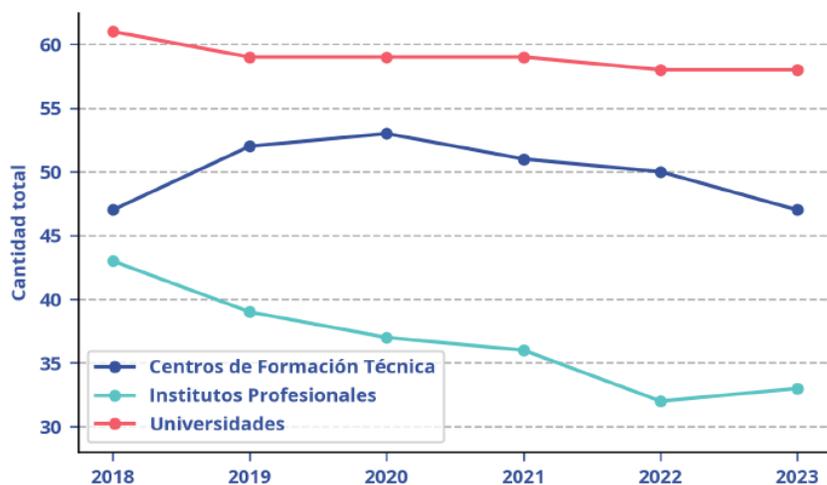
Fuente: de Data Ciencia, ANID.

Centros de Formación Técnica (CFT) e Institutos Profesionales (IP)

En el caso de las instituciones de formación técnica superior, éstas han tendido a disminuir, (ver figura 9), lo que se condice con el aumento en el creciente interés por estudiar carreras conducentes a títulos profesionales en los últimos años. Este sector ha estado más rezagado en el ámbito de la CTCl lo que dificulta la incorporación de capacidades CTCl en el mundo del trabajo en los roles claves que ocupan las personas técnico-profesionales en el país. El foco en el desarrollo de capacidades en CTCl desde el sector público ha estado en el sector universitario, y en consecuencia existe mucho menos información disponible que permita caracterizarlos.

Un programa que busca abordar estas brechas es IP-CFT 2030, una iniciativa impulsada por el Ministerio de Educación y Corfo para apoyar a Instituciones de Educación Superior Técnico Profesionales en la incorporación de herramientas de innovación y transferencia tecnológica en su quehacer institucional.

Figura 9. Evolución del número de instituciones de educación superior entre 2018 y 2023

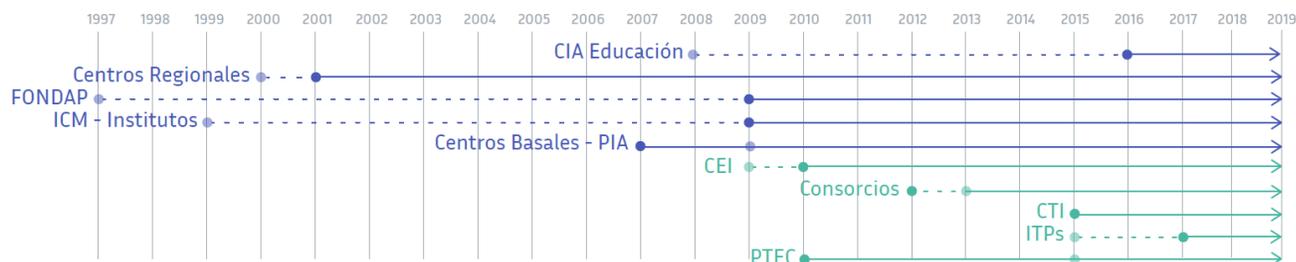


Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2]. Nota: incluye todas las instituciones estén o no acreditadas.

Centros de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)

Los centros de I+D+i son financiados para desarrollar estas actividades de forma asociativa, con horizontes de mediano y largo plazo. La creación de programas de financiamiento para centros surge de la necesidad de incentivar la investigación asociativa, promoviendo la colaboración en el Ecosistema CTCI. En algunos casos más bien enfocado en la colaboración en el mundo de la investigación, y en otros, entre este mundo y el sector productivo. Esta medida surge, entre otras, de las recomendaciones del Consejo Nacional para la Competitividad (actual Consejo CTCI). En la figura 10 se aprecia la temporalidad en la creación de estos programas.

Figura 10. Línea Temporal de creación de programas de financiamiento de Centros de I+D+i

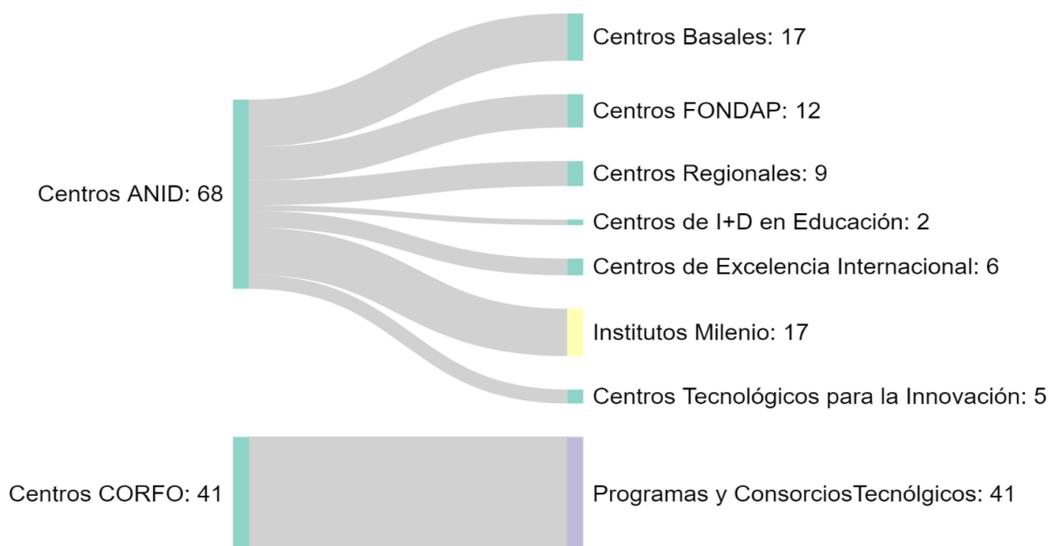


Nota: En el caso de los Centros Basales, se consideran en el análisis Centros con financiamiento vigente al 2019, los que contaron con apoyo financiero de este Instrumento previo a su origen en el marco del Programa de Investigación Asociativa - PIA. Asimismo, el instrumento de PTEC comienza el 2015 en Corfo, considerando en el análisis algunos proyectos con un origen anterior.

Fuente: Minciencia 2020, Análisis de Centros CTCI[58]. Nota: la línea punteada representa la creación del instrumento, la línea continua el inicio de las convocatorias (concursos). Azul corresponde a centros financiados por ANID y verde a aquellos financiados por CORFO.

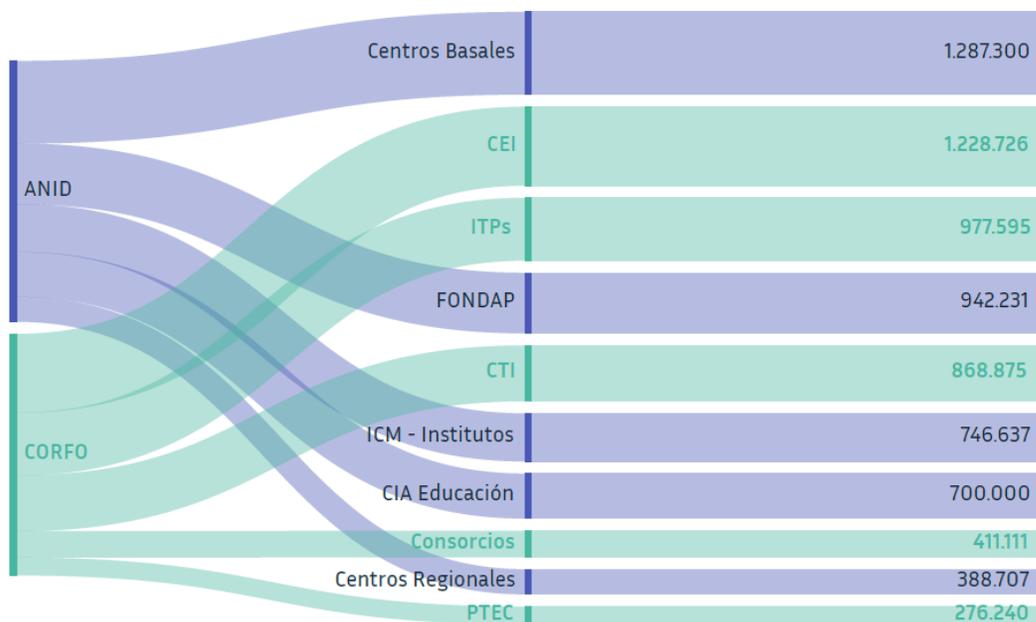
De acuerdo a la información disponible en la página web de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), actualmente hay 68 centros de I+D+i que reciben financiamiento de ANID: 17 Centros de Excelencia en Ciencia y Tecnología (Centros Basales), 2 Centros de Investigación en Educación, 6 Centros de Excelencia Internacional, 12 Centros de Investigación en Áreas Prioritarias (Centros FONDAP), 9 Centros Regionales de Investigación Científica y Tecnológica (Centros Regionales), 5 Centros Tecnológicos para la Innovación (incluyendo el Data Observatory) y 17 Institutos Milenio[5]. Dentro de otros programas que financian investigación I+D+i asociativa desde CORFO, se encuentran los programas y consorcios tecnológicos. Existen 41 programas y consorcios tecnológicos en ejecución, 14 adjudicados en 2023 [6] (ver figura 11). Tanto la misión como el nivel de financiamiento de cada tipo de centro es distinto, la figura 12 muestra el monto ejecutado el 2019 según tipo de centro y la Tabla 2 resume las características de los distintos tipos de centros.

Figura 11. Centros de I+D+i



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Recursos ejecutados por centros según tipo en 2019 (MM\$)



Fuente: Minciencia 2020, Análisis de Centros CTCI. Nota: algunos de los centros que en la gráfica pertenecen a CORFO fueron traspasados a la ANID.

Tabla 2. Resumen de tipos de Centros de I+D+i

Tipo de Centro	Actividad	Objetivo	Número con financiamiento vigente
Institutos Milenios	I+D básica de alta capacidad científica.	Estimular la investigación científica y tecnológica de frontera y de muy alto estándar.	17 centros
Centros FONDAP	I+D básica de alta capacidad científica en áreas prioritarias.	Desarrollar investigación científica de alto impacto en áreas prioritarias que respondan a problemas del país de manera multidisciplinaria.	12 centros
Centros Basales	I+D básica de alta capacidad científica vinculada con empresas.	Potenciar el desarrollo económico mediante investigación de alto impacto vinculada con el sector productivo.	17 centros

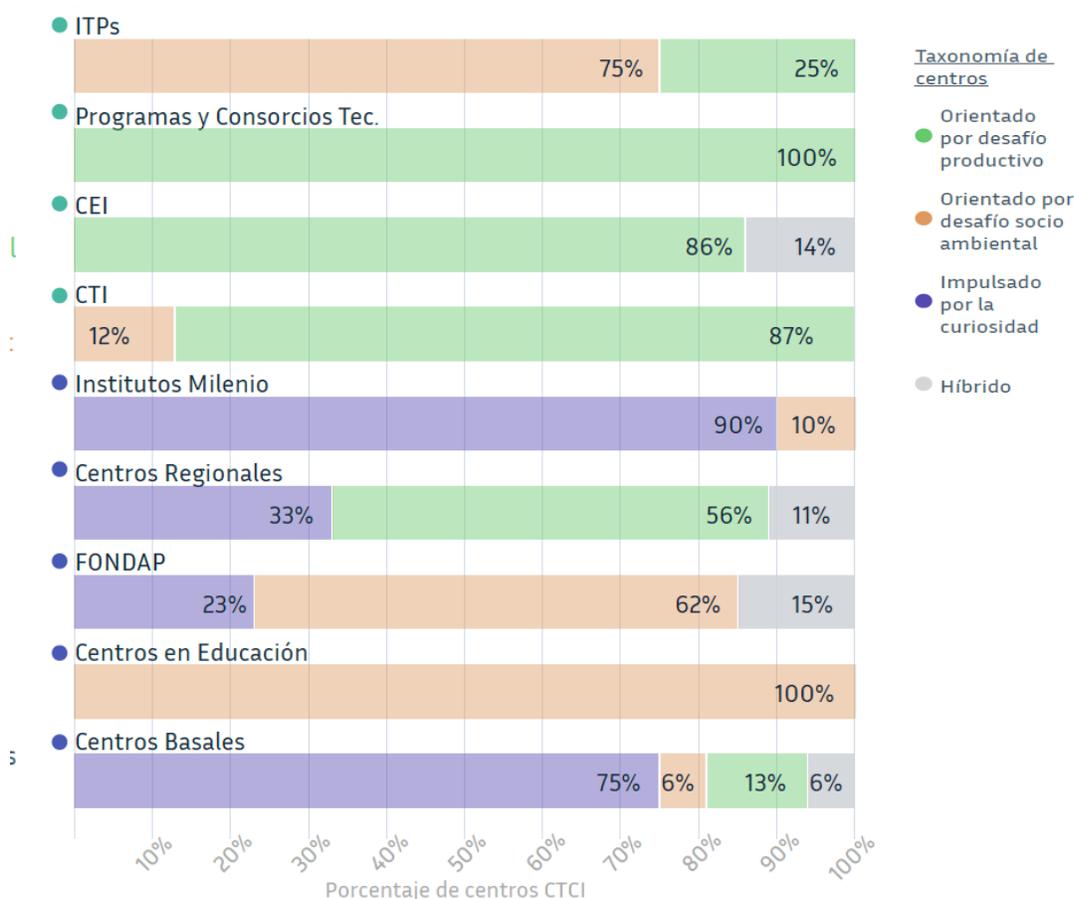
Centros Regionales	I+D básica de alta capacidad científica a nivel regional.	Buscan generar, promover y fortalecer capacidades y competencias de investigación científica en regiones diferentes a la Metropolitana, en sintonía con las necesidades o prioridades del territorio.	9 centros
Centros de Investigación en Educación	I+D de alta capacidad vinculada con el mundo de la educación.	Su misión es desarrollar investigación multidisciplinaria de frontera en el área de formación de capital humano avanzado. Tiene como objetivo generar conocimiento científico e innovación en el ámbito educativo, mientras apoya el desarrollo de iniciativas de políticas públicas para el mejoramiento de aspectos tales como la calidad, inclusión y/o la equidad en la educación del país.	2 centros
Centros de Excelencia Internacionales	Capacidades internacionales de I+D+i para el mundo empresarial	Promueven el vínculo entre las empresas y el mundo del conocimiento, complementando las capacidades del ecosistema nacional de innovación con la experiencia de entidades internacionales de reconocida trayectoria en desarrollo y transferencia tecnológica.	6 centros
Centros Tecnológicos para la Innovación	Capacidades de innovación para el mundo empresarial.	Crear y/o fortalecer infraestructura tecnológica y capital humano avanzado en entidades tecnológicas, que permita activar la demanda por innovación de las empresas para la creación de nuevos productos o servicios de alto valor y potencial de mercado.	5 centros
Programas y Consorcios Tecnológicos	Desarrollo tecnológico e innovación	Incrementar la tasa de innovación tecnológica en productos y procesos de las empresas en sectores productivos y/o económicos específicos, mediante la ejecución articulada de portafolios de proyectos de desarrollo tecnológico que permitan disminuir y/o cerrar las brechas detectadas, mejorar la productividad del sector y contribuir a su diversificación y/o sofisticación	41 programas y consorcios

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la página web de Minciencia y CORFO

Con respecto a su distribución, los centros vigentes en 2019 estaban ubicados un 46% en la región Metropolitana, 24% en otras regiones y un 30% eran multiregionales. Se observa que están principalmente concentrados en la Región Metropolitana[58]. Por otra parte, se reconoce que el rol de los centros regionales ha sido fundamental para su distribución en otras regiones y la conexión con los Gobiernos Regionales.

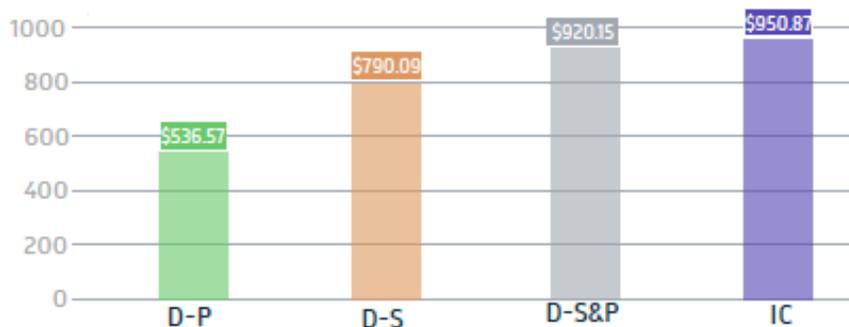
En cuanto a su direccionamiento, el análisis de Minciencia en 2020 los clasificó de acuerdo al tipo de problema abordado por el centro, los principales actores que colaboran o están estrechamente involucrados con el centro y el tipo de impacto buscado. Se generaron tres categorías: centros orientados por un desafío productivo, centros impulsados por la curiosidad y centros orientados por un desafío socioambiental. En la Figura 13 se observa que los instrumentos predominantemente orientados por desafío productivo son de CORFO: los Programas y Consorcios Tecnológicos, Centros de Excelencia Internacional y Centros Tecnológicos para la Innovación. La orientación por desafío socioambiental prevalece en: los Institutos Tecnológicos Públicos, FONDAP y Centros de Investigación Avanzada en Educación. Los instrumentos con mayor tendencia a concentrar centros impulsados por la curiosidad son los Institutos Milenio y, en menor medida, los Centros Basales. Además, el recurso promedio por centro es mayor en el caso de centros impulsados por la curiosidad y centros híbridos. Ver figuras 13 y 14.

Figura 13. Porcentaje de centros por instrumento según clasificación



Fuente: Minciencia 2020, Análisis de Centros CTCI[58].

Figura 14 Recursos promedio por centros según clasificación (Miles de pesos)



Fuente: Minciencia 2020, Análisis de Centros CTCI[58].Nota: D-P: Desarrollo Productivo, D-S: Desafío Socioambiental, D-S&P: Híbrido, IC: Impulsado por la curiosidad.

Institutos de Tecnológicos y de Investigación Públicos (ITIP)

Los Institutos Tecnológicos y de Investigación Públicos (ITIPs) en Chile son, en general, organismos técnicos que cuentan con una alta especialización en áreas de interés de los ministerios y en los cuales el sector público ejerce niveles variables de influencia y control, tanto respecto de sus orientaciones estratégicas como en sus áreas de actuación. Estas organizaciones fueron creadas en distintos momentos del tiempo, la mayoría en el siglo pasado, como una respuesta del Estado para atender la emergencia de nuevos desafíos en áreas de política que requerían del ejercicio de nuevas funciones basadas en el desarrollo de capacidades técnicas e institucionales con cierto nivel de especialización. De acuerdo a la Ley 21.105 son “... las instituciones que formen parte de la Administración del Estado; y las personas jurídicas de derecho privado sin fines de lucro en las que el Estado tenga participación o representación, excluidas las instituciones de educación superior; que lleven a cabo actividades de investigación y desarrollo, transferencia de tecnología e innovación, asistencia tecnológica y técnica especializada, difusión tecnológica o generación de investigación e información de apoyo a la regulación y las políticas públicas”. Esta definición es muy amplia y abre una discusión respecto de qué instituciones se incluyen dentro de los ITIP. El número de ITIP depende de la fuente de información utilizada. En este reporte se pueden contabilizar actualmente 19 ITIP (sin considerar el Instituto de Salud Pública como ITIP), cuatro de ellos se encuentran en etapa de diseño (ver figura 15).

Los ITIPs son un grupo heterogéneo, cuyos ámbitos de acción incluyen el desarrollo de actividades de investigación aplicada, la transferencia de tecnologías, así como la provisión de servicios tecnológicos e información útil para la regulación sobre recursos naturales y medio ambiente. No obstante este diagnóstico, en la práctica la mayor parte de estas organizaciones presenta una relativa baja intensidad del quehacer de investigación y desarrollo, una mayor especialización y dedicación orientadas a la provisión de servicios e información y distintos niveles de relación con los sectores productivos[59]. Esto responde, en parte, a que ante la

escasez de recursos públicos se ha obligado a estas instituciones a comercializar servicios y productos con el fin de sustentar su quehacer desviando su propósito inicial de generación de bienes públicos, así como también a tener que postular a fondos de I+D concursables para realizar dichas actividades.

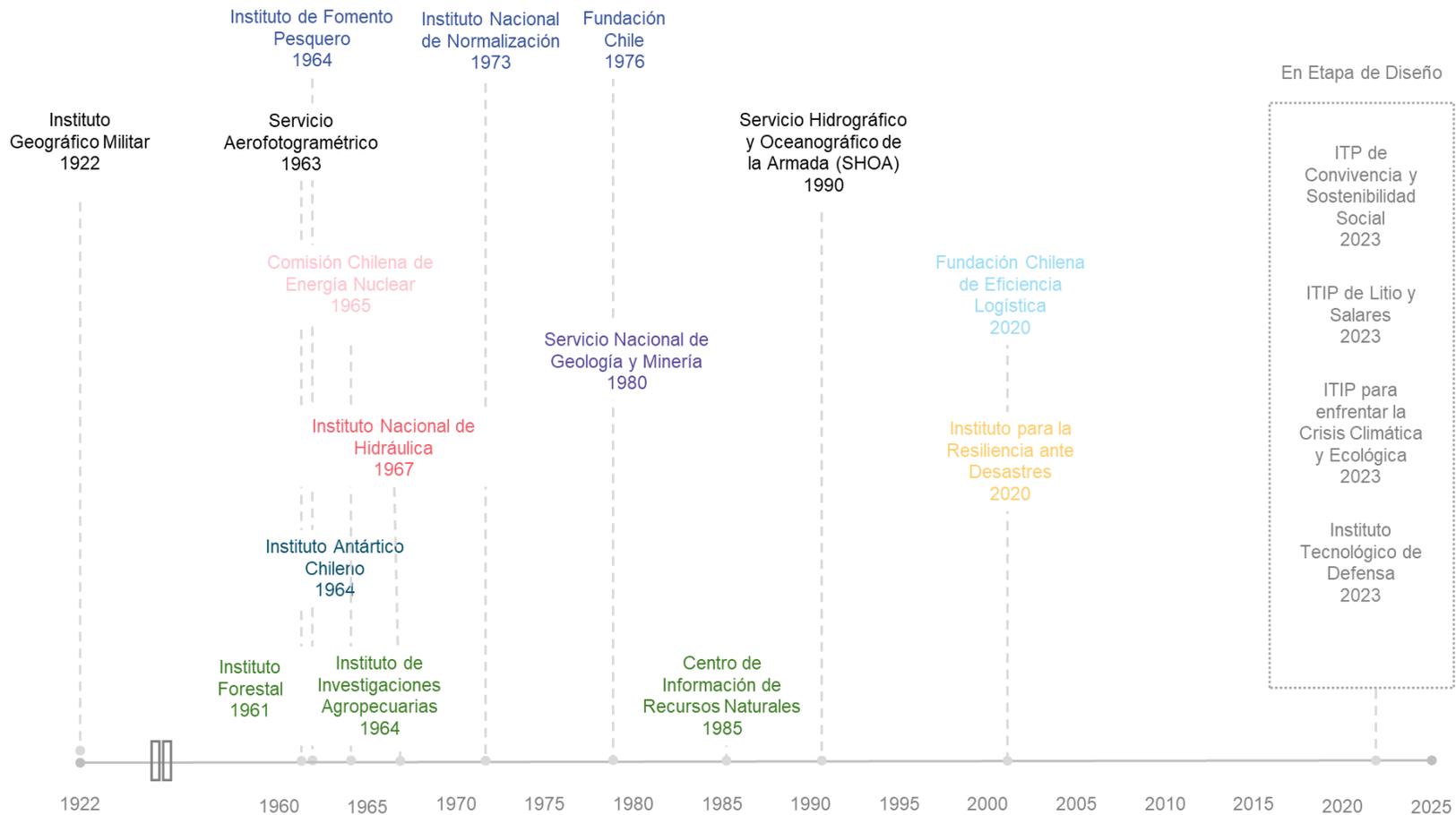
Los últimos ITIPS creados en 2020 tienen un diseño distinto a los anteriores. Están asociados a desafíos específicos que enfrenta el país, buscan tener un fuerte foco en la CTCl y cumplir un rol mucho más articulador de las capacidades existentes en el Ecosistema CTCl conectándolas con las necesidades de organismos del Estado, el sector productivo y de la sociedad civil. Este es el caso, por ejemplo, del Instituto Tecnológico Público para la Resiliencia ante Desastres cuya misión es: *crear bienes y servicios de interés público que conduzcan a una mayor resiliencia del país ante desastres utilizando las tecnologías digitales, y trabajando de forma colaborativa con los distintos actores del Estado, la industria, la academia y la sociedad civil. Itrend busca formas innovadoras para aprovechar el conocimiento y la tecnología para reducir el impacto económico, social y ambiental de los desastres, y convertir esta fuente de conocimiento en una oportunidad de desarrollo de valor futuro para nuestra sociedad [60].*

Los nuevos ITIPs en etapa de diseño, al igual que los creados en 2020, se enfocan en desafíos para el país (no en sectores específicos), adoptando el enfoque de la Estrategia Nacional de CTCl, de priorización en base a desafíos[1], [6]. Este es el caso del ITIP para enfrentar la crisis climática y ecológica y el ITIP para la Convivencia y Sostenibilidad Social. En ambos casos requerirán de enfoques transdisciplinarios y amplias capacidades de articulación de actores y distintas agendas sectoriales. Esto mismo se requerirá para aprovechar oportunidades asociadas a la transición hacia energías limpias como en el caso del ITP de Litio y Salares.

Los ITIPs son un actor clave e irremplazable en el Ecosistema CTCl en su función de generación de bienes públicos como información para regulaciones y normativas, apoyo a la incorporación de tecnología en sectores productivos, entrega de información técnica a ministerios, desarrollo, provisión de información cartográfica en sus respectivas áreas, entre otros. Estos bienes son la base para un Estado que se prepara y se fortalece para hacer de la CTCl un pilar de la transición hacia el desarrollo sostenible y es capaz de responder de forma rápida a las crisis (ej. pandemias, incendios, sequías, etc.). El desarrollo de los ITIPs requiere de direccionamiento y financiamiento permanente que sustente capacidades estables a nivel organizacional, disminuyendo la necesidad de generar ingresos a través de servicios y fondos concursables para desarrollar I+D+i.

Los ITIPs representan, además, una oportunidad para aumentar las capacidades de CTCl orientada en el país y diversificar los sectores en que se realiza, ya que actualmente está concentrada en universidades. El crecimiento de las capacidades de I+D en las universidades tiene un límite y sin el crecimiento de estas capacidades en otros actores como los institutos de formación técnica superior, los Centros de I+D+i, los ITIPs y las empresas, el sistema podría tener dificultades para seguir desarrollándose.

Figura 15. Línea temporal de creación de Institutos Tecnológicos y de Investigación Públicos (ITIP)

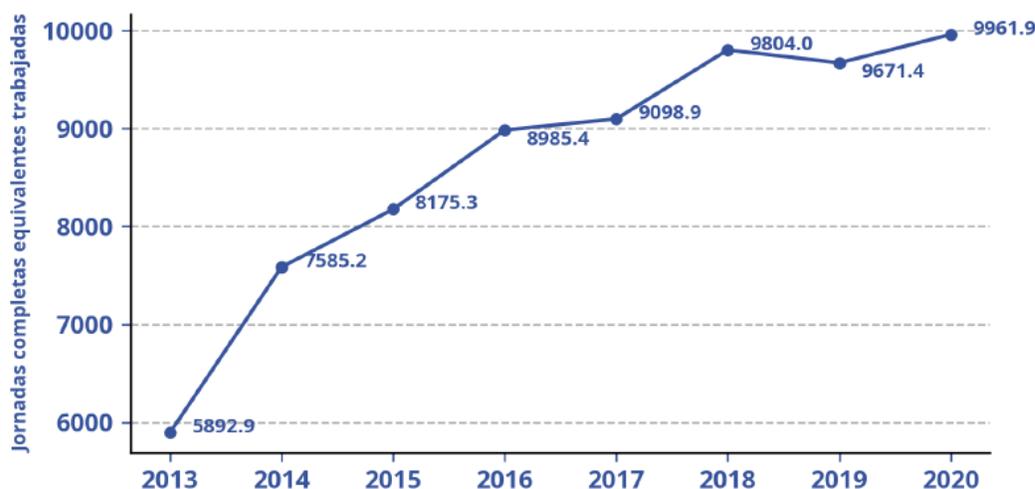


Fuente: Elaboración propia en base a datos del reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2]. Los colores representan los ministerios asociados, Azul: Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Negro: Ministerio de Defensa, Rosado claro: Ministerio de Energía, Rosado oscuro: Ministerio de Obras Públicas, Morado: Ministerio de Minería, Celeste: Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones, Amarillo: Ministerio de Interior, Verde oscuro: Ministerio de Relaciones Exteriores y Verde claro: Ministerio de Agricultura. Los ITIP en gris se encuentran en etapa de diseño aún.

Personas dedicadas a la Investigación y Desarrollo (I+D)

De acuerdo con los datos disponibles se observa que la cantidad de personas dedicadas a la investigación ha aumentado progresivamente en el país, llegando a cerca de 10.000 jornadas completas equivalentes (JCE) en 2020⁹, como se observa en la figura 16. En los últimos años, se ve que el crecimiento se ralentiza. Sin embargo, los datos de los años 2018 a 2020 fueron corregidos por no respuesta en la Encuesta de Personal y Gasto en I+D lo que deja interrogantes al respecto. En la última encuesta, cuyos resultados fueron publicados este año, se observa que el número de investigadores-as Jornada Completa Equivalente (JCE) sube a 12.400 en 2021, sin embargo, existe un cambio metodológico que dificulta la comparación con años anteriores. Para tener otro parámetro de información, que complemente lo señalado, se puede utilizar el número de publicaciones científicas (ver figura 17). Se observa que las publicaciones siguen subiendo hasta el año 2021 donde se aprecia una caída que probablemente responde al efecto de la pandemia. Aun con ambas fuentes de información es difícil sacar conclusiones sobre la evolución en las capacidades humanas en I+D. Sin embargo, es evidente que el país aún cuenta con bajas capacidades de I+D en términos comparativos. Como referencia, en Chile hay un investigador-a cada mil personas trabajando, siendo que el promedio OCDE es de 9,2 (ver figura 18). Esto implica la necesidad de aumentar las capacidades de forma urgente para que la CTCI pueda ser un pilar central en un desarrollo sostenible.

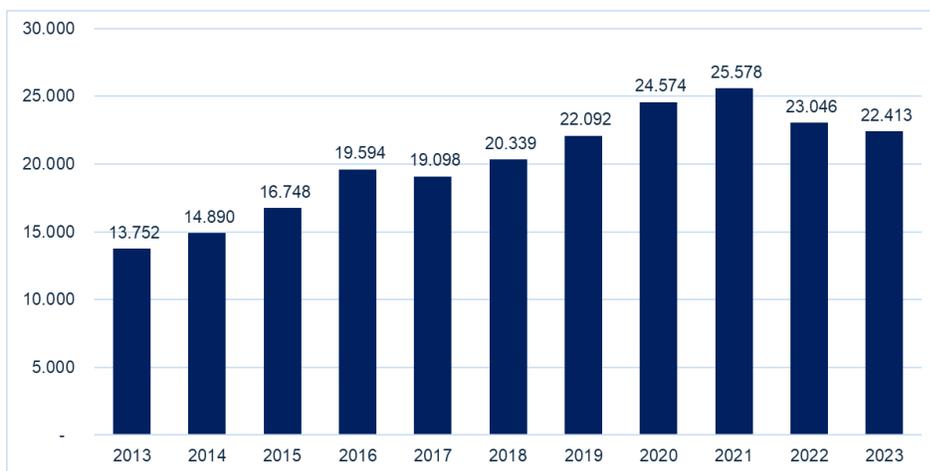
Figura 16. Evolución de la cantidad de investigadores-as entre 2013 y 2020



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2]. Nota: no se incluye el dato de 2021 dado el cambio metodológico en la encuesta.

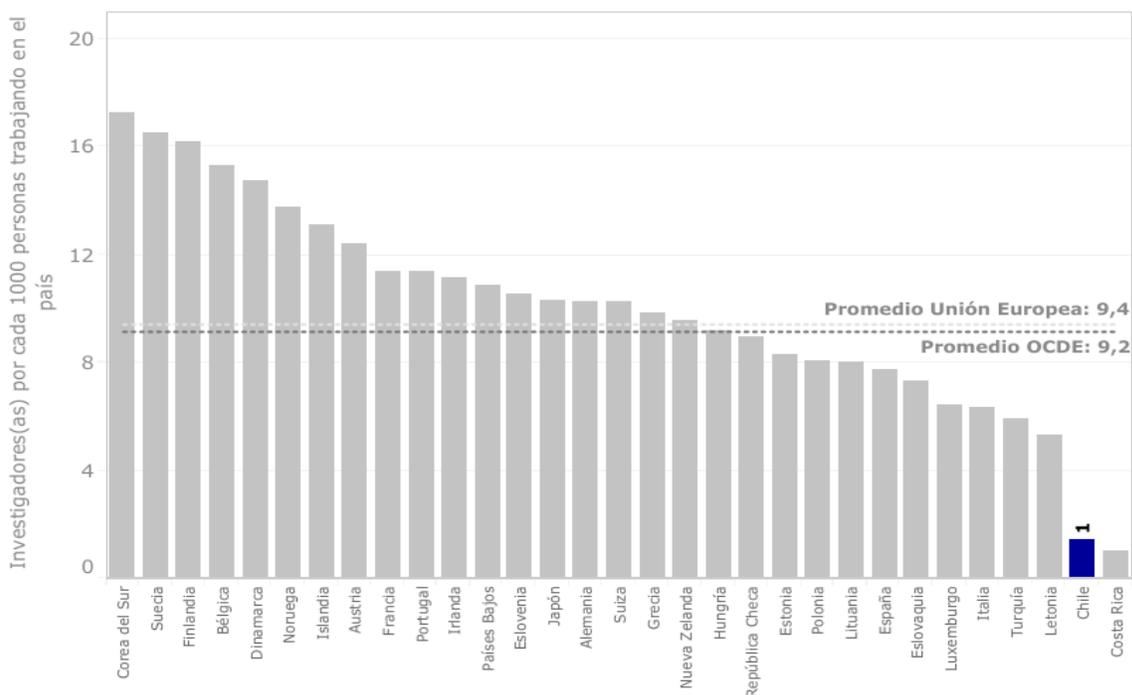
⁹ Las jornadas completas equivalentes buscan contabilizar el tiempo efectivo dedicado a la investigación, por ejemplo, si existen dos investigadoras que utilizan media jornada para investigar esto equivaldría a una jornada completa equivalente.

Figura 17. Número de artículos científicos publicados por año



Fuente: Elaboración propia en base a datos de Open Alex, incluye filtros: Type=artículos y Country=Chile

Figura 18. Cantidad de investigadores-as cada mil personas trabajando en países de la OCDE año 2021

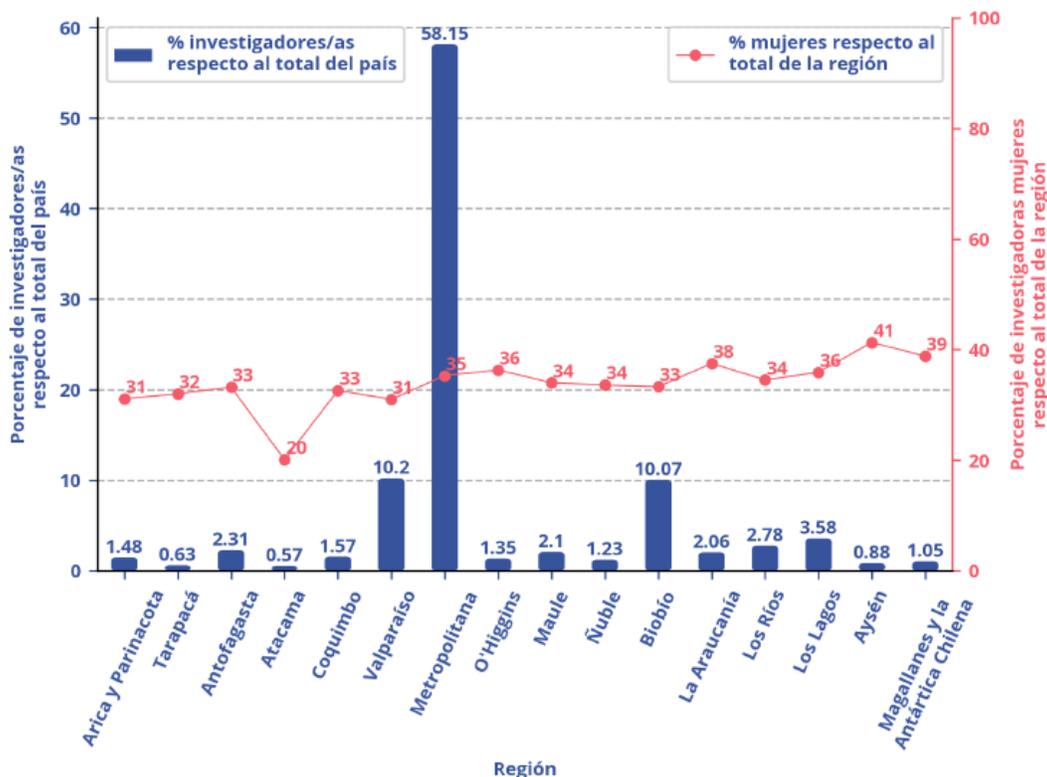


Fuente: Minciencia 2023, Sitio web Observa.

Con respecto a la distribución territorial se observa que los-as investigadores-as se concentran en la zona central del país, siendo las regiones Metropolitana, de Valparaíso y del Biobío las que

cuentan con la mayor cantidad de investigadores-as JCE. Esto se relaciona con la ubicación de las universidades y centros de I+D+i ya que es donde se realiza predominantemente la I+D en Chile. Al analizar el porcentaje de investigadoras respecto del total, vemos que en todas las regiones estas representan menos de un 41%, revelando la urgente necesidad de medidas que permitan la participación equitativa de investigadoras en el Ecosistema CTCI (ver figura 19).

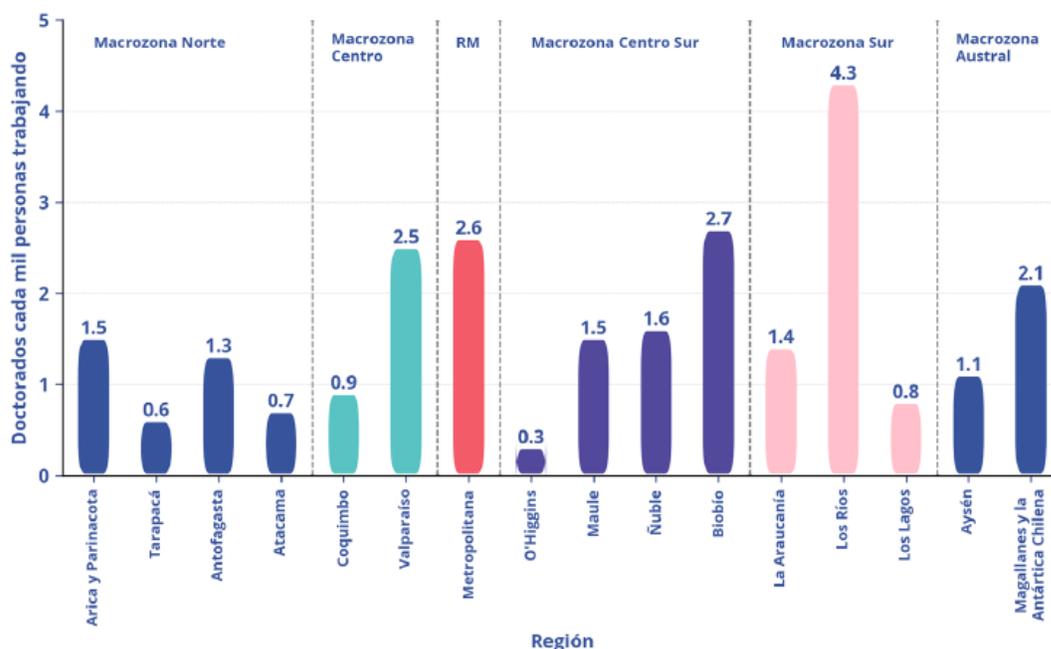
Figura 19. Porcentaje de investigadores-as por región e investigadoras respecto al total por región



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

La información anterior se condice con la cantidad de doctores cada mil trabajadores que se observa en las regiones Metropolitana, de Valparaíso y del Biobío, que son más altos que en el resto del país. Una excepción, sin embargo, es la Región de Los Ríos que presenta el valor más alto a nivel nacional (ver figura 20). Las diferencias observadas responden a una serie de factores, tales como las actividades productivas principales de la región, la ubicación de empresas, la cantidad de universidades, la disponibilidad de infraestructura habilitante, entre otros. Es por ello, que las metas que se establezcan para cada región deben ser contextualizadas a cada territorio. Sin embargo, los valores están muy por debajo de otros países OCDE como lo muestra la figura 18.

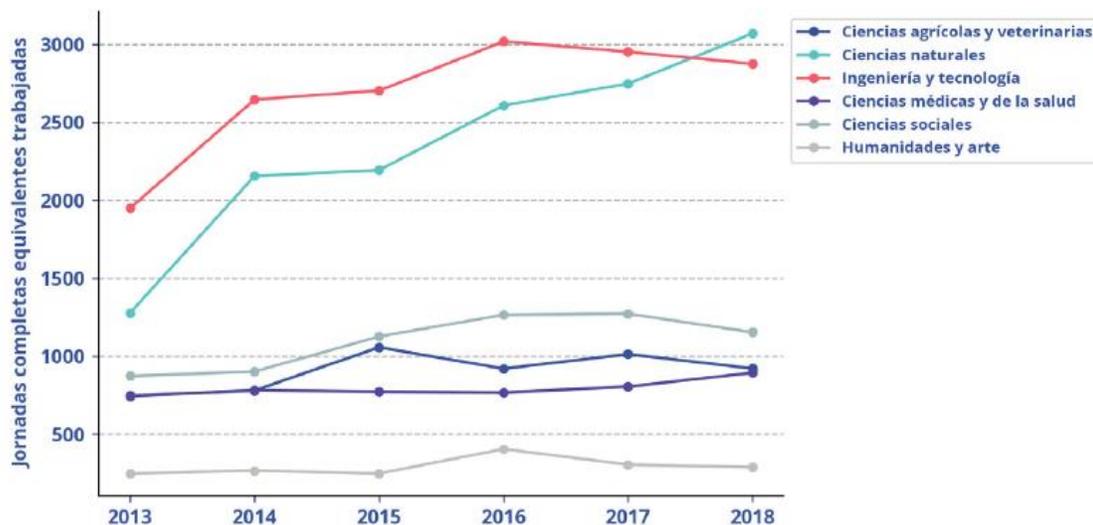
Figura 20. Número de personas con doctorado trabajando cada mil trabajadores-as en la región, año 2019



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

En cuanto a diversidad se observa que existe mayor cantidad de investigadores-as JCE en las áreas de ciencias naturales, ingeniería y tecnología, siendo los y las que más han aumentado en el período 2013-2018 (ver figura 21). Cabe recalcar que muchos de los desafíos que enfrenta la transición hacia el desarrollo sostenible no pueden ser abordados desde una sola disciplina y todas ellas son relevantes para tener aproximaciones interdisciplinarias e integrales.

Figura 21. Evolución del número de investigadores-as según disciplina

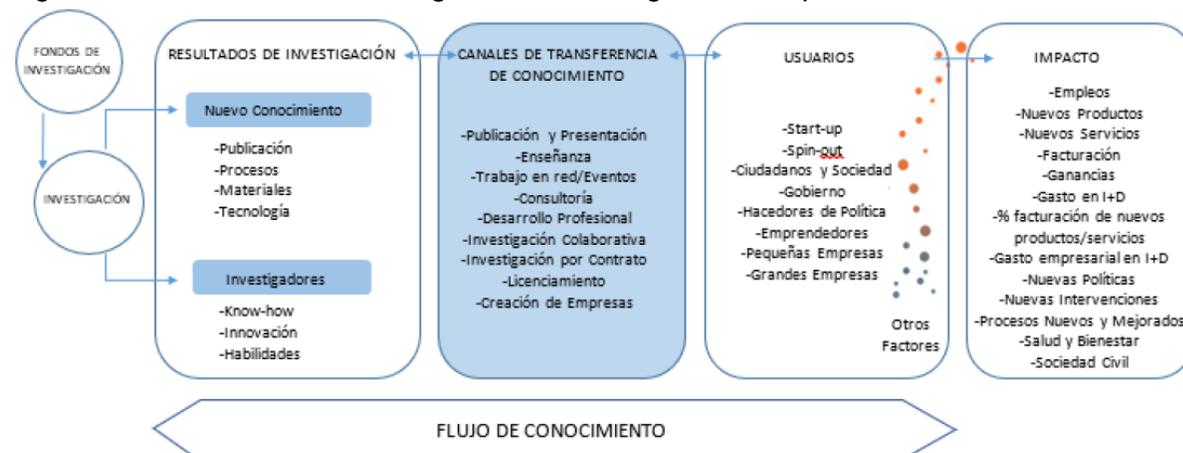


Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2]. Nota: No se incluyeron los datos 2019 y 2020 corregidos por no respuesta.

Conectores

El concepto de transferencia tecnológica y de conocimiento es “el proceso a través del cual las entidades que generan conocimiento a través de I+D, transfieren ese conocimiento al mercado o a la sociedad, generando valor” [61]. En la figura 22 se presenta un esquema de la transferencia y sus elementos.

Figura 22. Transferencia tecnológica de la investigación al impacto



Fuente: Traducido de Campbell *et al.* 2020, obtenido del reporte “Evaluación de Resultados de las Oficinas de Transferencia y Licenciamiento”[61]

En un estudio realizado el año 2008, se recoge el diagnóstico de que a pesar de una creciente inversión en I+D y aumento en los índices de productividad científica, eso no se estaba traduciendo en un aumento en los indicadores de productividad comercial, observándose un bajo número de solicitudes de patentes[61]. Se detecta que a nivel institucional los Centros de I+D y universidades tenían menores resultados en transferencia tecnológica debido a la escasez de capital humano especializado, infraestructura especializada, capital financiero para la transferencia tecnológica y capital social por parte de las instituciones. Para abordar estas brechas se crean distintos tipos de conectores como las Oficinas de Transferencia y Licenciamiento (OTL) y posteriormente, los *Hubs* de transferencia tecnológica.

Oficinas de Transferencia y Licenciamiento (OTL) y Hubs de transferencia tecnológica

InnovaChile implementó un programa en el año 2011 orientado a fortalecer las OTL de las Universidades y Centros Tecnológicos[61]. Las OTL son unidades que buscan transferir el conocimiento y la creación de negocios a partir de los resultados de actividades de I+D. La creación de las OTL ha ido gradualmente aumentando y ha recibido apoyo de CORFO en distintas etapas.

El año 2021, 23 OTL que recibieron financiamiento de CORFO se encontraban vigentes. Estas están alojadas en universidades, con excepción de aquella alojada en INIA (ver tabla 3). Hoy en día, la mayoría de las universidades que realizan I+D cuentan con una OTL, sin embargo, estas son heterogéneas en cuanto a sus capacidades y recursos[61].

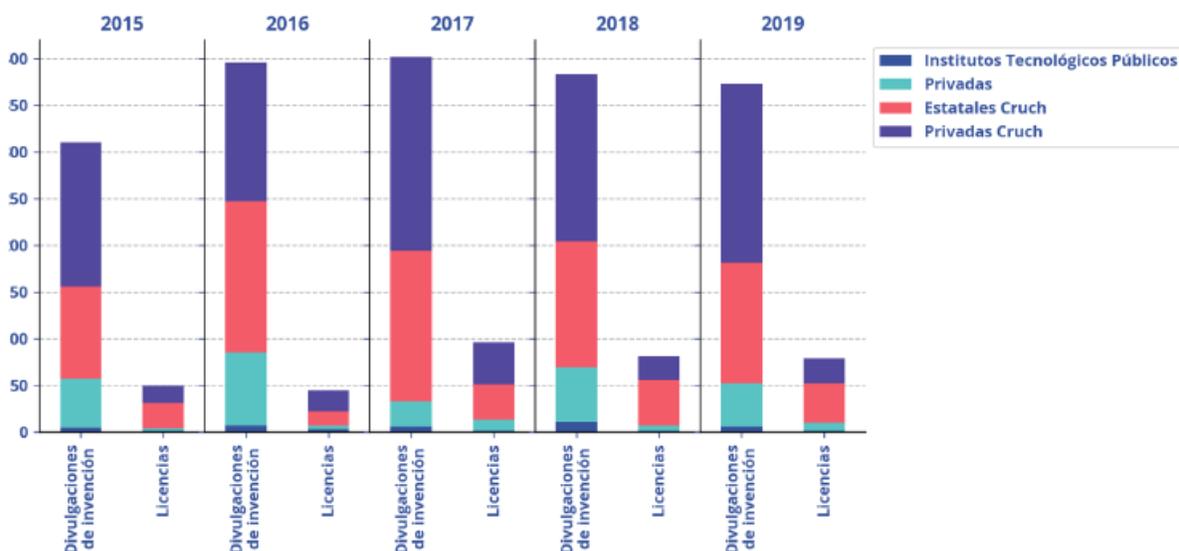
Tabla 3. OTL que recibieron financiamiento Corfo vigentes en 2021

N°	Siglas	Institución	Año inicio de actividades	Antigüedad	Tipo de Institución	Clasificación según CORFO	N° de veces que recibieron financiamiento de CORFO	Años que recibieron financiamiento CORFO
1	PUC	Pontificia Universidad Católica	2010	10	Privada Cruch	ALTO	4	2011-2014-2016-2018
2	UCHILE	Universidad de Chile	2014	6	Estatad Cruch	ALTO	4	2011-2014-2016-2018
3	UDEC	Universidad de Concepción	2012	8	Privada Cruch	ALTO	4	2011-2014-2016-2018
4	USACH	Universidad de Santiago de Chile	2010	10	Estatad Cruch	ALTO	4	2011-2014-2016-2018
5	USM	Universidad Técnica Federico de Santa María	2012	8	Privada Cruch	ALTO	4	2011-2014-2016-2018
6	INIA	Instit. de Investigaciones Agropecuarias	2011	9	Pública no universitaria	MEDIO	4	2011-2014-2016-2018
7	PUCV	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	2011	9	Privada Cruch	MEDIO	4	2011-2014-2016-2018
8	UA	Universidad de Antofagasta	2013	7	Estatad Cruch	MEDIO	4	2012-2015-2017-2019
9	UAB	Universidad Andrés Bello	2010	10	Privada	MEDIO	3	2011-2015-2018
10	UAI	Universidad Adolfo Ibáñez	2012	8	Privada	MEDIO	4	2011-2014-2016-2019
11	UANDES	Universidad de los Andes	2012	8	Privada	MEDIO	3	2014-2016-2018
12	UCN	Universidad Católica del Norte	2011	9	Privada Cruch	MEDIO	3	2011-2015-2019
13	UCSC	Universidad Católica de la Santísima Concepción	2015	5	Privada Cruch	MEDIO	4	2011-2014-2016-2018
14	UFRO	Universidad de la Frontera	2013	7	Estatad Cruch	MEDIO	4	2011-2014-2016-2018
15	UTALCA	Universidad de Talca	2008	12	Estatad Cruch	MEDIO	4	2011-2014-2016-2018
16	UVV	Universidad de Valparaíso	2013	7	Estatad Cruch	MEDIO	3	2011-2015-2018
17	UACH	Universidad Austral de Chile	2013	7	Privada Cruch	BAJO	3	2011-2015-2019
18	UBB	Universidad del Bío – Bío	2013	7	Estatad Cruch	BAJO	4	2012-2014-2016-2018
19	UCT	Universidad Católica de Temuco	2016	4	Privada Cruch	BAJO	2	2016-2018
20	UDD	Universidad Del Desarrollo	2014	6	Privada	BAJO	3	2014-2016-2018
21	ULAGOS	Universidad de Los Lagos	2015	5	Estatad Cruch	BAJO	3	2015-2017-2019
22	USS	Universidad de San Sebastián	2015	5	Privada	BAJO	3	2015-2017-2019
23	UST	Universidad Santo Tomás	2016	4	Privada	BAJO	3	2015-2017-2019

Fuente: Reporte “Evaluación de Resultados de las Oficinas de Transferencia y Licenciamiento”[61]

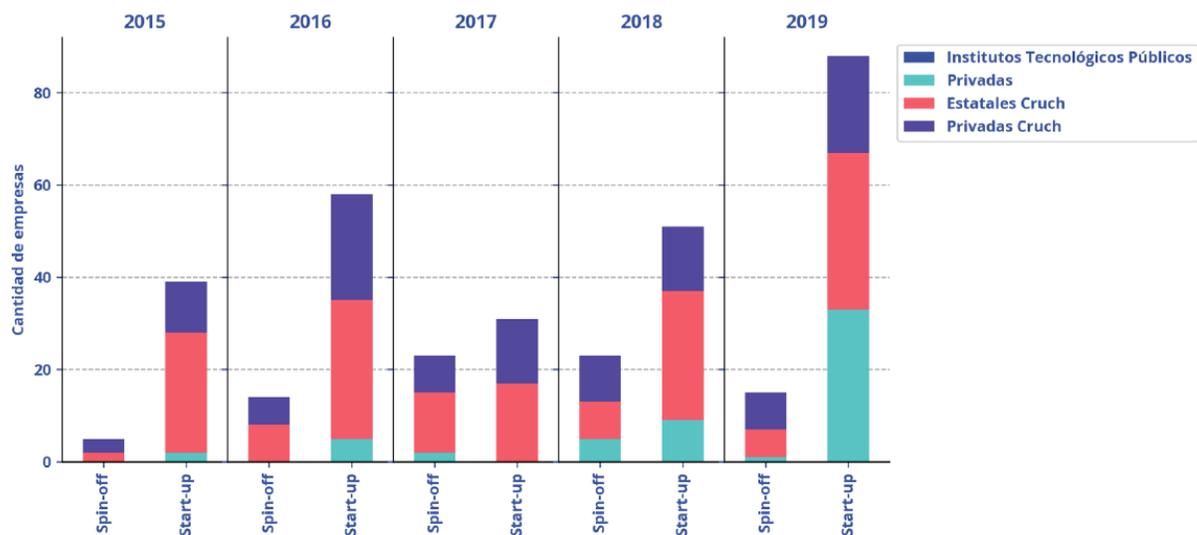
Las OTL han requerido de un largo período para ir construyendo capacidades que estaban ausentes en el país, formando gestores tecnológicos, cambiando la cultura institucional de las universidades para promover una conexión más cercana con el sector productivo y creando redes de colaboración nacionales e internacionales. De acuerdo a la evaluación realizada en 2020, las OTL han logrado generar transferencia a partir de la divulgación de invención y el licenciamiento (ver figura 23). También, han logrado la transferencia a través de la creación de *spinoffs* y *startups*, apreciándose un salto importante en la cantidad de *startups* creadas desde 2015 a 2019, crecimiento que se explica por *startups* creadas a partir de universidades privadas (ver figura 24).

Figura 23. Evolución del número de divulgaciones de invención y el número de licenciamientos gestionados por oficinas de transferencia y licenciamiento (OTL)



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

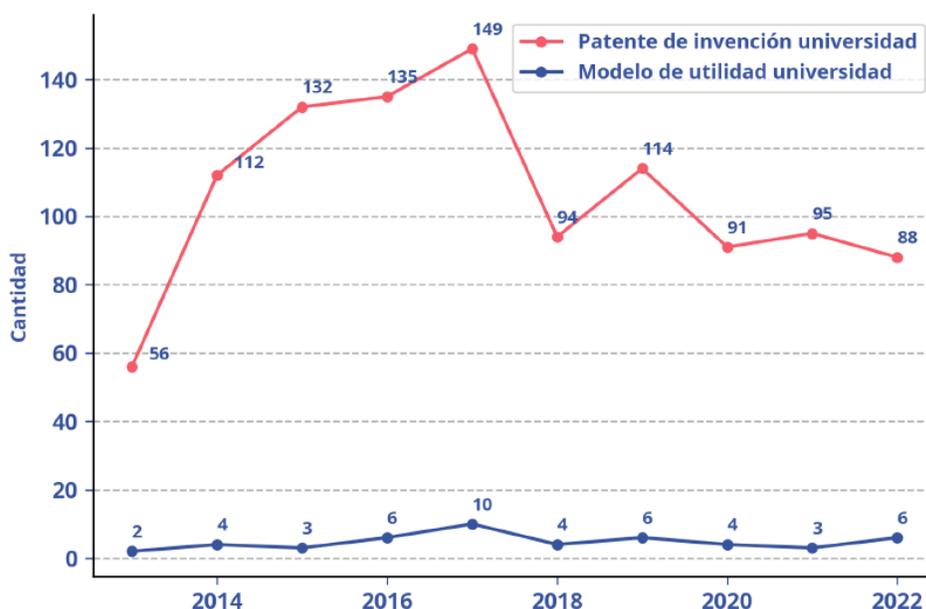
Figura 24. Evolución del número de *spin-offs* y *startups* creadas con apoyo de las oficinas de transferencia y licenciamiento (OTL)



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

En contraste con los resultados que se muestran en las OTL, en los datos de INAPI observamos una caída en la cantidad de solicitudes de patentes de invención y modelos de utilidad por parte de las universidades chilenas (ver figura 25). Sin embargo, esto puede explicarse en parte, como respuesta a un estímulo de promoción del patentamiento desde los fondos públicos, durante los años 2000, que tuvo como resultado la solicitud de muchas patentes que luego no pudieron ser comercializadas. Esto llevó a reevaluar los programas públicos para incentivar que el patentamiento estuviera asociado al potencial comercial de la invención y así no desperdiciar recursos innecesariamente, por ejemplo, se pidió que existiera asesoría de expertos que asesorarán en los mecanismos de protección de propiedad intelectual.

Figura 25. Evolución de las solicitudes de patentes de invención y modelos de utilidad por parte de universidades chilenas



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

Las capacidades en materia de transferencia han ido aumentando gradualmente en el país. Una señal de ello es la creación de la Red de Gestores Tecnológicos (RedGT), *organización sin fines de lucro creada el 2013 y que cuenta actualmente con más de 140 profesionales de distintas disciplinas, comprometidos en contribuir al desarrollo económico y social del país a través de la gestión de la innovación*[62].

Otro actor relevante en el Ecosistema CTCI que realiza actividades de transferencia son los *Hubs* de Transferencia Tecnológica. Estos se crean a partir de un programa de Corfo en 2015, basado en un modelo “*on campus – off campus*”, es decir buscando crear organismos que no estaban insertos en las universidades (*off campus*) llamados Hub, que colaborarían con las OTL

mejorando la tasa de éxito de la comercialización a nivel internacional. El objetivo de este programa fue “...aumentar la cantidad y proyección nacional e internacional de los negocios tecnológicos basados en los resultados de I+D generados en universidades y centros de investigación nacionales, con el fin de aumentar la productividad y la diversificación de la economía chilena...”[61]. Actualmente existen 3 *Hubs* vigentes que reciben apoyo de ANID/CORFO, y que en su conjunto apoyan al total de universidades del país, algunas otras instituciones de educación superior y de investigación:

- Hubtec: que tiene como socios a la Pontificia Universidad Católica (PUC), la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUCV), la Universidad de la Frontera (UFRO), la Universidad Andrés Bello (UNAB), la Universidad de Los Andes (UANDES), la Universidad del Desarrollo (UDD) y la Universidad de Valparaíso (UVV).
- APTA: que tiene como socios a la Universidad de Concepción (UDEC), la Universidad Adolfo Ibáñez (UAI), la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), la Universidad Técnica Federico Santa María (USM), la Universidad de Santiago de Chile (USACH), la Universidad de Tarapacá (UTA), la Universidad de Atacama (UATACAMA), la Universidad Autónoma (UA), la Universidad Católica del Norte (UCN), la Universidad de La Serena (ULASERENA), la Universidad Santo Tomás (UST), la Universidad Mayor (UMAYOR), el Instituto Nacional de Capacitación (INACAP), el Centro de Investigación Científico para la Minería (CICITEM) y el Instituto Milenio de Oceanografía (IMO).
- Know-Hub: que tiene como socios a la Universidad de Chile (UCHILE), la Universidad Austral de Chile (UACH), la Universidad de Los Lagos (ULAGOS), la Universidad Católica de Temuco (UCT), la Universidad del BioBio (UBIOBIO), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la Universidad Católica del Maule (UCMAULE), la Universidad de Talca (UTALCA), Centro de Estudios en Alimentos Procesados (CEAP), la Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM) y el Instituto Milenio de Neurociencia Biomédica (BNI)[61].

La relación de las OTL con los *Hubs* fue inicialmente de competencia, lo que fue en parte debido a que los resultados e indicadores exigidos a ambos son los mismos, promoviendo competencia más que la colaboración. Se suma a ello que ambos tipos de instituciones dependen de financiamiento concursable. Los *Hubs* han buscado espacios donde es posible apalancar las ventajas de la agregación de oferta tecnológica y evitar competir con las OTL, tales como: generar articulaciones con empresas nacionales para convocatorias de innovación abierta donde las OTL/universidades pueden ofrecer servicios avanzados, ofrecer servicios de *company building* a las *spin-offs* universitarias, especialmente para aquellas que no cuentan con incubadoras o las incubadoras no se especializan en *spin-offs* de base científica-tecnológica y vinculación y transferencia de tecnologías en el mercado internacional ya que tienen mayor capacidad de convocar empresas internacionales, generando casos de éxito relevantes[61].

Algunos desafíos pendientes en el ámbito de la transferencia tecnológica son, en primer lugar, apostar decididamente por apoyar las capacidades de I+D en el Ecosistema CTCl, ya que el éxito de la transferencia depende de la intensidad de las actividades de I+D de las instituciones. En segundo lugar, en materia de transferencia en Chile se ha adoptado un enfoque de *technology-push* sobre el de *market-pull*, es decir se hacen desarrollos y luego se busca comercializarlos. Una de las razones de que esto suceda es que el modelo original adoptado por las OTL concentraba el interés sobre el aumento del patentamiento. El enfoque de *market-pull* se basa en partir de una demanda del mercado o la sociedad para luego generar un desarrollo. Si bien esto ha ido evolucionando en el tiempo, todavía la articulación de las OTL con otros actores importantes del ecosistema (por ejemplo: empresas, incubadoras e inversionistas) es muy limitada, reduciendo las oportunidades de *market-pull* y de transferencia. Se requiere conexiones y colaboración con actores que demandan tecnología y desarrollos para iniciar colaboraciones tempranas que permitan co-desarrollos y relaciones más permanentes que meramente transaccionales y temporales. En tercer lugar, la estructura de incentivos en instituciones como universidades y Centros de I+D está puesta en publicaciones científicas más que en la transferencia lo que si bien ha ido cambiando aún es un freno importante a la transferencia. Se reconoce, además, que existe una madurez heterogénea entre las OTL de distintas instituciones y que es necesario abordar aspectos claves como la intensidad de I+D de la institución, recursos, la cultura institucional y la estructura interna de incentivos.

Otro aspecto a considerar es que tanto las OTL como los *Hubs* nacen (en la lógica impuesta por las agencias públicas) con un enfoque en generar valor económico a partir de la I+D a través del patentamiento y licenciamiento de tecnologías e innovaciones. Este foco es importante, pero tomando en cuenta que el aporte al desarrollo sostenible va más allá de la dimensión económica, la transferencia hacia otros sectores de la sociedad como el sector público, ONG y otras organizaciones de la sociedad civil podrían contribuir a generar valor en un sentido más amplio (esto se grafica en la figura 22 arriba).

La transferencia hacia estos sectores no está siendo sistematizada ni capturada en instrumentos específicos. Sin embargo, existen programas de apoyo a universidades, como Ciencias 2030 e Innovación en Educación Superior basada en I+D (InES) que buscan promover la conexión y transferencia de forma más amplia entre las universidades y otros actores.

Incubadoras, Aceleradoras y Capital de riesgo

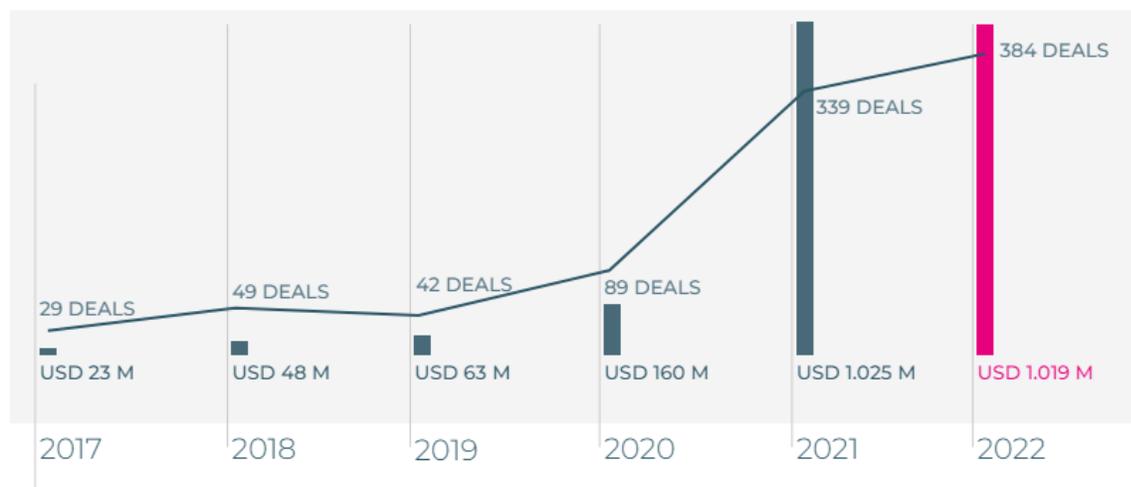
Las incubadoras, aceleradoras y el capital de riesgo (*venture capital*) cumplen un rol central en el Ecosistema CTCl, tanto como conectores, como también habilitadores del emprendimiento y la innovación. Las incubadoras brindan apoyo en las etapas iniciales a emprendedores y *startups*, ofreciendo recursos como espacio de trabajo, asesoramiento y redes de contactos, con el objetivo de impulsar el crecimiento y desarrollo sostenible de nuevas empresas. Por otro lado, las aceleradoras se centran en potenciar el crecimiento de *startups* establecidas mediante programas intensivos, mentoría, financiamiento y conexiones estratégicas. A partir del año 2000, se inicia la creación de incubadoras y aceleradoras alojadas en universidades, entre ellas:

Santiago Innova, Incubadora 3IE, Incubatec UFRO, Incuba UDEC, Innovo USACH, Chrysalis de la PUCV, Incuba UC, UDD Ventures, Austral Incuba; a partir del año 2012 surgen además organizaciones independientes como: Digevo ventures, Ganesha Lab y Magical, entre otras[63].

Por su parte, las organizaciones de capital de riesgo o *venture capital* (VC) entregan financiamiento a emprendimientos que tienen mayor riesgo y no acceden a financiamiento en el sistema bancario tradicional. Cabe destacar que algunas organizaciones realizan actividades de incubación, aceleración y actúan como VC al mismo tiempo. Los VC permiten el escalamiento de los emprendimientos, en Chile el sector de capital de riesgo incluye inversionistas, *Family Office* y *Corporate Venture Capital*, los que están reunidos en la Asociación Chilena de Venture Capital[63].

De acuerdo al reporte "Impact Report 2023" de esta asociación, Chile cuenta con una de las industrias de VC más desarrolladas de Latinoamérica, lo que le permite tener un ecosistema de capital de riesgo con variadas oportunidades y actores. Se observa un crecimiento acelerado de la inversión en VC y la cantidad de contratos (*deals*). En 2022, el país alcanzó una inversión récord de US\$1.019 millones mientras que en 2017 era sólo de 23 millones. El total invertido en 2022 casi iguala al 2021, lo que significó una baja de sólo 0,6%. Los *deals* llegaron a los 384, con un ticket promedio de inversión de US\$2,6 millones, lo que representó una leve baja frente a los US\$3 millones del ticket promedio de 2021[63] (ver figura 26).

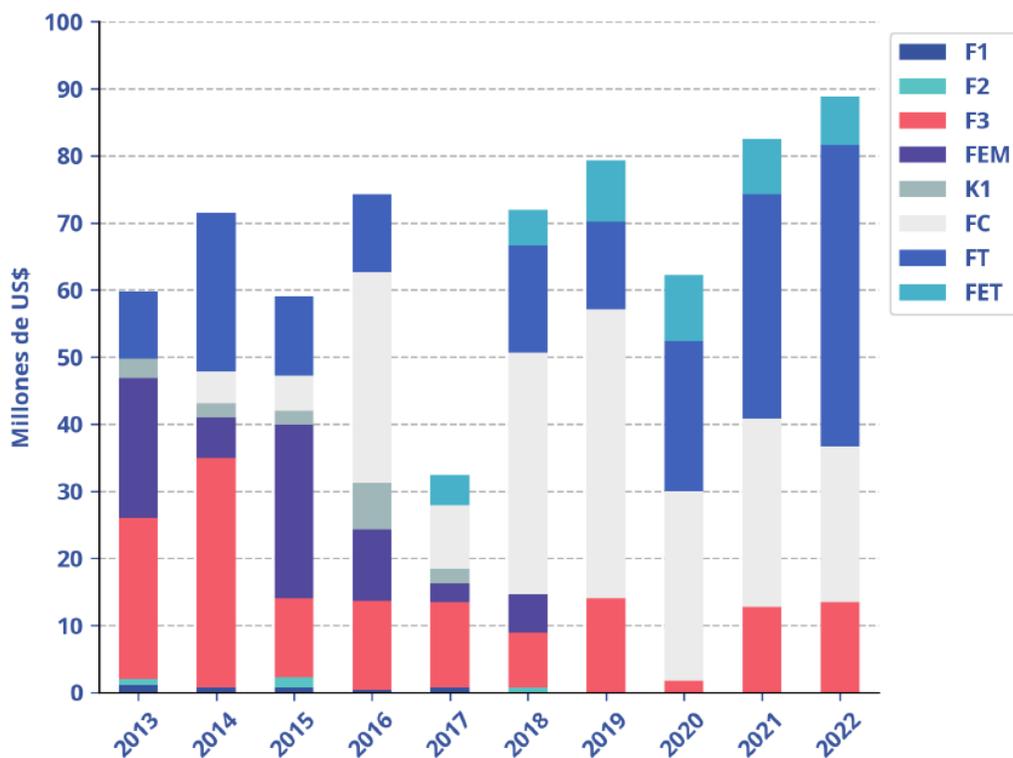
Figura 26. Crecimiento de la inversión en VC en Chile



Fuente: Impact Report 2023 de la Asociación Chilena de VC[63].

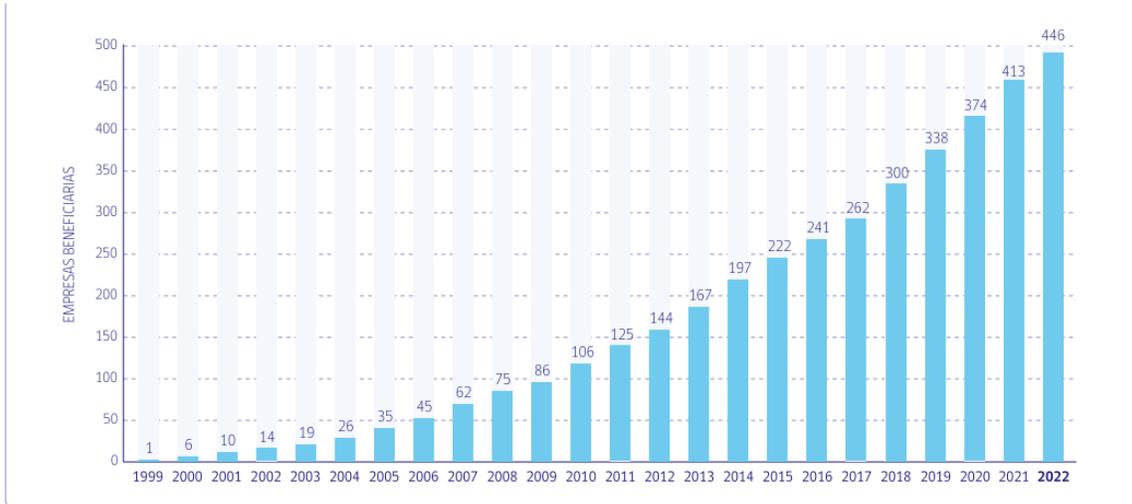
Durante el desarrollo de la industria de Capital de Riesgo, CORFO ha sido un gran impulsor. De acuerdo a datos de CORFO, a la fecha ha comprometido un total de US\$ 1.029 millones (UF 25,5 millones) a los Fondos de Inversión Privados. Este apoyo de CORFO ha sido constante, alcanzando los cerca de 90 millones de dólares en el año 2022, sumando los fondos de Corfo y de privados, y el apoyo a cerca de 450 empresas a la fecha [64] (ver figuras 27 y 28).

Figura 27. Evolución de la inversión según tipo de fondo de inversión entre 2013 y 2022



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2]. Nota: Corresponde a las inversiones totales de los Fondos, incluidas las inversiones con desembolsos CORFO y las inversiones con capital privado del Fondo. Línea F1: Programa De Financiamiento A Fondos de Inversión para el Fomento del Capital de Riesgo, creado en el año 1997 y que suspendió nuevas postulaciones en el año 2004 | Línea F2: Programa de Financiamiento a Fondos de Inversión para el Fomento del Capital de Riesgo - F2, creado el año 2004 y que suspendió nuevas postulaciones en el año 2006 | Línea F3: Programa de Financiamiento a Fondos de Inversión de Capital de Riesgo - F3, creado el año 2006 y que suspendió nuevas postulaciones en el año 2012 | Línea K1: Programa de Inversión Directa de CORFO en Fondos de Inversión, creado en el año 2009 y que suspendió nuevas postulaciones en el año 2011 | Línea FEM: Programa de Financiamiento a Fondos de Inversión de Capital de Riesgo - Fondos de Exploración Minera (FENIX), creado el año 2011 y que recibió postulaciones de fondos por medio de modalidad de convocatoria abierta y única | Línea FT: Programa de Financiamiento a Fondos de Inversión de Capital de Riesgo - Fondos Etapas Tempranas (FT), creado en el año 2011 y que aún recibe nuevas postulaciones de fondos | Línea FC: Programa de Financiamiento a Fondos de Inversión de Capital de Riesgo - Fondos Desarrollo y Crecimiento (FC), creado en el año 2012 y que aún recibe nuevas postulaciones de fondos | Línea FET: Programa de Financiamiento a Fondos de Inversión de Capital de Riesgo — Fondos Etapas Tempranas Tecnológicas (FET), creado en el año 2015 y que aún recibe nuevas postulaciones de fondos.

Figura 28. Empresas beneficiadas totales acumuladas por periodo



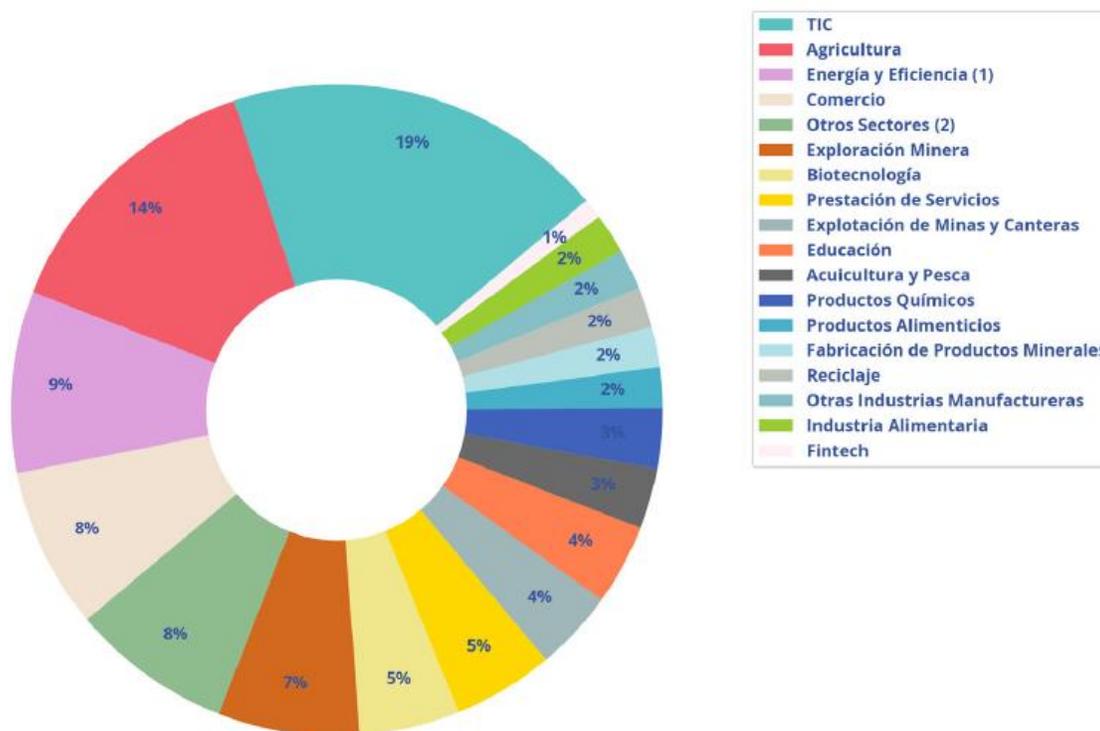
Durante el año 2022, los Fondos de Inversión beneficiaron a 33 nuevas empresas, totalizando al cierre del período un total de 446 empresas.

(1) El número de empresas beneficiarias difiere del total de empresas de la tabla 2, debido a que existe co-inversión de los fondos en varias empresas.

Fuente: Reporte Capital de Riesgo CORFO[64].

En materia de capital de riesgo, de acuerdo al reporte de CORFO, se observa que esta inversión ha estado concentrada en actividades económicas asociadas a tecnologías de la información y comunicación (TIC), agricultura y energía, considerando el período desde el inicio de la industria a diciembre de 2022 (ver figura 29).

Figura 29. Distribución de la inversión de fondos de capital de riesgo por actividad económica (millones de dólares)



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2]. Notas: (1) El sector energía incluye energía solar, energía hidroeléctrica, biomasa, (2) Todos los sectores económicos que concentran menos del 1% de los montos invertidos se incluyen en la categoría “Otros Sectores”.

En 2022, nace un nuevo actor en el escenario de financiamiento a emprendimientos, se crea ScaleX que es un mercado alternativo de la Bolsa de Santiago, fruto de una alianza público-privada entre la Bolsa y CORFO. Busca facilitar a *startups* y otras empresas la obtención de capital a través de una nueva plataforma con regulación y procesos adaptados a sus necesidades. En este mercado, las *startups* en etapa de expansión pueden realizar ofertas públicas sin la obligación de inscribirse en la Comisión para el Mercado Financiero, lo que amplía las oportunidades de financiamiento local e internacional y fortalece a Chile como un *Hub* de Inversión.

Los actores anteriormente mencionados se enfocan principalmente en el mercado, siendo este el principal foco de las políticas CTCl. Esto ha puesto el acento en promover la innovación empresarial dejando más rezagadas a la innovación pública y la innovación social.

Sin embargo, existe una serie de otros actores conectores que se enfocan en otros aspectos y requieren de apoyo y visibilización. Entre ellos, los nodos macrozonales financiados por ANID y

las unidades de vinculación con el medio de instituciones de educación superior. Además, de una serie de personas y entidades que se dedican a la comunicación, divulgación y apropiación ciudadana de la CTCl. No se cuenta con información sistematizada de esta diversidad de conectores y es un aspecto que se debe complementar para tener una visión holística del Ecosistema CTCl. A continuación, se describen los nodos macrozonales mencionados.

Nodos para la aceleración del impacto territorial de la CTCl

Otro actor del Ecosistema CTCl que fue creado para articular y generar sinergias entre actores, en este caso a nivel de macrozonas, son los Nodos para la aceleración del impacto territorial de la CTCl, financiados por ANID. Estos buscan: *“articular el ecosistema local de CTCl. En ese sentido, los Nodos macrozonales buscan identificar y validar brechas para el correcto desarrollo científico-tecnológico de cada macrozona del país, estableciendo prioridades en torno a necesidades o área específicas, desarrollando y proponiendo una Hoja de Ruta para abordarlas”*[65]. Existen actualmente 5 nodos:

- Nodo Macrozona Norte “Nodo Desierto Vivo” (incluye regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama)
- Nodo Macrozona Centro “Nodo CIV-VAL” (incluye las regiones de Coquimbo y Valparaíso)
- Nodo Macrozona Centro Sur “Nodo CTCl Centro sur” (incluye las regiones de O’Higgins, Maule, Ñuble y Biobío)
- Nodo Macrozona Sur “Nodo Conexión Sur” (incluye las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos)
- Nodo Macrozona Austral “Nodo Ciencia Austral” (incluye las regiones de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y la región de Magallanes y La Antártica Chilena)

Nodos de Laboratorios Naturales

Los Nodos de Laboratorios Naturales han buscado fomentar el desarrollo de Laboratorios Naturales del país, a través de proyectos ejecutados de manera colaborativa entre actores del Ecosistema de CTCl, con foco en el fortalecimiento de la actividad científica, y en el desarrollo económico y social de los territorios[65]. Actualmente existen 5 nodos de este tipo:

- Nodo LabAncestral busca proponer un ecosistema agroalimentario integral de desierto, rescatando las prácticas ancestrales para usar las tecnologías -con la mirada de la CTCl- que se complementen hacia la sustentabilidad y sostenibilidad de los sectores productivos actuales y potenciales del territorio en la Provincia del Tamarugal.
- El Nodo Laboratorio Natural Desierto de Atacama, LANDATA, que considera el territorio delimitado geográficamente como Desierto de Atacama (DA). En el norte de Chile el DA se extiende desde, aproximadamente, los 18° de latitud sur hasta el río Copiapó y desde

la costa hasta la vertiente occidental de la Precordillera. Sus límites sur y oriental no son taxativos, sino graduales, desde condiciones híper áridas a áridas/semi áridas, con cambios notorios en su biodiversidad.

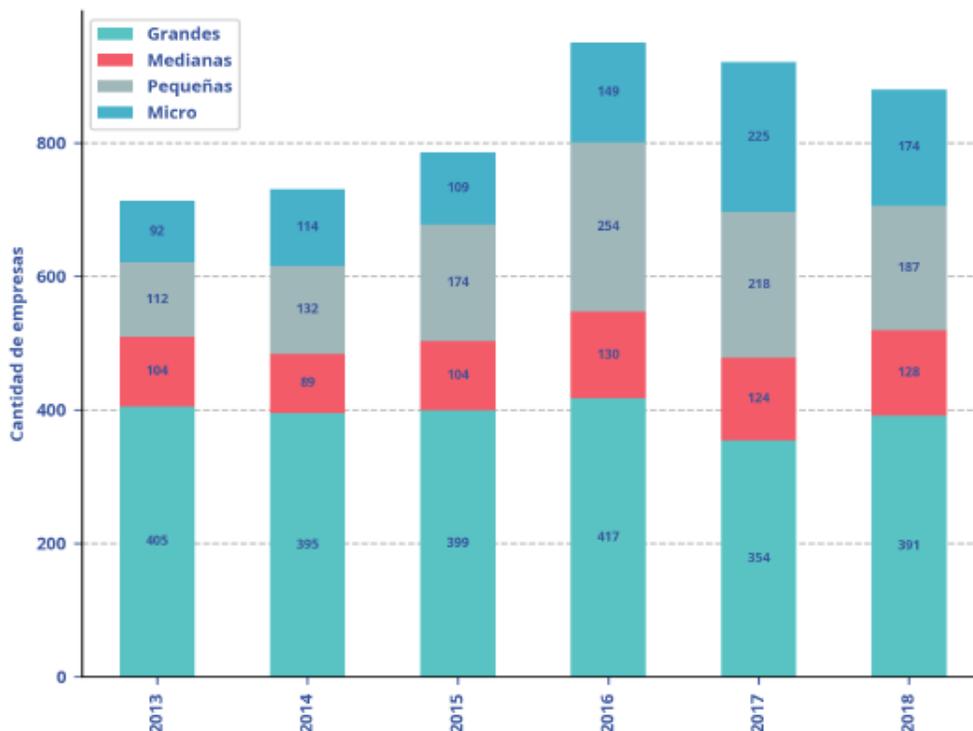
- El Nodo Laboratorio Natural Océano Centro-Norte que tiene por objetivo priorizar y fortalecer la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el espacio marino de las regiones de Atacama, Coquimbo y Valparaíso, con foco en los laboratorios naturales Archipiélago de Humboldt, Sistemas de Surgencia y Sistemas de Bahías de Coquimbo, Valparaíso y Atacama.
- El Nodo Andes del Sur de Chile que tiene como objetivo fortalecer y promover el conocimiento, la investigación de frontera, la valoración intercultural y la conservación de los territorios de montaña del sur de Chile a través de una aproximación socio-ecológica, inter y transdisciplinaria, que permita generar ciencia de punta para el país y el mundo, y con impacto en el desarrollo local.
- El Nodo Laboratorios Naturales Subantárticos tiene como principal objetivo el promover la actividad científica para el desarrollo de este Laboratorio Natural, a través de la articulación de una red colaborativa de actores del ecosistema de CTCl.

Empresas que hacen I+D+i y emprendedores de base científica tecnológica

Empresas

Las empresas son un actor central en la transición hacia un desarrollo sostenible para transformar los sectores productivos y crear nuevas oportunidades a través de nuevos productos y servicios. En ambos casos el uso de la CTCl es central. En nuestro ecosistema, en la Encuesta Nacional de Gasto y Personal en I+D, se observa que si bien ha existido un aumento en la cantidad de empresas que realizan I+D de casi un 24% en 2018 con respecto al año 2013, este aumento no se ha mantenido en el tiempo. Además, se destaca que existen empresas de diversos tamaños que participan en actividades de I+D, siendo las grandes empresas quienes lideran en este aspecto (ver figura 30).

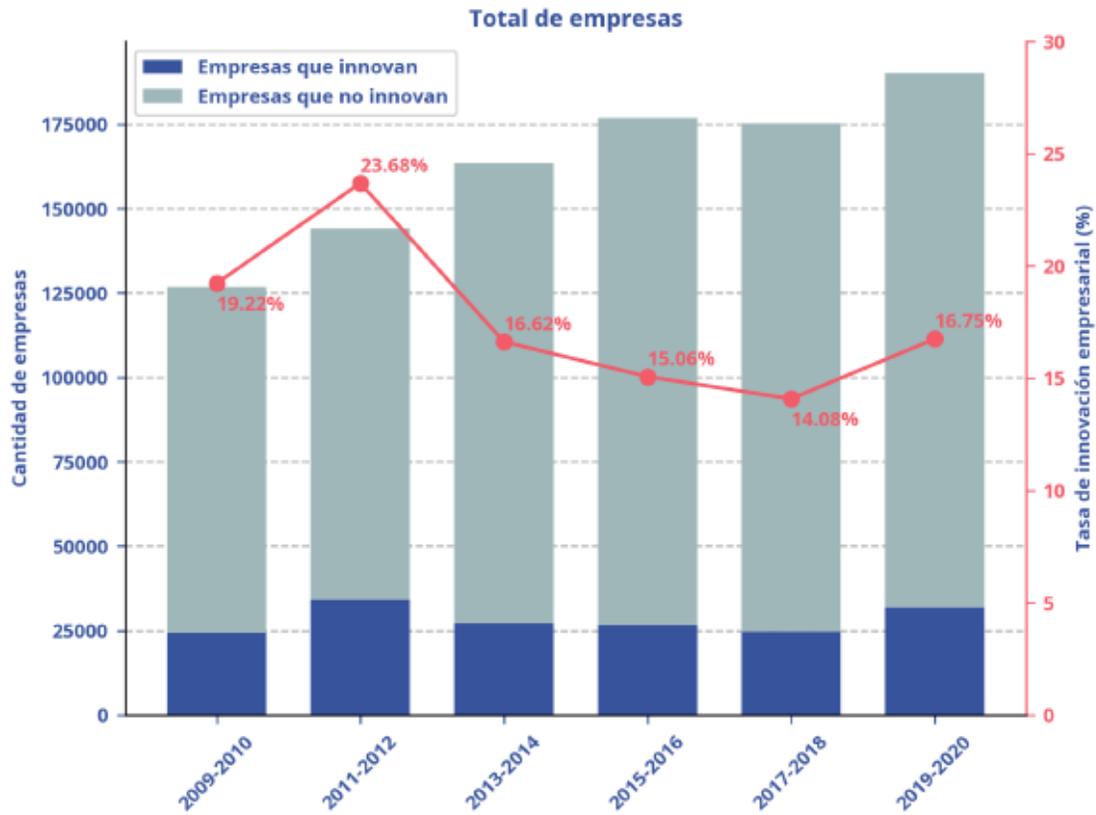
Figura 30. Evolución de empresas que hacen I+D por tamaño de la empresa



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

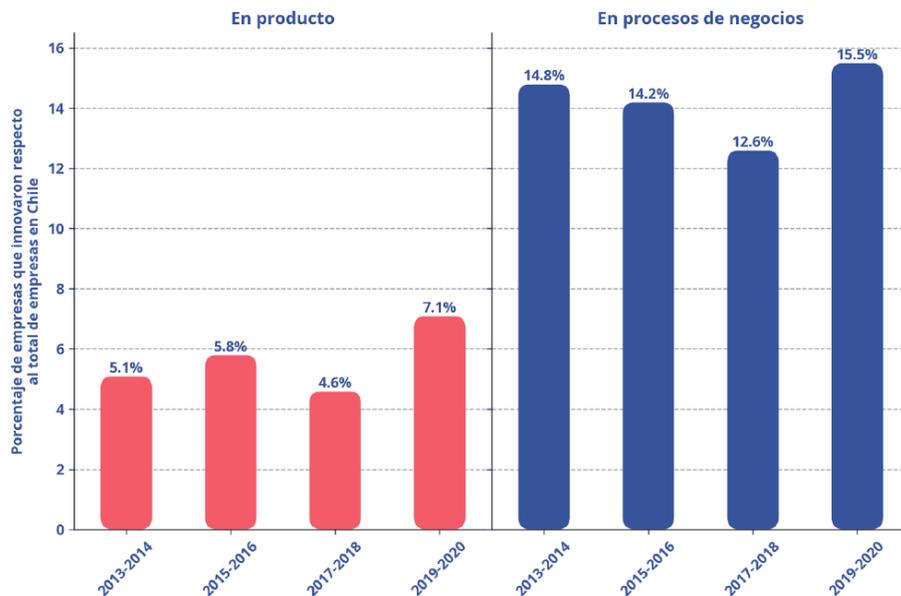
En el porcentaje total de empresas que innovan se observan fluctuaciones en el tiempo. De acuerdo a la Encuesta Nacional de Innovación, el porcentaje aumentó respecto al 2017-2018, pero esto implicó recuperar los niveles de los años 2015-2016 (ver figura 31). Por otra parte, las empresas innovan más en procesos de negocios que en productos, tendencia que se mantiene en el tiempo (ver figura 32).

Figura 31. Evolución de la cantidad de empresas que innovan



Fuente: Reporte "Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años"[2].

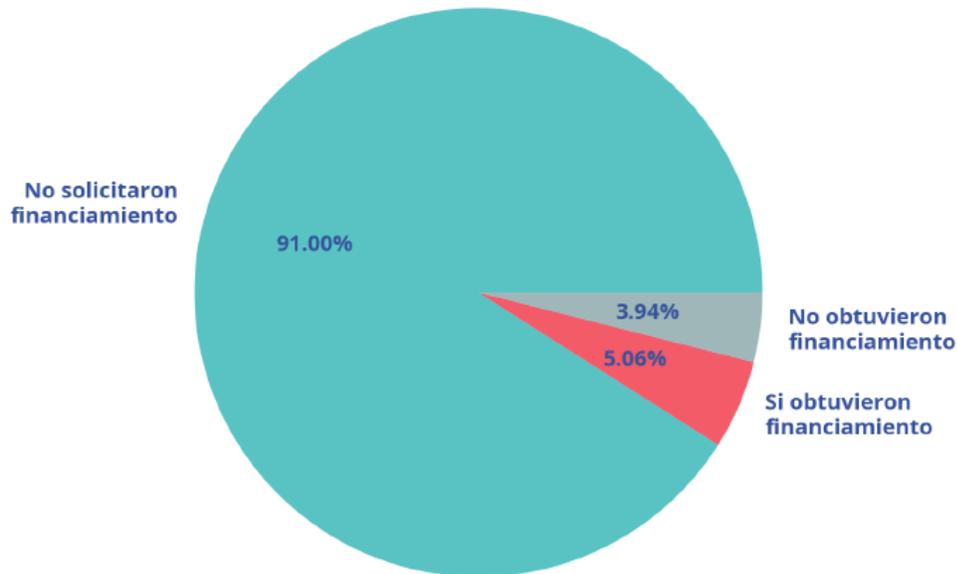
Figura 32. Evolución del Porcentaje de empresas que innovan según tipo de innovación



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

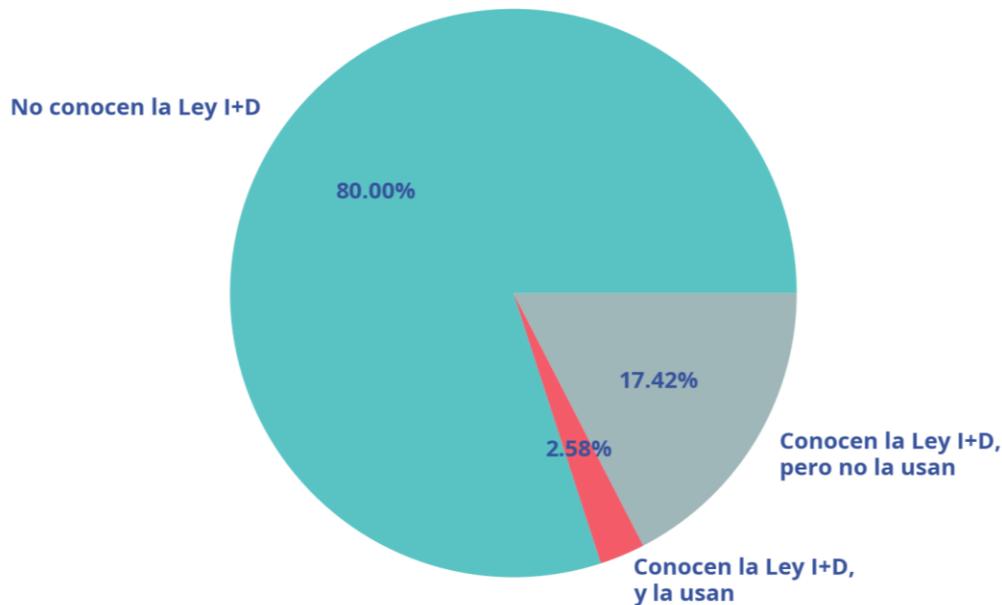
Otro aspecto a señalar, es que se observa que de las empresas que innovaron en el período 2019-2020 un 91% de ellas no solicitó financiamiento público, y de las que lo solicitaron sólo un 5% lo obtuvo. Asimismo, menos de un 3% de ellas utilizó el incentivo tributario para la I+D (ver figuras 33 y 34). Sin embargo, el uso del incentivo tributario para la I+D aumentó en un 300% de 2022 a 2023 por lo que estos resultados podrían variar en las próximas encuestas de innovación (ver figura 35).

Figura 33. Porcentaje de empresas que innovaron que solicitaron financiamiento público (excluyendo el incentivo tributario), período 2019-2020



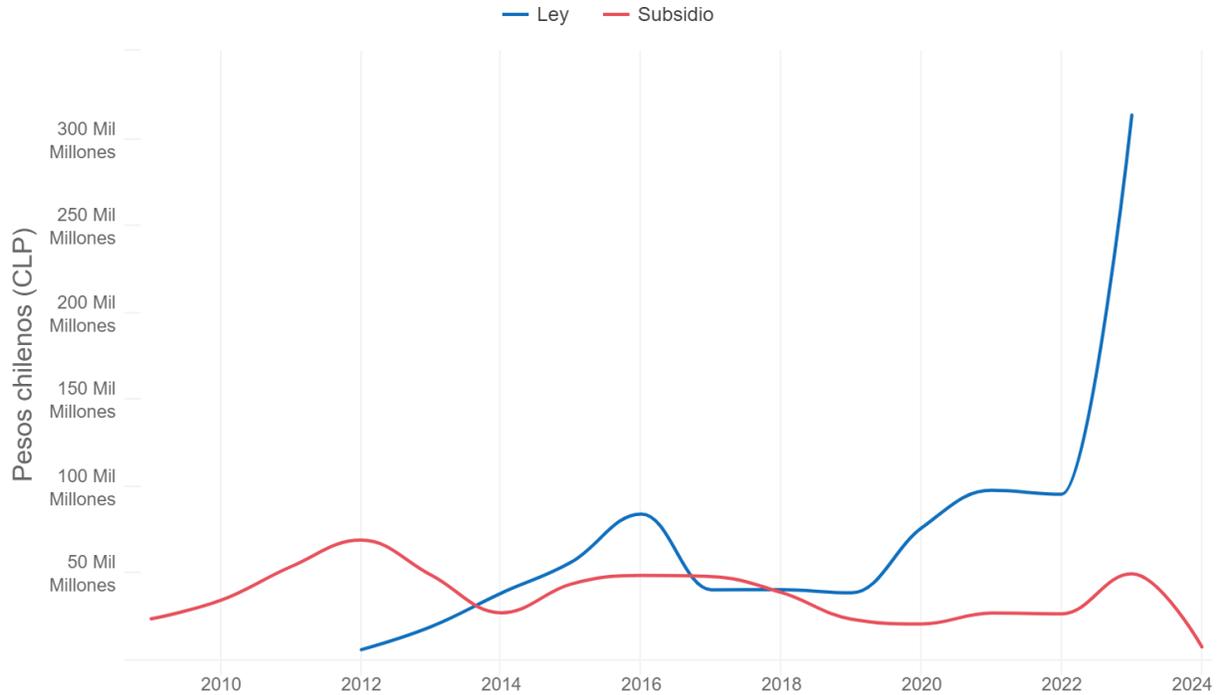
Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

Figura 34. Porcentaje de empresas que conocen y/o hacen uso del incentivo tributario para la I+D, período 2019-2020



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

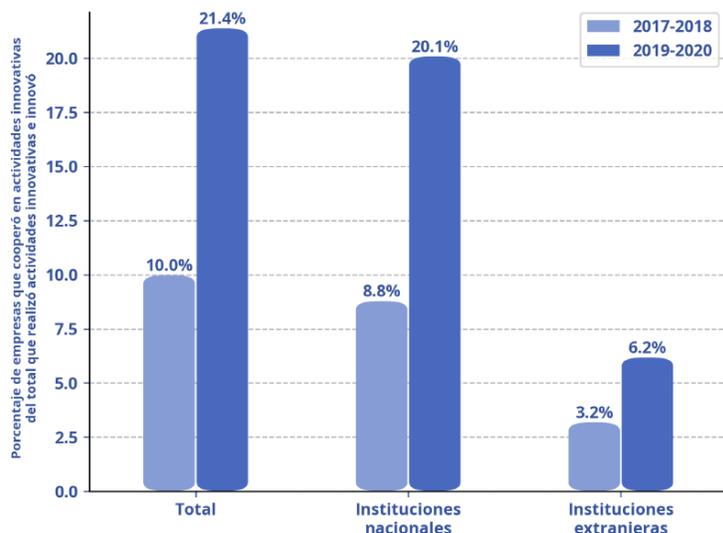
Figura 35. Portafolio de Innova Chile – Subsidio y Ley de Incentivo Tributario a la I+D, proyectos por monto y año de adjudicación



Fuente: Plataforma Data Innovación de CORFO.

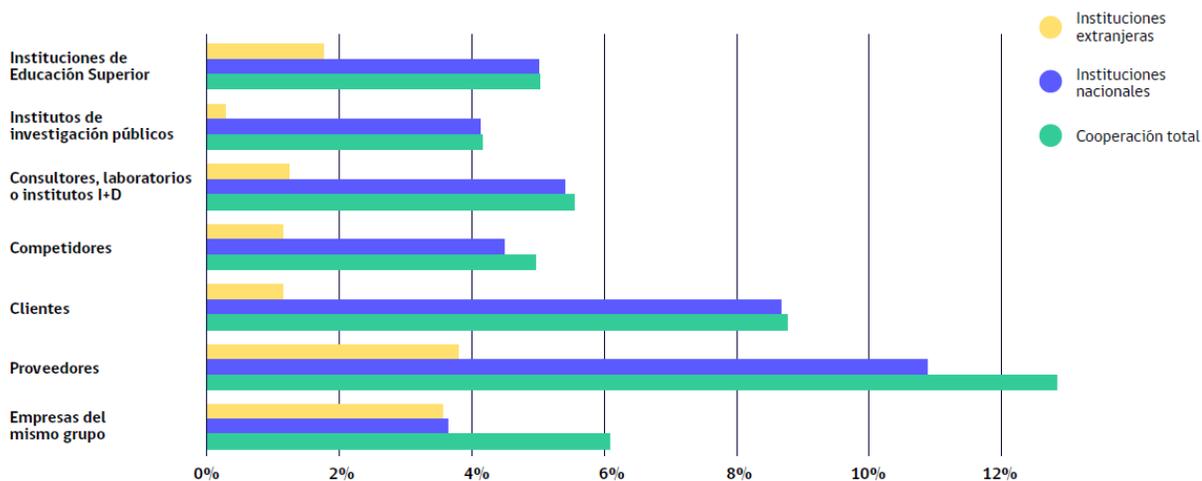
Otra dimensión importante a considerar, es qué tan conectadas están las empresas con otros actores del Ecosistema CTCI para innovar. De acuerdo a los datos de la encuesta de innovación se aprecia que la colaboración aumenta significativamente en el período 2019-2020, aumentando de un 10% a un 21,4% el porcentaje de empresas que cooperan en actividades innovativas. Este aumento se debe principalmente a una mayor cooperación con entidades nacionales (ver figura 36). Las empresas colaboran más con proveedores, clientes y otras empresas que con desarrolladores de I+D (ver figura 37). No se observa un aumento en la colaboración con desarrolladores de I+D con respecto al período anterior.

Figura 36. Evolución del porcentaje de empresas que coopera en actividades innovativas instituciones nacionales o internacionales



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

Figura 37. Actores con los que cooperaron las empresas que realizaron actividades innovativas, período 2019-2020



Fuente: Minciencia, 2023, Presentación de resultados de la Encuesta Nacional de Innovación 2019-2020[66]

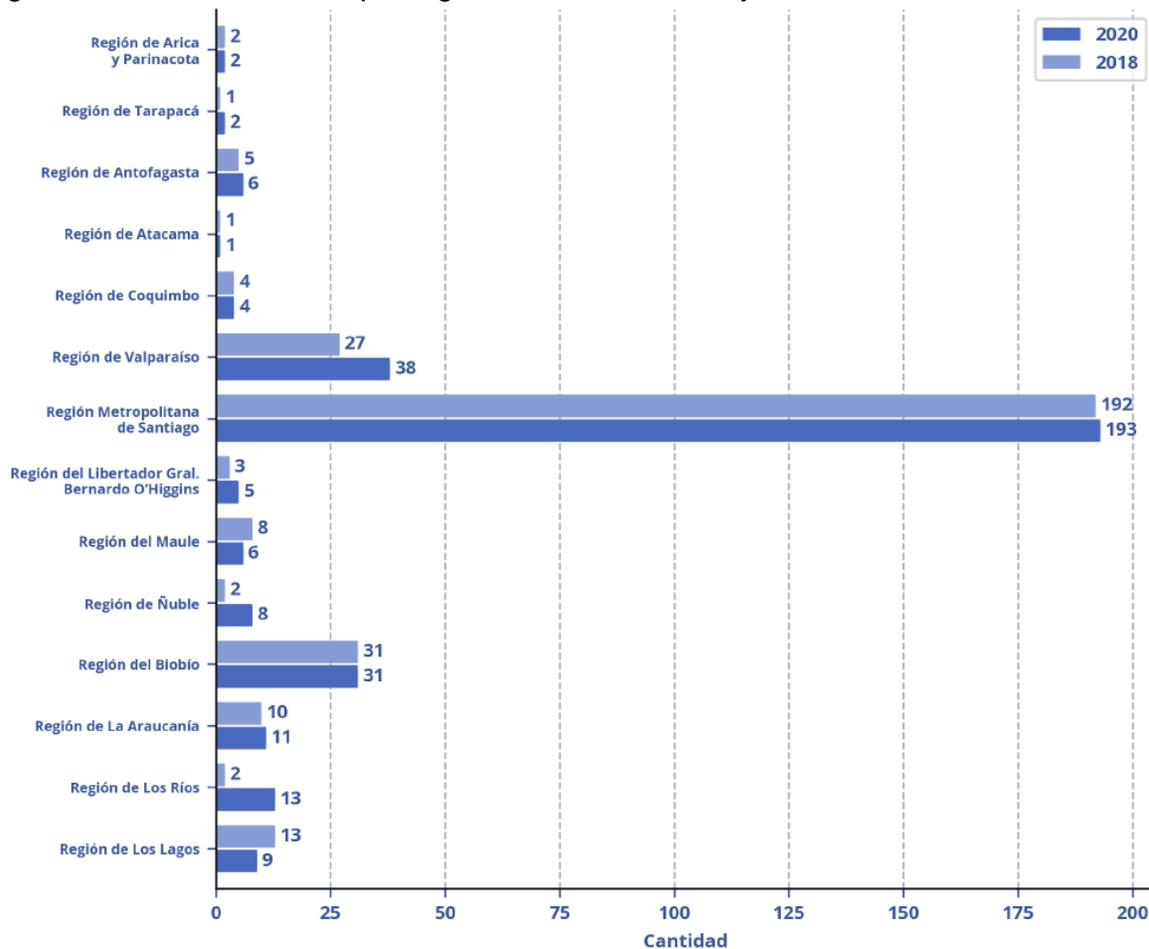
Los datos de las encuestas de innovación muestran que las empresas no han aumentado consistentemente su esfuerzo en incorporar actividades de CTCl en su quehacer y que un desafío sigue siendo una mayor colaboración entre el sector productivo y las entidades que desarrollan I+D+i. Como se comentó anteriormente, en la descripción de los conectores, el enfoque centrado en *market push* está limitando las oportunidades de una mayor conexión.

Existen otros factores que limitan esta conexión, entre ellos, el tipo de empresas y sus capacidades, la competencia entre empresas, visiones cortoplacistas. Se visualizan oportunidades para abordar estas trabas en las orientaciones del Consejo en materia de Desarrollo Productivo Sostenible[9].

Empresas de Base Científico-Tecnológica (EBCT)

Un actor central en el ecosistema que puede contribuir a dinamizar el sector de empresas y aumentar el uso de la CTCI, son los emprendimientos de base CyT. En los catastros de EBCT realizados por Minciencia se observa un aumento de la cantidad total de EBCT registradas: mientras en 2018 había 301, en 2020 se contabilizan 329. La mayoría de ellas se ubican en las regiones Metropolitana, Valparaíso y del Biobío. En el último catastro se ve un notable aumento en las EBCT en las regiones de Valparaíso, Los Ríos y Ñuble (ver figura 38).

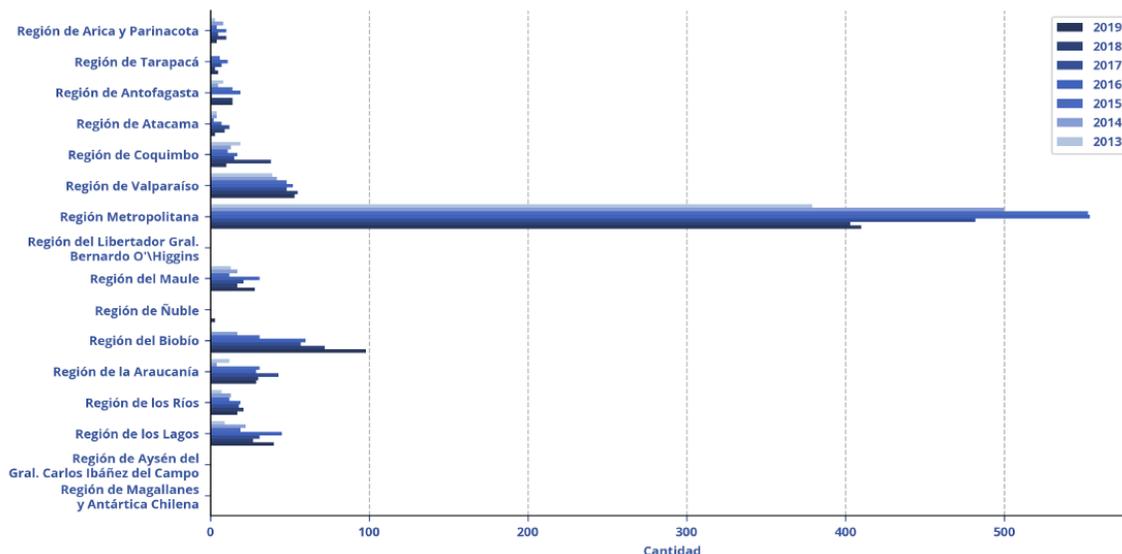
Figura 38. Número de EBCT por región en catastros 2018 y 2020



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

Esta misma tendencia se aprecia en la cantidad de emprendimientos apoyados por CORFO que se concentran en las mismas regiones Metropolitana, Valparaíso y del Biobío, destacando el marcado aumento en esta última. Se observa un aumento también en las regiones de Los Lagos, Los Ríos y Araucanía (ver figura 39).

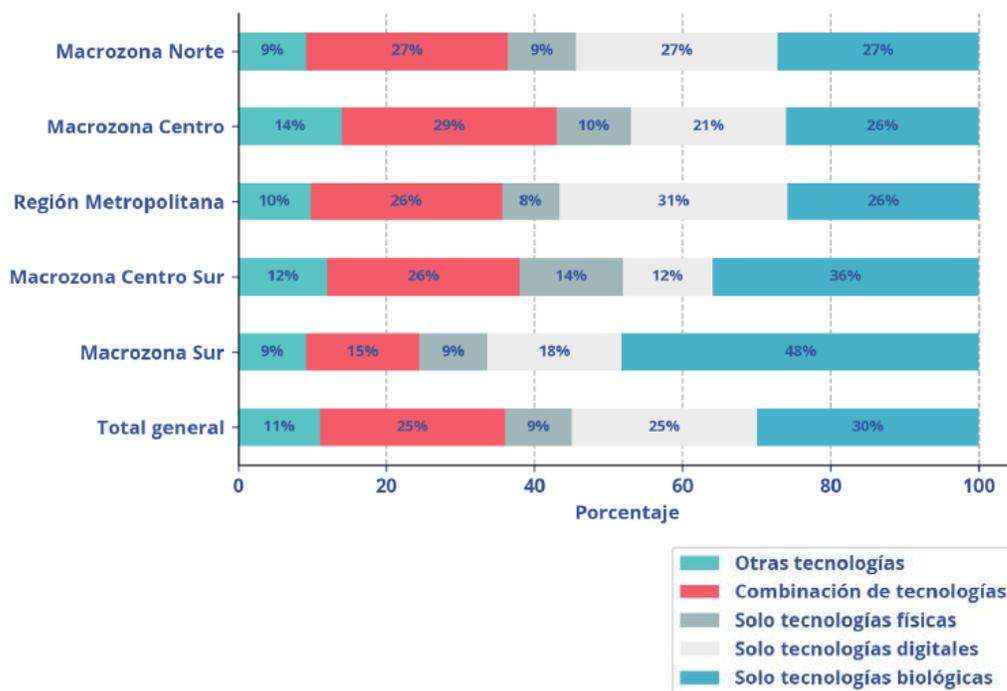
Figura 39. Evolución de la cantidad de proyectos de emprendimiento apoyados por CORFO según región de procedencia



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

De acuerdo al Catastro de EBCT elaborado el año 2021, se observa que las tecnologías predominantes son las biológicas, siendo esto especialmente notorio en la zona sur del país (ver figura 40).

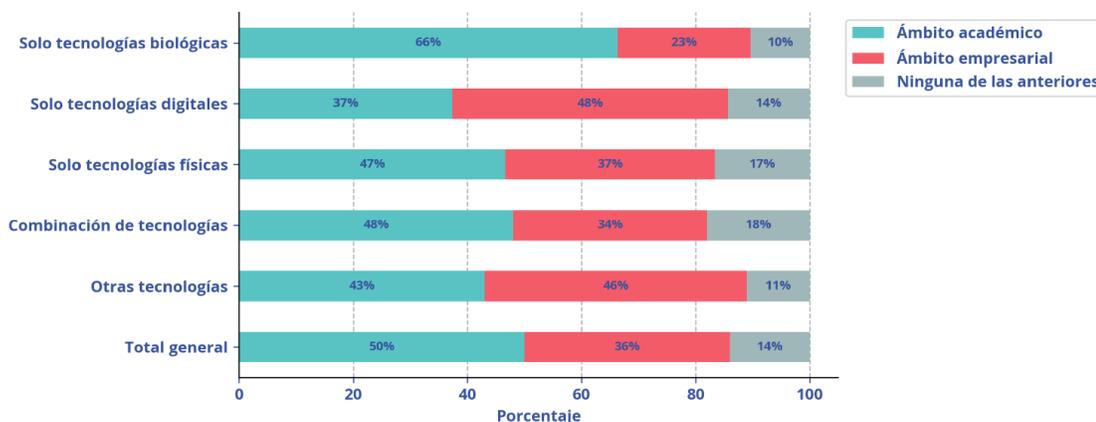
Figura 40. EBCT según tecnología predominante



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

Por otro lado, en las EBCTs que se originan en el ámbito académico predominan las tecnologías biológicas, mientras que las que se originan en el ámbito empresarial predominan las tecnologías digitales (y otros tipos de tecnologías) (ver figura41). Esto tiene relación con el alto nivel de recursos e infraestructura especializadas que requiere el desarrollo de tecnologías biológicas, los que en Chile están generalmente disponibles en el ámbito académico.

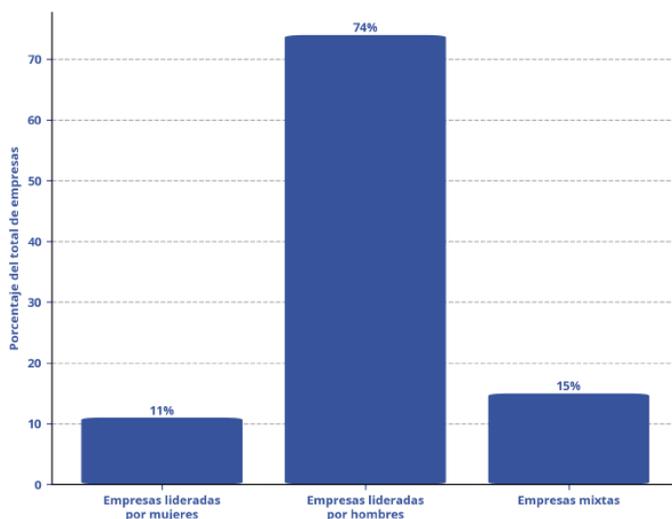
Figura 41. Origen de la idea en la que se basan las EBCT según tecnología predominante



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

Otro aspecto que se observa es que existen grandes brechas en la participación de mujeres, en efecto en las EBCT catastradas, un 74% es liderada por hombres (ver figura 42).

Figura 42. Porcentaje de EBCT lideradas por hombres y mujeres.



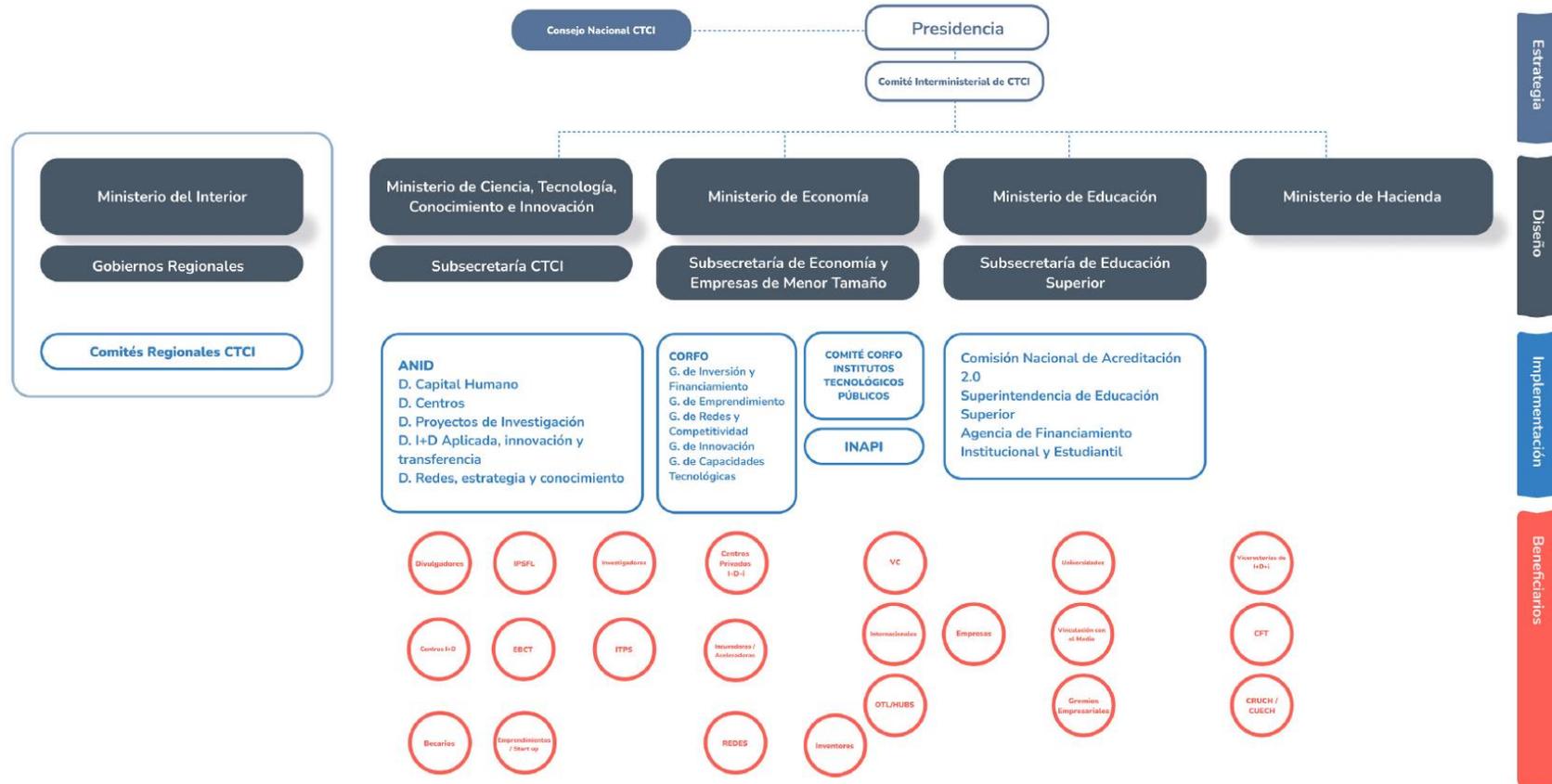
Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2]. Nota: Empresas lideradas por mujeres: la totalidad o mayoría de los socios son mujeres; Empresas lideradas por hombres: la totalidad o mayoría de los socios son hombres; Empresas mixtas: la mitad de los socios son mujeres.

En materia de emprendimiento de base CyT no existe información para analizar qué contribución están haciendo a desafíos de desarrollo sostenible. Es necesario poder tomar en cuenta este factor tanto para la definición de criterios de evaluación como para las medidas que apoyen un escalamiento y trayectoria que aporte al desarrollo sostenible, por ejemplo, creando empleos de calidad en el país y no sólo un retorno económico a sus fundadores. Este es, además, un riesgo si los emprendimientos son finalmente vendidos a empresas internacionales que no se instalen en el país.

Instituciones públicas habilitadoras

Chile cuenta desde el 2019 con una nueva estructura institucional en materia de CTCl. A partir de la promulgación de la ley 21.105, se crea el Minciencia y sus Seremías, se crea la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) como sucesora de CONICYT y se crea el Consejo CTCl, como sucesor del CNID. Esta estructura institucional cuenta con un nivel estratégico, de diseño de políticas y de implementación (ver figura 43).

Figura 43. Diagrama de la institucionalidad pública en materia de CTCI



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2].

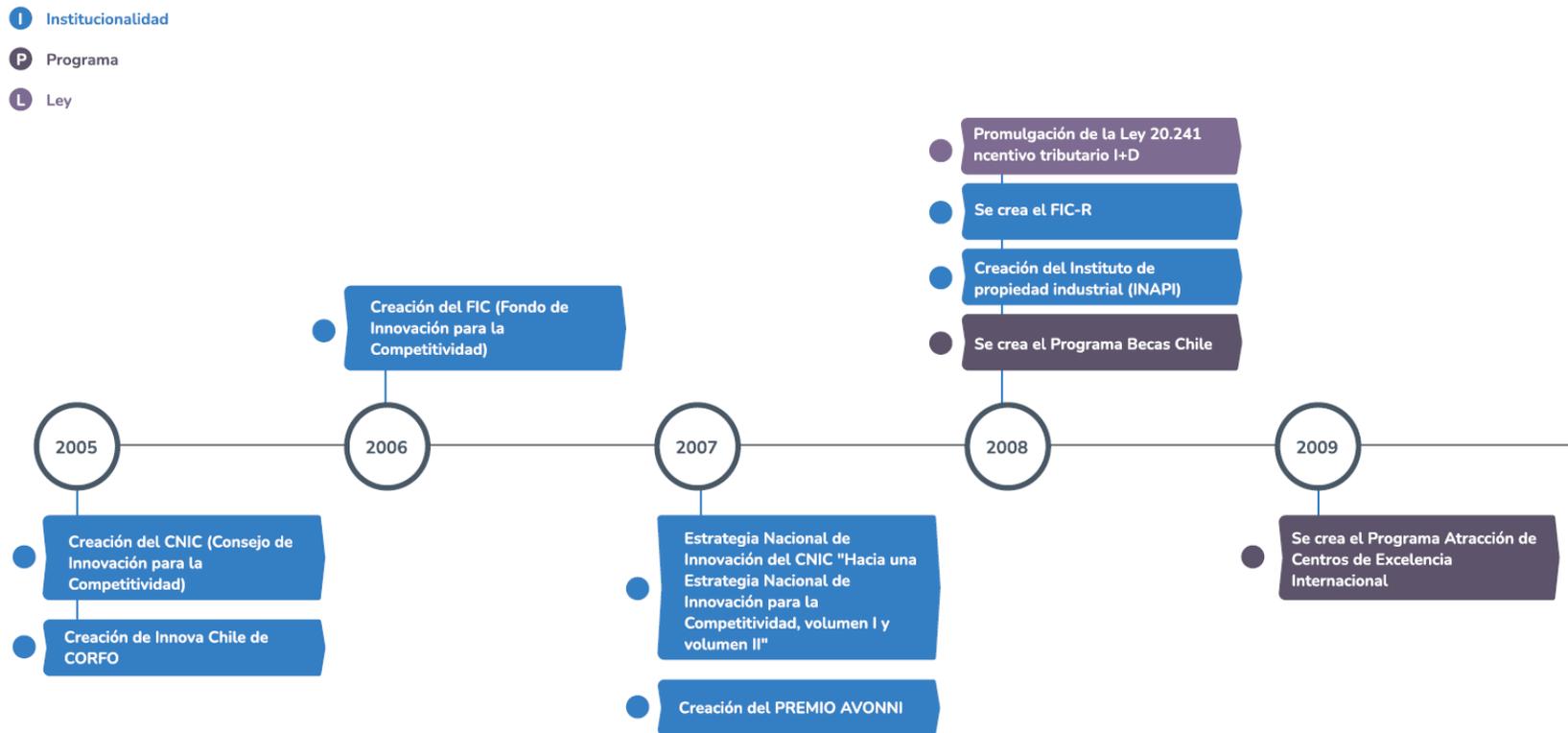
En la Figura 44 se muestra la evolución en la creación de instituciones y programas entre 2005 y 2023. Se puede observar a partir del 2005, una apuesta por el impulso a la competitividad a través de la innovación, con la creación del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC) y del Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad (CNIC) como órgano estratégico.

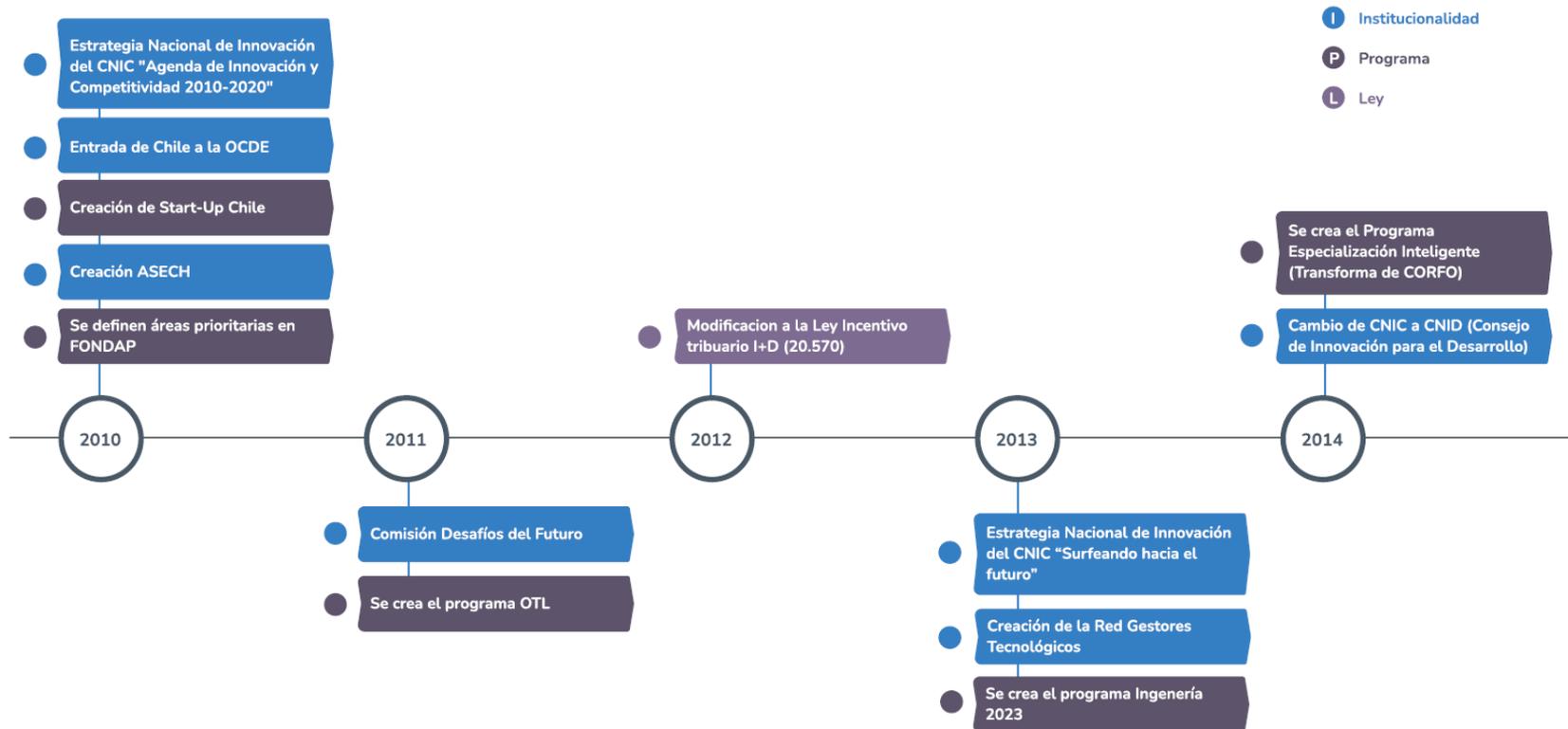
El año 2010 se enfatiza el apoyo a la transferencia tecnológica y el emprendimiento con la creación del Programa *Startup* Chile en 2010, la creación del programa de OTL el 2011 y la Red de Gestores Tecnológicos el 2013. Esto se refuerza el 2020 con la creación del programa *Startup* Ciencia que se enfoca en apoyar emprendimientos con un fuerte componente de I+D. Cabe destacar que las políticas asociadas al emprendimiento han mantenido su apoyo a lo largo de los distintos períodos de gobierno lo que no se ha producido en otras áreas de política de CTCI. En el último tiempo, los programas se han enfocado en apoyar el escalamiento de emprendimientos y el acceso a capital de riesgo.

La creación de una nueva institucionalidad pública en 2019 busca sentar las bases para un sistema más articulado de CTCI, fortaleciendo el rol articulador y de diseño de políticas públicas a través de Minciencia. A nivel regional, se observa que la institucionalidad en la materia es aún incipiente, lo que es fruto del diseño institucional centralizado. Es por ello que uno de los focos de Minciencia y CORFO ha sido reforzar las capacidades institucionales en regiones distintas. Esto se manifiesta en la creación de las Seremías de Minciencia en 2020, el fortalecimiento de los Comités Regionales de CTCI (sucesores de los Comités Regionales de Innovación) en 2022 y 2023 y la ampliación de los Comités de Desarrollo Productivo Regional liderados por CORFO (que partieron el año 2015).

En los últimos años, se aprecia un énfasis en la sostenibilidad, siendo una muestra de aquello la creación del Comité Científico Asesor de Cambio Climático en 2020, el que tiene el rol de brindar asesoramiento al Ministerio del Medio Ambiente en los aspectos científicos que se requieran, entre otros, para la elaboración, diseño, implementación y actualización de los instrumentos de gestión del cambio climático establecidos en la Ley Marco de Cambio Climático. En 2022, por recomendación del Consejo CTCI, se crea el Comité de Capital Natural que busca asesorar y proponer acciones al Presidente-a de la República para la medición, valoración, valorización, protección, restauración y mejoramiento del capital natural de Chile, que permitan integrar la naturaleza y la biodiversidad al proceso de diseño e implementación del desarrollo de nuestro país. El mismo año, se crea el Programa de Desarrollo Productivo Sostenible, iniciativa interministerial que busca impulsar un desarrollo productivo del país que sea sostenible en términos económicos, sociales y ambientales, orientando estratégicamente los esfuerzos de distintos actores en el ámbito económico, mediante la incorporación de mayor conocimiento, innovación y tecnología a las actividades productivas.

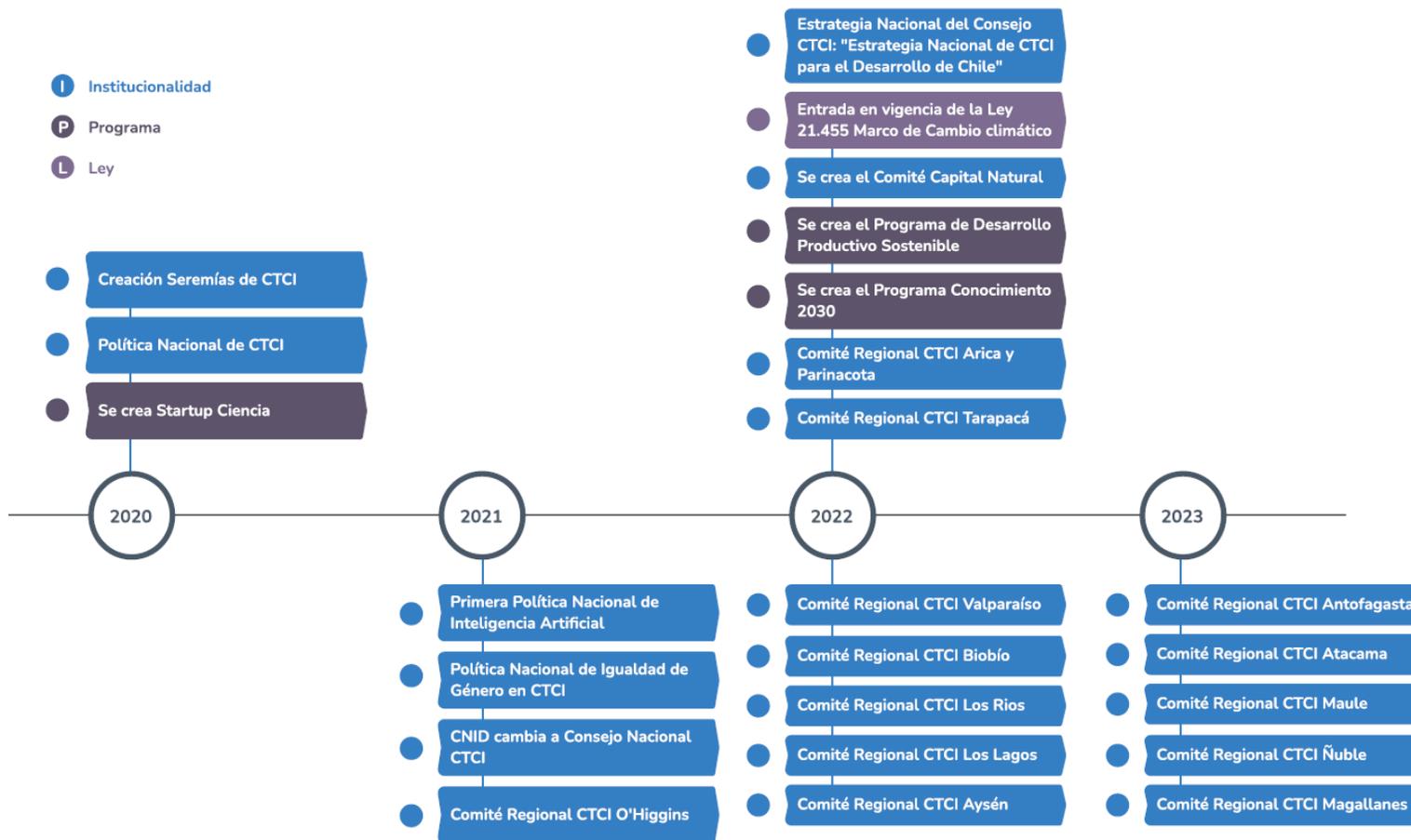
Figura 44. Evolución de la institucionalidad pública y programas en materia de CTCl en los últimos 10 años





- I Institucionalidad
- P Programa
- L Ley

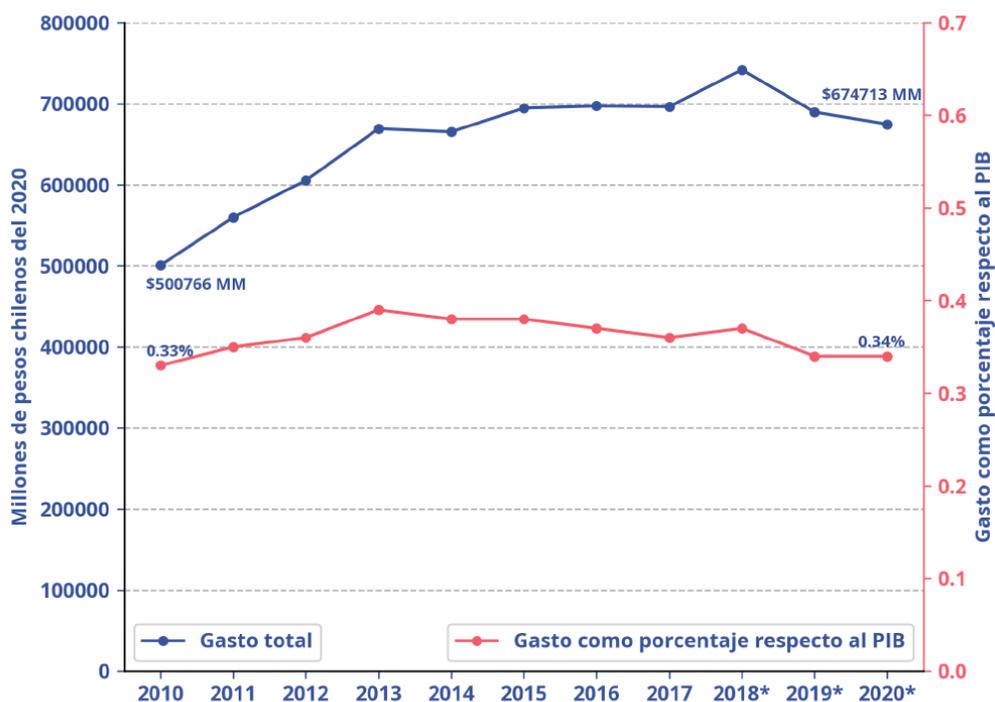




Fuente: Reporte "Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años"[2].

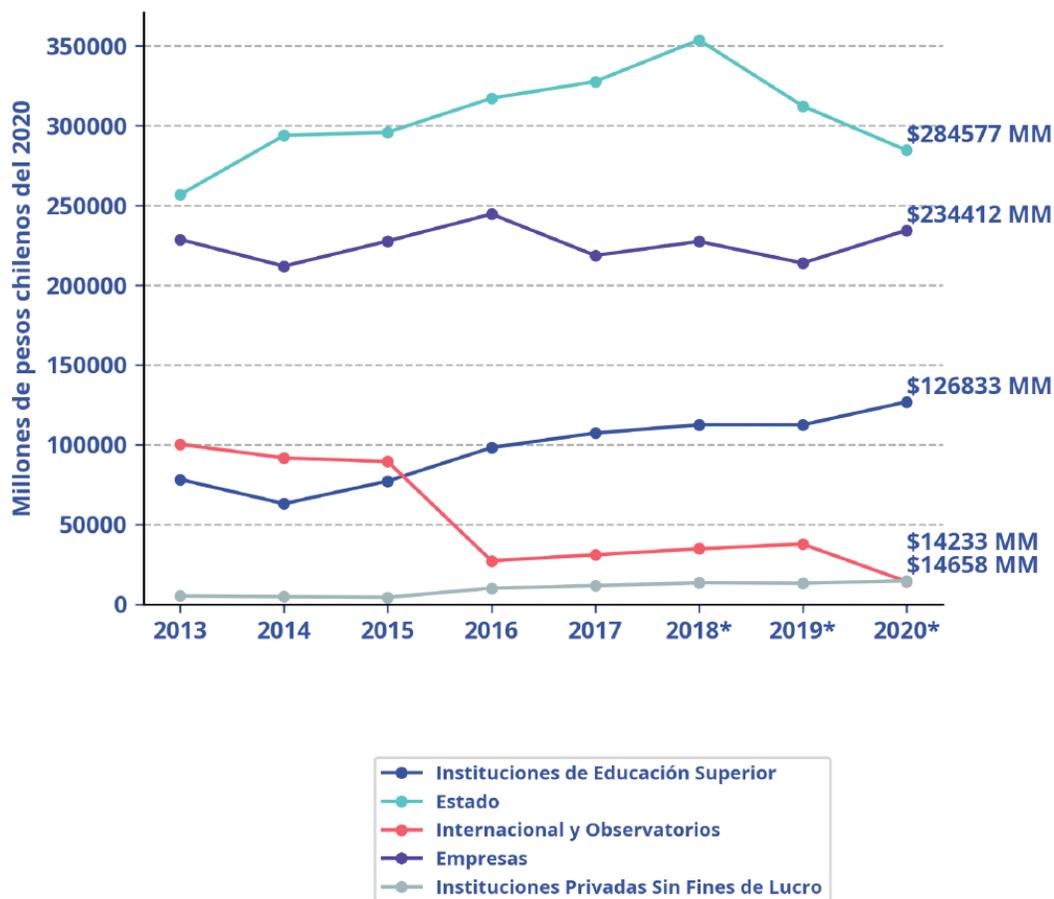
El gasto en I+D es uno de los indicadores más tradicionalmente utilizado en materia de CTCl, este incluye tanto el gasto público como privado y es calculado a partir de la Encuesta Nacional de Gasto y Personal en I+D. Si bien el monto del gasto ha mostrado un cierto aumento, el porcentaje de este con respecto al PIB no ha variado significativamente en la última década (ver figura 45). Si se analiza la fuente de financiamiento de este gasto se aprecia que la mayor parte proviene del sector público (ver figura 46). Es necesario destacar que, en las etapas iniciales de maduración de un Ecosistema CTCl, es el Estado quien entrega el mayor porcentaje de financiamiento. En un estudio del CNID de 2015, se analizaron las fases de desarrollo económico de Chile en comparación con fases experimentadas por países desarrollados. Se comparó el porcentaje de gasto de I+D que provenía del Estado en Chile y en países desarrollados cuando estos tenían un PIB similar a Chile. Se pudo observar que cuando estos países tenían un PIB similar a Chile mas del 50% del gasto en I+D provenía en el Estado[67]. El sector privado iba gradualmente aumentando su aporte en el tiempo hasta llegar a los estándares de hoy donde es el principal aportante del gasto en I+D en países desarrollados. Esto releva la importancia del apoyo público para la maduración de un Ecosistema CTCl.

Figura 45. Evolución del Gasto en I+D total, en términos netos y con respecto al PIB



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2]. Nota: Los datos 2018, 2019 y 2020 están corregidos por no respuesta.

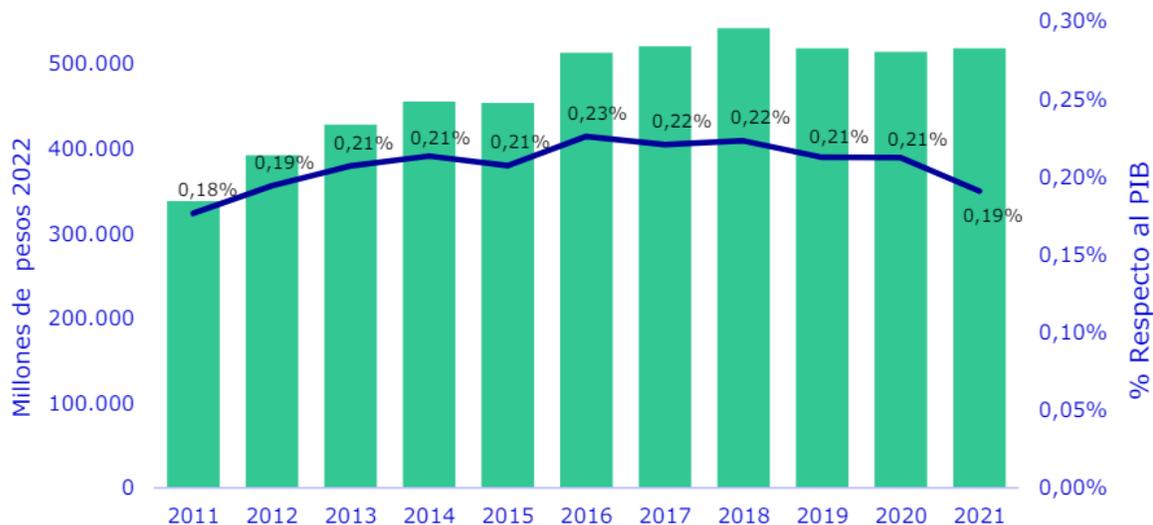
Figura 46. Evolución del Gasto en I+D según fuente de financiamiento



Fuente: Reporte “Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años”[2]. Nota: Los datos 2018, 2019 y 2020 están corregidos por no respuesta.

Otra metodología utilizada, que permite analizar el financiamiento público a la I+D es el estudio de Créditos Presupuestarios para la I+D (*GBARD: Government Budget Allocations for R&D*, por sus siglas en inglés). Este estudio recoge desde los organismos públicos el presupuesto que se asigna a estas actividades de forma anual. En los últimos resultados, se puede ver que el presupuesto público para I+D ha ido aumentando entre 2011 y 2021, alcanzando su mayor valor el año 2018, equivalente a \$541 millones de pesos (pesos de 2022). Sin embargo, como porcentaje del PIB ha ido disminuyendo progresivamente en los últimos años hasta un 0,19% del PIB en 2021 (ver figura 47).

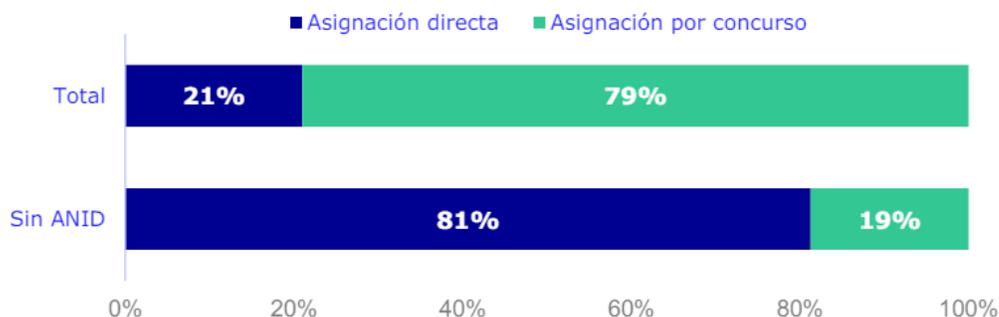
Figura 47. Evolución del GBARD y porcentaje respecto al PIB, periodo 2011-2021



Fuente: Minciencia, Boletín de Resultados: Créditos Presupuestarios Públicos para I+D (GBARD), años 2020 y 2021

Otro aspecto importante es la forma en que se entrega el financiamiento para la I+D ya que influye en la estabilidad y crecimiento de las capacidades de las instituciones y en el fomento a la colaboración. Actualmente la mayor cantidad de financiamiento público para I+D es concursable. En 2021 un 79% de los Créditos Presupuestarios Públicos para la I+D (GBARD): eran concursables (ver figura 48). Adicionalmente, la mayor cantidad de recursos públicos ejecutados corresponde a proyectos de investigación individual y becas, seguido por instrumentos de investigación asociativa (ver figura 49).

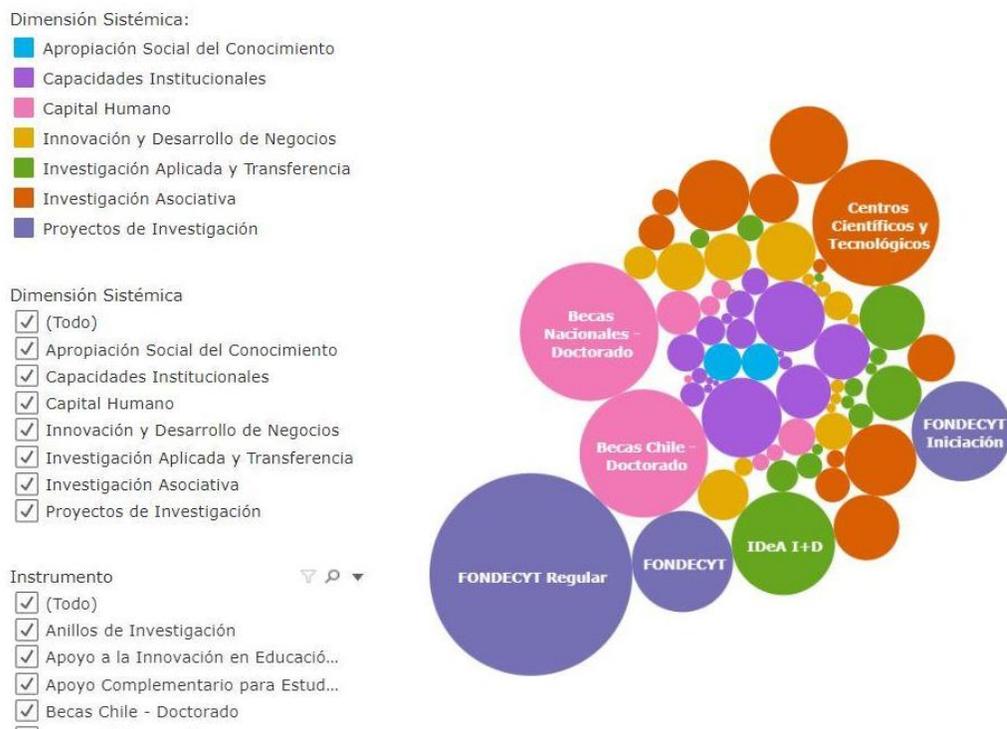
Figura 48. GBARD según naturaleza de asignación del financiamiento: directo o concurso (*), año 2021 (% sobre total categoría)



(*) Para efectos de este estudio se entenderá como **Asignación por concurso** a todos aquellos recursos que se transfieren/asignan como resultado de un proceso de postulación, evaluación y selección competitivo vía licitación o concurso público. En tanto, los recursos transferidos mediante **Asignación directa** no son concursables y son asignados como resultado de procesos de licitación privada, trato directo o similares.

Fuente: Minciencia, Boletín de Resultados: Créditos Presupuestarios Públicos para I+D (GBARD), años 2020 y 2021.

Figura 49. Distribución de recursos ejecutados en 2021 por los instrumentos, según dimensión sistémica e instrumento

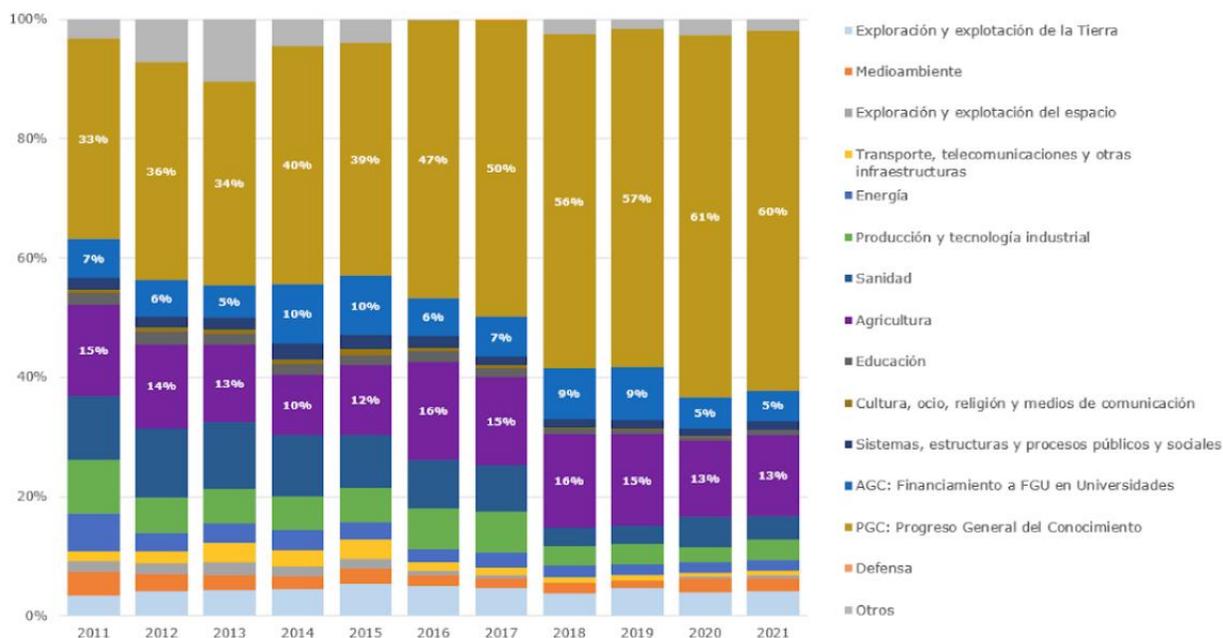


Fuente: Minciencia 2023, Sitio web Observa. Nota: Instrumentos vigentes al año 2021. Recursos ejecutados se refiere al total de recursos nuevos y de arrastre ejecutados por instrumento. El volumen de las burbujas está dado por la cantidad de recursos. Los instrumentos de proyectos de FIA y de la División Ciencia y Sociedad se presentan agrupados. Actualizado en abril 2022.

En cuanto al direccionamiento de este presupuesto a distintos objetivos socioeconómicos se observa que la mayor parte del presupuesto es asignado para el progreso general del conocimiento (PGC sin tener un direccionamiento hacia un objetivo en particular). El porcentaje que representa esta categoría ha ido creciendo con los años, alcanzando un 60% en 2021 (ver figura 50). Esto da cuenta de que el escaso aumento de financiamiento para I+D ha sido utilizado para fortalecer el progreso del conocimiento sin direccionamiento a objetivos específicos. Lo anterior se relaciona con la necesidad de contar con un Ecosistema de CTCl robusto que pueda luego, a partir de más recursos, direccionar políticas y programas a I+D orientada para desafíos u oportunidades vinculadas al objetivo de un desarrollo sostenible. La necesidad de contar con investigación orientada responde a la necesidad de contar con conocimiento para comprender los sistemas socioecológicos locales, para poder encontrar rutas de desarrollo que sean sostenibles. No es posible desarrollar actividades productivas sostenibles sin conocer los sistemas socioecológicos sobre los cuales estas funcionan, pudiendo integrar de forma efectiva y sistémica las dimensiones ambientales, sociales y económicas[9]. Por ejemplo, enfrentar la

escasez de recursos hídricos requiere de conocimiento sobre las cuencas y ecosistemas de los territorios, que permitan avanzar a sistemas productivos que sean sostenibles.

Figura 50. Evolución del GBARD según objetivo socioeconómico de 2013 a 2021

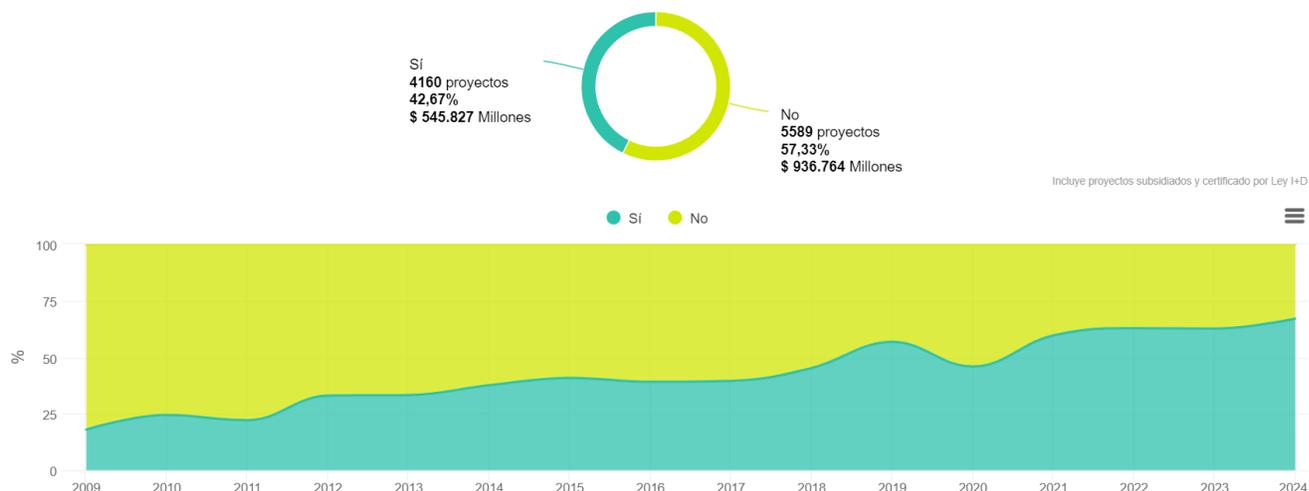


Fuente: Minciencia, Boletín de Resultados: Créditos Presupuestarios Públicos para I+D (GBARD), años 2020 y 2021.

En el ámbito de la innovación han existido distintos esfuerzos en el tiempo para direccionar el presupuesto público. Este fue el caso de la lógica de *clusters*¹⁰ propuesta por el CNIC en el año 2008[68], los Programas de Especialización Inteligente y el Fondo de Inversión Estratégica (FIE) en 2014 y 2015 y del actual Programa de Desarrollo Productivo Sostenible. Estos esfuerzos han variado entre los distintos períodos de gobierno, fluctuando entre neutralidad y el direccionamiento. Asimismo, se observa que han tenido un foco mayor en sostenibilidad en el último período (ver figura 51), siendo esta dirección correcta de acuerdo al enfoque propuesto por la Estrategia Nacional de CTCl. Sin embargo, aún existe una fragmentación de objetivos y esfuerzos, y los criterios y mecanismos de evaluación y monitoreo no permiten capturar el aporte de estos esfuerzos al desarrollo sostenible.

¹⁰ Se entiende comúnmente por complejo productivo o *cluster* una concentración sectorial y/o geográfica de empresas que se desempeñan en las mismas actividades o en actividades estrechamente relacionadas. Se habla así de encadenamientos hacia atrás para referirse a la relación con proveedores de insumos y equipos; y de encadenamiento hacia adelante y hacia los lados, para referirse a la relación con industrias procesadoras y usuarias así como a servicios y actividades estrechamente vinculadas. El *cluster* tiene la posibilidad de llevar a cabo una acción conjunta en búsqueda de eficiencia colectiva[68].

Figura 51. Portafolio Sostenible de CORFO 2009 a 2024. Clasificación preliminar realizada por CORFO de sus instrumentos



Fuente: Sitio web DataInnovación de CORFO.

Organizaciones de la Sociedad Civil y otros actores no tradicionales

Se reconoce la necesidad de incorporar de forma creciente a actores no tradicionales en el Ecosistema CTCI. Por ejemplo, a ONG, organizaciones de la sociedad civil, medios de comunicación, clubes de ciencia, museos, escuelas, entre otros. Para que la CTCI sea un pilar del desarrollo sostenible se requiere el involucramiento de los distintos actores de la sociedad, que puedan contribuir a la CTCI y beneficiarse de lo que ésta puede proveer. El monitoreo y la evaluación del Ecosistema CTCI no ha considerado a estos actores y es por ello que describirlos y conocer su participación en el ecosistema es un desafío que queda pendiente en este reporte.

3.3 Conexión entre actores del Ecosistema CTCI: ejemplo en base a redes de coautoría¹¹

La conexión y articulación de los actores del Ecosistema CTCI, es un atributo difícil de analizar. Uno de los mecanismos que puede servir para obtener pistas al respecto es el análisis de redes de coautoría de publicaciones científicas. Para realizar este tipo de análisis es necesario seleccionar algún área temática para visualizar las redes sin una sobresaturación de conexiones. Para este reporte se realizó un análisis seleccionando, de la base de OpenAlex, artículos científicos publicados en el área de ciencias biológicas y agrícolas que tuvieran participación de al menos una institución chilena durante el período 2000-2010 y 2010-2020. Cada artículo genera

¹¹ Análisis elaborado por María José Menéndez Bass, profesional de la Secretaría Ejecutiva del Consejo CTCI, encargada de políticas de CTCI y evaluación.

una línea de conexión entre las instituciones participantes y el tamaño de la esfera representa la cantidad de links de una institución. En la figura 52 se muestra el resultado de este análisis en ambos períodos. Se aprecia un gran aumento en el número de instituciones, su tamaño (cantidad de conexiones) y en la cantidad total de conexiones entre ambos períodos de tiempo. El número de instituciones pasa de 202 a 639, mientras que la cantidad de conexiones aumenta de 1225 a 9266. Esto demuestra que el sistema no sólo ha crecido en términos de actores y publicaciones, sino que especialmente en la cantidad de conexiones.

En la figura 53 se muestra el mismo análisis, pero en vez de instituciones se ve la conexión de países en estas redes de categorías. Se puede observar que la cantidad de países en la red aumenta de 41 a 77, mientras que la cantidad de conexiones pasa de 361 a 1736.

Figura 53. Redes de coautoría de artículos científicos en el área de ciencias biológicas y agrícolas con al menos una institución chilena participante entre países.

Figura a: Publicaciones entre el 2000 y 2010.

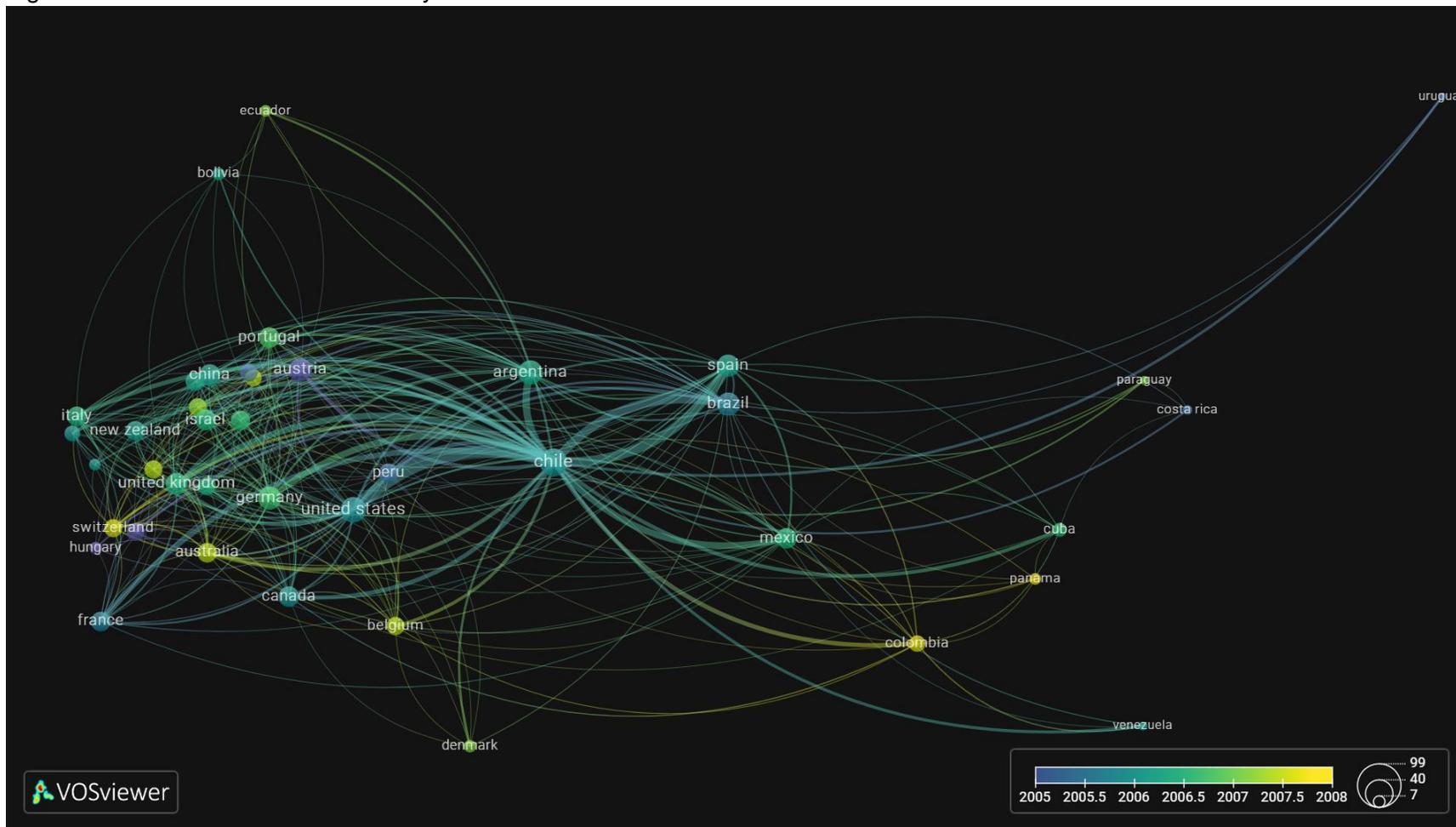
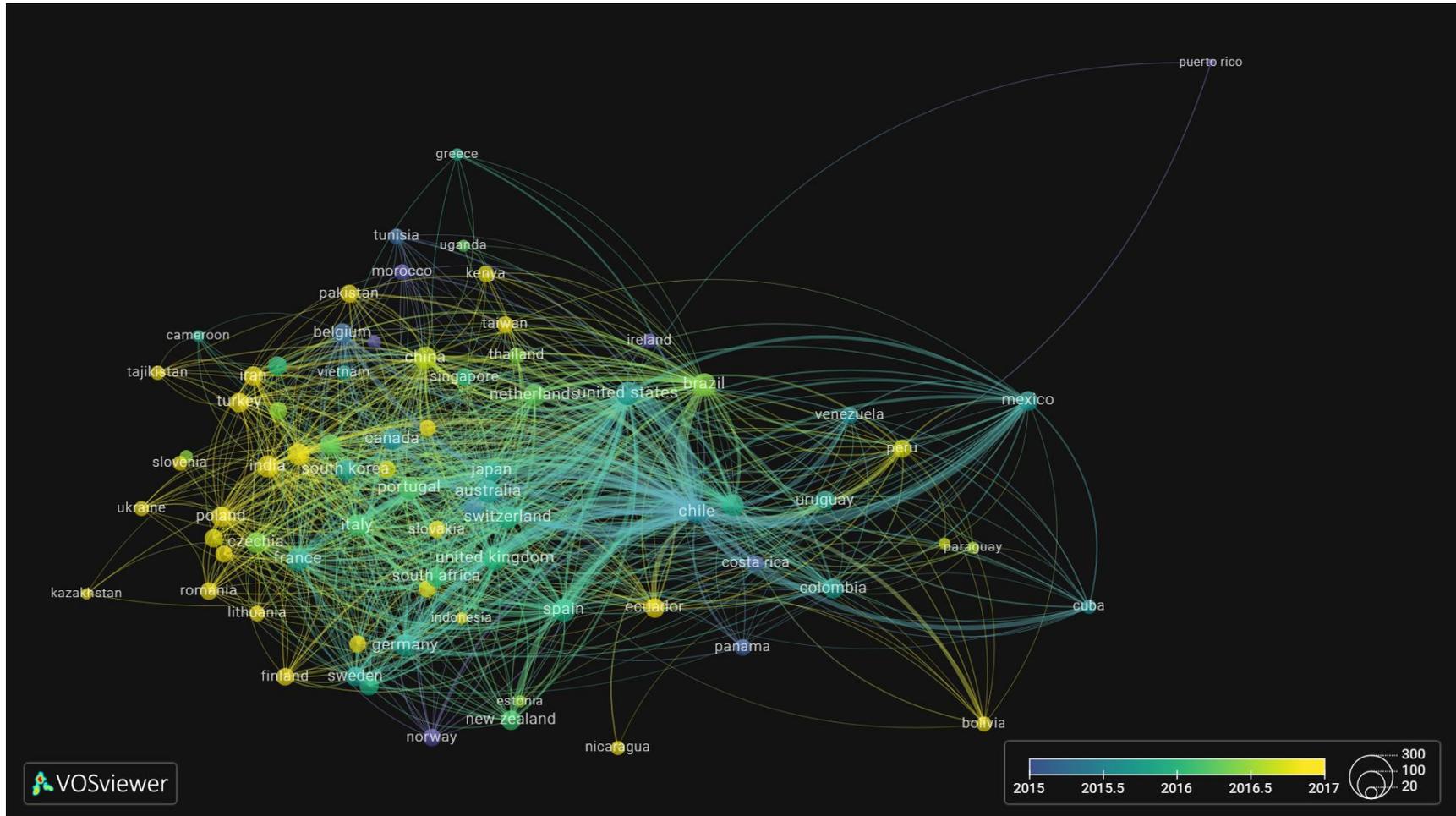


Figura b: Publicaciones entre el 2010 y 2020.



Fuente: Elaboración propia usando la base de datos de OpenAlex y el programa Vosviewer. Criterios de búsqueda usados, Type: article, Country: Chile, Field: Agricultural and Biological Sciences. Nota: se incluyeron países que tuvieran menos de 5 publicaciones. El tamaño de las esferas representa la cantidad de conexiones de cada país, los colores representan el año promedio en que las publicaciones de cada institución aparecen

Estas tendencias son favorables para el Ecosistema CTCI ya que permiten ampliar las capacidades de generación de I+D y al mismo tiempo incrementar las oportunidades de transferir este conocimiento hacia otros actores y sectores. Es necesario advertir que el análisis de cada temática puede variar, existiendo áreas donde hay una mayor o menor conexión, y los actores pueden variar tanto en su tipo como en su origen. Esto será propio de cada área y campo.

Este tipo de análisis es útil ya que permite tener pistas de las conexiones y colaboración entre actores en el ámbito de la I+D, tanto conexiones a nivel de personas, como de instituciones y países. Además, permite ver la evolución de estas conexiones en el tiempo.

Sin embargo, a pesar de que este tipo de análisis es fácil de replicar con los datos y recursos necesarios también presenta limitaciones. Por una parte, se basa sólo en publicaciones científicas indexadas, invisibilizando otro tipo de colaboraciones que no se traducen en este tipo de producto y tienen otros objetivos que son igualmente un aporte al desarrollo sostenible, como puede ser divulgación de conocimiento en otros formatos, formación de capacidades, generación de desarrollos tecnológicos conjuntos, entre otros. Por otra parte, son dependientes de la calidad y el acceso abierto a la información, en este caso fue posible utilizar la base de datos OpenAlex que es de acceso abierto (a diferencia de la base de datos de Web of Science (WoS)), y usar el software libre Vosviewer.

4. CONCLUSIONES

El rol al que está llamado a jugar la CTCl es global y crítico para enfrentar las crisis actuales y alcanzar la sostenibilidad. Los atributos necesarios para desempeñar ese rol desafían las actuales capacidades, características y formas de generación y apoyo al conocimiento y la innovación.

Al observar nuestro Ecosistema CTCl, bajo el enfoque de ecosistema y con la ambición de que sea un pilar de la transición al desarrollo sostenible, se observa que éste ha crecido en número y diversidad de actores y roles en los últimos diez años. Sin embargo, a pesar del crecimiento en capacidades de I+D en este período, éstas siguen siendo muy limitadas en comparación con otros países y con el promedio de países OCDE.

Las capacidades de I+D están concentradas en cierto tipo de instituciones (universidades principalmente), y en algunas regiones del país (Metropolitana, Valparaíso y Biobío), lo que limita las posibilidades de crecimiento y resiliencia del Ecosistema CTCl y no permite que su contribución llegue a distintos espacios y territorios.

Existen desafíos en materias de igualdad de género tanto en el ámbito de la investigación como en el ámbito de la innovación y emprendimiento, lo que releva la importancia de las políticas de género que han sido promovidas desde la creación del Ministerio de CTCl.

En materia de innovación empresarial los avances no han sido los deseados, a pesar de todos los programas de apoyo público (subsidios, incentivo tributario). La apuesta por la innovación abierta, enfoques de *market pull*, refuerzo de conectores que vinculen desarrolladores de I+D con empresas, son algunos de los factores importantes a considerar. También, sumar a los instrumentos de transferencias económicas (subsidios e incentivos tributarios) instrumentos regulatorios y blandos que han sido poco utilizados hasta ahora. Es necesario en todo caso reconocer que existen muchas otras condiciones estructurales que pueden estar limitando la innovación empresarial, tales como la actual estructura productiva, así como los incentivos y capacidades que tienen las empresas para innovar.

Un aspecto a destacar es el gran dinamismo y crecimiento que se ha producido en el ámbito del emprendimiento de base CyT, para lo cual han sido clave los programas de apoyo a conectores, emprendedores y entidades de capital de riesgo (VC). Este resultado también es claramente producto de una política sostenida en el tiempo que ha apostado por crear un ecosistema emprendedor.

Los actores que sirven de conectores en el ecosistema, como las Oficinas de Transferencias y Licenciamiento (OTL) y los *Hubs* de transferencia tecnológica han sido claves para fortalecer la transferencia entre el mundo de la I+D y el sector empresarial, y han contribuido a la creación de emprendimientos de base científico-tecnológica.

Los programas públicos han estado focalizados en promover la transferencia de tecnología y conocimiento a través de la comercialización de resultados (patentes, licenciamientos, *spinoffs*).

La transferencia hacia otros sectores de la sociedad ha sido menos atendida, como lo es la transferencia hacia el sector público y organizaciones de la sociedad civil.

Las instituciones del sector público que son habilitantes para el funcionamiento del ecosistema han mostrado avances en materia institucional, con la creación de un nuevo diseño que incluye la creación del Ministerio de CTCl. No obstante, aún existen desafíos en descentralizar las capacidades a nivel de regiones y persiste un financiamiento público para la I+D muy bajo e insuficiente para generar un ecosistema robusto.

Existe un escaso direccionamiento de la I+D en la generación de conocimiento que es necesario para la transición hacia un desarrollo sostenible. No existe consistencia ni planes para generar conocimiento crítico de forma articulada y sostenida en el tiempo.

En el caso del financiamiento para la innovación, si ha existido direccionamiento en ciertos períodos, pero éste ha sido inconsistente entre los diferentes períodos de gobierno. Ejemplos de direccionamiento son la promoción de *clusters*, los programas de especialización inteligente y el actual Programa de Desarrollo Productivo Sostenible.

En el último período, se observa un direccionamiento con acento en la sostenibilidad, tanto en investigación como en innovación.

Existe menos conciencia e información acerca de los actores no tradicionales del Ecosistema CTCl, pero que resultan claves para generar un vínculo con la sociedad, crítico para avanzar hacia el desarrollo sostenible. Entre estos podemos nombrar como ejemplo: las Organizaciones no Gubernamentales (ONG), las organizaciones de la sociedad civil, los medios de comunicación, los clubes de ciencia, los museos, las escuelas, entre muchos otros.

Respecto de aspectos transversales en el Ecosistema CTCl se evidencia que las capacidades de I+D además de crecer en tamaño han crecido en la cantidad de conexiones. Esto posiblemente asociado al apoyo de programas de investigación asociativa y de colaboración internacional. Son señales positivas, pero aún falta mayor conexión entre el mundo de I+D y las empresas. Y respecto de la vinculación con el sector público y la sociedad civil, no contamos con información que permita caracterizar esas conexiones.

Respecto de la territorialidad, las regiones son diversas y sus contextos son clave en el desarrollo del ecosistema. Se observa que el Ecosistema CTCl tiene particularidades en los distintos territorios, por ejemplo, se ve gran dinamismo en el emprendimiento en la región de Biobío y en la zona austral un foco en el desarrollo de I+D orientada a temas subantárticos y antárticos. Se observa también que se mantiene la concentración de recursos y actividades en las regiones Metropolitana, de Valparaíso y del Biobío.

Finalmente, es fundamental enfatizar que existen múltiples desafíos para el monitoreo del Ecosistema CTCl bajo este nuevo enfoque. En primer lugar, se presentan dificultades en el acceso a información de calidad y falta de homologación de categorías que permitan hacer análisis entre información que recogen y albergan distintas instituciones.

En segundo lugar, falta de información y calidad de esta información en aspectos que son críticos para este nuevo enfoque, como, por ejemplo, respecto de actores que cumplen roles importantes en el ecosistema, así como sobre resultados y distintos tipos de contribuciones de la CTCl.

En tercer lugar, es difícil analizar las redes de colaboración entre actores. La única aproximación que fue posible de realizar para los fines de este reporte, fue el análisis de las redes de colaboración en base a coautoría de artículos científicos. Este análisis es limitado ya que sólo muestra colaboración que deriva en una publicación que es sólo uno de muchos otros resultados y productos que se crean fruto de la colaboración entre actores.

Finalmente, se requiere realizar monitoreo a nivel de territorios, atendiendo y reconociendo la diversidad de contexto, capacidades, oportunidades y desafíos entre regiones, e incluso dentro de ellas. Esto requiere de recursos y capacidades para que estos se realicen de forma situada y continua, y de flexibilidad para que la forma de analizar el ecosistema local sea pertinente e incluya la mirada de los actores locales.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Consejo CTCl, 'Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo de Chile - 2022', Consejo de CTCl, Santiago, Chile, Estrategia Nacional de CTCl, 2022.
- [2] Bravo, María José, Cona, Francisca, Alegría, Juan José, Sarmiento, Hernan, and Maldonado, Jazmine, 'Panorama del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en Chile de los últimos diez años', Instituto Milenio Fundamentos de los Datos Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica, Santiago, Chile, 2024. [Online]. Available: <https://docs.consejoctci.cl/documento/panorama-del-ecosistema-de-ciencia-tecnologia-conocimiento-e-innovacion-en-chile-de-los-ultimos-diez-anos/>
- [3] J. P. Cárdenas, F. Cabrera, G. Moguillansky, and G. Olivares, 'Cartografía del Conocimiento', Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile. [Online]. Available: <https://docs.consejoctci.cl/wp-content/uploads/2020/10/Cartografia-del-Conocimiento-en-Chile.pdf>
- [4] C. Alvial Palavicino, 'Revisión de Sistemas de Evaluación de Impacto No Académico de la Investigación a Nivel Internacional', Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, 2018. [Online]. Available: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [5] C. Alvial and M. J. Menéndez, 'Desafíos de Monitorear la Contribución de la CTCl a Grandes Retos: Aplicación al Desafío de la Sostenibilidad del Recurso Hídrico en Chile', Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, 2018. [Online]. Available: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [6] Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, 'Ciencias, Tecnología e Innovación para un Nuevo Pacto de Desarrollo Sostenible e Inclusivo. Orientaciones Estratégicas de cara al 2030 tras 10 años de trayectoria', Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, Estrategia Nacional de CTCl, 2017.
- [7] J. Alvarez, 'Reportes de Futuro 2022: Documento 'Técnico'', Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, Documento Técnico, 2022. [Online]. Available: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [8] Consejo Nacional de CTCl, 'Chile Crea Futuro al 2050: Informe final ejercicio de anticipación', Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, Documento Técnico, 2023. [Online]. Available: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [9] Consejo CTCl, 'Orientaciones estratégicas para la transición económico - productiva hacia un Desarrollo Sostenible. Profundización de la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo - 2022, como marco para la Política de Desarrollo Productivo Sostenible', Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, 2024.
- [10] OECD, *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023: Enabling Transitions in Times of Disruption*. in *OECD Science, Technology and Innovation Outlook*. OECD, 2023. doi: 10.1787/0b55736e-en.
- [11] Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial y Equipo de and tareas interinstitucional de las Naciones Unidas sobre la ciencia, tecnología e innovación en pro de los ODS, 'Ciencia, tecnología e innovación en pro de los ODS: lineamientos para la formulación de políticas públicas', Viena, 2022. [Online]. Available:

https://sdgs.un.org/sites/default/files/2022-06/ONLINE_STI_SGDs_GUIDELINES_ESP_0.pdf

- [12] European Commission. Joint Research Centre., *Towards a fair and sustainable Europe 2050: social and economic choices in sustainability transitions*. LU: Publications Office, 2023. Accessed: Mar. 18, 2024. [Online]. Available: <https://data.europa.eu/doi/10.2760/804844>
- [13] K. Araujo, A. Figueroa, V. Garretón, M. Salazar, and J. M. Piquer, 'Chile crea futuro: Reportes de expertos para cuatro grandes fenómenos de cambio', Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, 2023.
- [14] International IDEA, *The Global State of Democracy. Forging Social Contracts in a time of discontent*. 2022. [Online]. Available: <https://idea.int/democracytracker/g sod-report-2022>
- [15] Centro de Estudios Públicos [CEP], 'Encuesta Nacional de Opinión Pública', 2022.
- [16] COES, 'Radiografía del Cambio Social: Análisis de Resultados Longitudinales ELSOC 2016-2021. Presentación de Resultados. Santiago de Chile: COES.' 2022.
- [17] IPBES, 'Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services', Zenodo, May 2019. doi: 10.5281/zenodo.6417333.
- [18] M. E. Arntz, 'Bitácora de un proceso para gestar un entendimiento común en torno al Desarrollo Productivo Sostenible', 2024.
- [19] J. R. Ferrer-Paris *et al.*, 'An ecosystem risk assessment of temperate and tropical forests of the Americas with an outlook on future conservation strategies', *Conserv. Lett.*, vol. 12, no. 2, p. e12623, 2019, doi: 10.1111/conl.12623.
- [20] A. Hebinck *et al.*, 'An actionable understanding of societal transitions: the X-curve framework', *Sustain. Sci.*, vol. 17, no. 3, pp. 1009–1021, May 2022, doi: 10.1007/s11625-021-01084-w.
- [21] F. W. Geels and J. Schot, 'Typology of sociotechnical transition pathways', *Res. Policy*, vol. 36, no. 3, pp. 399–417, Apr. 2007, doi: 10.1016/j.respol.2007.01.003.
- [22] ClioDinámica Consulting SpA, 'Estudio de Criterios y Fundamentos de Priorización usados en Chile en políticas de CTCl y enfoques emergentes asociados de Desarrollo Sostenible', Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, Estudio, 2023. [Online]. Available: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [23] IDOM, 'Desarrollo de Orientaciones Estratégicas para el Impulso de Trayectorias Tecnológicas que aporten al Desarrollo Productivo Sostenible: Informe Final del Estudio.', Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, Estudio, 2023. [Online]. Available: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [24] World Economic Forum, 'New Nature Economy Report II The Future Of Nature And Business'. [Online]. Available: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Future_Of_Nature_And_Business_2020.pdf
- [25] 'Crisis y fragilidad de la democracia en el mundo', OHCHR. Accessed: Mar. 19, 2024. [Online]. Available: <https://www.ohchr.org/es/statements-and-speeches/2022/08/crisis-and-fragility-democracy-world>
- [26] Gobierno de Canadá, 'On the horizon: Several perspectives on Canada's technology future - 2030–35', 2021. [Online]. Available: <https://nrc.canada.ca/en/corporate/planning-reporting/horizon-several-perspectives-canadas-technology-future-2030-35>

- [27] Singapur Centre for Strategic Futures, 'Driving Forces 2040', 2022. [Online]. Available: <https://www.csf.gov.sg/media-centre/publications/csf-df-cards/>
- [28] T. Bain *et al.*, 'Australian National Outlook 2019', CSIRO, 2019.
- [29] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 'La crisis mundial del costo de vida, intensificada por la guerra en Ucrania, empuja a decenas de millones de personas a la pobreza.', 2022. [Online]. Available: <https://www.unpd.org/es/press-releases/la-crisis-mundial-del-coste-de-vida-intensificada-por-la-guerra-en-ucrania-empuja-decenas-de-millones-de-personas-la-pobreza>
- [30] ACNUR – Agencia de la ONU para los Refugiados, 'Tendencias globales'. 2023. [Online]. Available: <https://www.acnur.org/tendencias-globales>
- [31] Banco Mundial, 'Energía', 2022. [Online]. Available: <https://www.bancomundial.org/es/topic/energy/overview>
- [32] UNESCO, 'Riesgo inminente de una crisis mundial del agua', 2023. [Online]. Available: <https://www.unesco.org/es/articulos/riesgo-inminente-de-una-crisis-mundial-del-agua-unesco/onu-agua>
- [33] ClioDinámica Consulting SpA, 'Estudio de Orientaciones Estratégicas para la Evaluación de Proyectos de Transformación Productiva y de Sistemas hacia un Nuevo Modelo de Desarrollo', Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, Estudio, 2023. [Online]. Available: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [34] Organización Mundial de Comercio (OMC), 'World Trade Report 2023', 2023. [Online]. Available: https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/wtr23_e/wtr23_e.pdf
- [35] M. J. Menéndez and K. Villarroel, 'Revisión de Marcos de Políticas Públicas de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación', Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, 2023. [Online]. Available: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [36] J. Schot and W. E. Steinmueller, 'Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change', *Res. Policy*, vol. 47, no. 9, pp. 1554–1567, Nov. 2018, doi: 10.1016/j.respol.2018.08.011.
- [37] E. V. Hippel, 'Sticky Information and the Locus of Problem Solving', *Manag. Sci.*, 1994.
- [38] P. David, *Technical choice innovation and economic growth: essays on American and British experience in the nineteenth century*. 1975. [Online]. Available: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=4ILg9HuzEJoC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Technical+Choice,+Innovation+and+Economic+Growth:&ots=fI0JKPBMnJ&sig=eLTIwqWaHezIzGo i67q8hfg7y8>
- [39] B.-Å. Lundvall, Ed., *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*, Paperback ed., 1. publ. London New York: Pinter, 1995.
- [40] H. Etzkowitz and L. Leydesdorff, 'Universities and the global knowledge economy: a triple helix of university-industry-government relations / edited by Henry Etzkowitz and Loet Leydesdorff.', *Contin. Lond. Sci. Technol. Int. Polit. Econ. Ser.*, 1997.
- [41] S. Kuhlmann and A. Rip, 'Next-Generation Innovation Policy and Grand Challenges', *Sci. Public Policy*, 2017.

- [42] K. M. Weber and H. Rohracher, 'Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: Combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive "failures" framework', *Res. Policy*, vol. 41, no. 6, pp. 1037–1047, 2012, doi: 10.1016/j.respol.2011.10.015.
- [43] J. Markard, R. Raven, and B. Truffer, 'Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects', *Res. Policy*, vol. 41, no. 6, pp. 955–967, 2012, doi: 10.1016/j.respol.2012.02.013.
- [44] H. Ahlborg, I. Ruiz-Mercado, S. Molander, and O. Masera, 'Bringing Technology into Social-Ecological Systems Research—Motivations for a Socio-Technical-Ecological Systems Approach', *Sustainability*, vol. 11, no. 7, p. 2009, Apr. 2019, doi: 10.3390/su11072009.
- [45] UNCTAD, *A Framework for Science, Technology and Innovation Policy Reviews: Harnessing Innovation for Sustainable Development*. 2019. [Online]. Available: https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/dtlstict2019d4_en.pdf
- [46] P. Larrue, 'Do mission-oriented policies for net zero deliver on their many promises?', 2022, [Online]. Available: <https://www.oecd.org/greengrowth/2022GGSD-IssueNote1-mission-oriented-policies.pdf>
- [47] C. C. R. Penna, J. Schot, and W. Steinmueller, 'Transformative investment: New rules for investing in sustainability transitions', *Environ. Innov. Soc. Transit.*, vol. 49, p. 100782, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.eist.2023.100782.
- [48] B. T. Asheim and M. S. Gertler, 'The Geography of Innovation: Regional Innovation Systems', in *The Oxford Handbook of Innovation*, J. Fagerberg and D. C. Mowery, Eds., Oxford University Press, 2006, p. 0. doi: 10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0011.
- [49] R. Fernández, P. Cárcamo, C. Robayo, and J. M. Pino, 'Elaboración de un Mapa de Fuentes de Información para Caracterizar el Ecosistema de CTCl', Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, 2021.
- [50] M. J. Menéndez, J. Alvarez, and M. S. Ugarte, 'Lineamientos para una Política Nacional de centros de investigación', Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, 2016. [Online]. Available: <https://docs.consejocctci.cl/wp-content/uploads/2020/09/Lineamientos-para-una-Politica-Nacional-de-centros-de-investigacion.2016.pdf>
- [51] UNESCO, 'Entendiendo la ciencia abierta', UNESCO, 2023. doi: 10.54677/TESH7304.
- [52] A. Ely, P. Van Zwanenberg, and A. Stirling, 'Broadening out and opening up technology assessment: Approaches to enhance international development, coordination and democratisation', *Res. Policy*, vol. 43, no. 3, pp. 505–518, Apr. 2014, doi: 10.1016/j.respol.2013.09.004.
- [53] G. Cecere, N. Corrocher, C. Gossart, and M. Ozman, 'Lock-in and path dependence: an evolutionary approach to eco-innovations', *J. Evol. Econ.*, Jan. 2015, doi: 10.1007/s00191-014-0381-5.
- [54] S. Borrás and C. Edquist, 'The choice of innovation policy instruments', *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 80, no. 8, pp. 1513–1522, Oct. 2013, doi: 10.1016/j.techfore.2013.03.002.
- [55] 'Innovación-pública'. Accessed: Jun. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.lab.gob.cl/innovacion-publica>

- [56] Ministerio de Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación, 'Política Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación', Santiago, Chile, 2020. [Online]. Available: https://minciencia.gob.cl/politicactci/documentos/Politica-Nacional-CTCi_Chile-2020.pdf
- [57] Comisión Nacional de Acreditación, 'Buscador Avanzado'. Accessed: Jun. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.cnachile.cl/Paginas/buscador-avanzado.aspx>
- [58] Ministerio de Ciencias, Tecnología, Conocimiento e Innovación, 'Análisis de Centros de CTCl'. 2020.
- [59] P. Sierra Bosch, 'Centros de Investigación y Desarrollo e Institutos Tecnológicos Públicos. Principales características y desafíos', Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, 2021.
- [60] 'Itrend - Instituto para la Resiliencia ante Desastres', Itrend. Accessed: Jun. 18, 2024. [Online]. Available: <https://itrend.cl/>
- [61] Ematris SpA and Innovos Group, 'Evaluación de Resultados de las Oficinas de Transferencia y Licenciamiento', Santiago, Chile, 2021.
- [62] RedGT, 'Sobre RedGT – RedGT'. Accessed: Jun. 16, 2024. [Online]. Available: <https://redgt.cl/sobre-redgt/>
- [63] Asociación Chilena de Venture Capital, 'Impact Report 2023', Santiago, Chile, 2023. [Online]. Available: <https://acvc.cl/wp-content/uploads/2023/09/ACVC-Memoria2023.pdf>
- [64] CORFO, 'Informe Público Capital de Riesgo 2022', Santiago, Chile, 2023.
- [65] ANID, 'ANID TERRITORIOS'. Accessed: Jun. 26, 2024. [Online]. Available: <https://territorios.anid.cl/nacional/nodos>
- [66] Minciencia, 'Encuesta Nacional de Innovación 2019-2020 presentación de Resultados'.
- [67] ClioDinámica Consulting SpA, 'Análisis Dinámico de la Fase de Desarrollo Económico de Chile en Comparación con Fases Experimentadas por Países Desarrollados', Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, Estudios, 2015. [Online]. Available: <https://docs.consejoctci.cl/documento/analisis-dinamico-de-la-fase-de-desarrollo-economico-de-chile-en-comparacion-con-fases-experimentadas-por-paises-desarrollados/>
- [68] CNIC, 'Hacia una estrategia nacional de innovación para la competitividad. Volumen I', Consejo Nacional de Innovación de Competitividad, Santiago, Chile, Estrategia Nacional de CTCl, 2007. [Online]. Available: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [69] CNID, 'Un sueño compartido para el futuro de Chile', Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, Comisión Presidencial, 2015. [Online]. Available: <https://docs.consejoctci.cl/>

ANEXO 1: EVALUACIÓN SISTÉMICA DE POLÍTICAS DE CTCl

Consultoría de Technopolis “Consultoría para generar recomendaciones y capacidades para la evaluación sistémica de políticas de CTCl” asociada a la cooperación técnica con el Banco Interamericano de Desarrollo abril 2024 – diciembre 2024

Antecedentes:

A partir del año 2019, con la promulgación de la Ley 21.105, se crea el Consejo Nacional de CTCl para el Desarrollo (Consejo CTCl), que se convierte en el sucesor del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID), organismo que entregó recomendaciones para la nueva estructura institucional en materia de CTCl[69]. El Consejo CTCl, al igual que su predecesor, tiene como misión asesorar al Presidente o Presidenta de la República en el análisis prospectivo de las tendencias de desarrollo globales y nacionales; en la formulación de propuestas destinadas a fortalecer y desarrollar el Sistema; y en la elaboración y revisión, con mirada sistémica y de largo plazo, de la Estrategia Nacional de CTCl para el Desarrollo.

El Consejo CTCl ha adoptado un enfoque, plasmado en la Estrategia CTCl[2] y sus orientaciones específicas, que considera el conocimiento y la innovación como pilares fundamentales para el desarrollo sostenible. El desarrollo sostenible se entiende como aquel que integra las dimensiones ambiental, social y económica, en una lógica sistémica. Las sociedades viven y se sostienen de y en la naturaleza, y la economía surge de y en las sociedades, explicitando relaciones de interdependencia de nuestros sistemas vivos, y obligando a su consideración de manera sistémica para cumplir con la aspiración de dar sostenibilidad a nuestro desarrollo y bienestar[2], [3].

En este enfoque, que reconoce el rol de la CTCl en la transición hacia un desarrollo sostenible, es necesaria una revisión de la forma de diseñar y evaluar las políticas de CTCl. La contribución que se espera de la CTCl en la sociedad direcciona el uso de ciertas metodologías de evaluación. Por ejemplo, si el objetivo de apoyar las actividades de CTCl es que estas contribuyan al crecimiento económico, el foco estará en herramientas econométricas, mientras que si el objetivo buscado es una contribución al desarrollo sostenible las herramientas podrían enfocarse en detectar cambios a nivel de sistemas socio-eco-técnicos que permitan transiciones hacia un desarrollo sostenible[4], [5].

El Consejo, en sus distintos documentos de trabajo, ha planteado la necesidad de avanzar en una mirada sistémica e integral de evaluación del desempeño de las políticas de CTCl que permita efectivamente dar cuenta de su naturaleza diversa y compleja, y permitan fortalecer mecanismos de evaluación de impacto en múltiples dimensiones[2], [6], [7], [8], [9]. Esto con el fin de enriquecer las orientaciones estratégicas en la materia, fortalecer el seguimiento y

evaluación del desempeño del sistema y contribuir a optimizar los esfuerzos públicos que se materializan desde distintos espacios.

Las políticas de CTCl son actualmente evaluadas por los Ministerios de CTCl y Economía mayoritariamente, la Dirección de Presupuesto (DIPRES) y recientemente se le ha asignado también este rol a la Comisión Nacional de Evaluación y Productividad (CNEP). Este contexto, en el que aún se está instalando la nueva estructura institucional, constituye un espacio de oportunidad para generar capacidades y una cultura orientada a una evaluación sistémica e integral de políticas CTCl.

Se plantean tres aspectos relevantes de abordar en esta consultoría. Los dos primeros se relacionan con avanzar hacia una mirada sistémica requerida en políticas públicas en general, y de particular importancia en políticas de CTCl dada su naturaleza compleja. Y el tercero vinculado a considerar el ciclo completo de la política CTCl. Estos son:

- Énfasis en objetivos de política y no sólo en instrumentos aislados: Se refiere a la necesidad de fortalecer la evaluación de los objetivos de política pública considerando que estos se pueden abordar mediante un conjunto de instrumentos de política o “*policy mix*”. En la actualidad en el ámbito de políticas CTCl, la evaluación está concentrada fundamentalmente en instrumentos de política aislados (ej. Becas de posgrado) más que cómo estos responden a un objetivo macro (ej. aumento de personas desempeñando actividades de I+D en Chile). Lo anterior, permite, además, reconocer de manera explícita el aporte de distintos tipos de instrumentos, que consideran tanto transferencias económicas, como instrumentos regulatorios o también los llamados instrumentos “blandos”[10]. Actualmente, la evaluación en CTCl está concentrada en instrumentos de transferencias económicas, tales como subsidios e incentivos tributarios; dado que el propósito de la evaluación es esencialmente resguardar el buen uso de los recursos públicos o “*accountability*”. Esto hace que otros instrumentos de política sean evaluados sólo de forma esporádica y aislada mediante estudios, más que en una lógica holística y estratégica de evaluación de políticas públicas de CTCl.
- Sistemas y metodologías de evaluación que den cuenta de la comprensión sistémica de las actividades CTCl: El uso del concepto de “sistemas de innovación” surge para reemplazar la visión lineal que se tenía de las actividades de investigación, desarrollo e innovación. En la estrategia del Consejo Nacional de CTCl se utiliza el concepto “ecosistema CTCl” que busca enfatizar el valor de la diversidad de actores, la interdependencia entre los múltiples factores del sistema y la complejidad de sus interacciones, y la vinculación con la sociedad (sustrato) en que se inserta. Todas las anteriores, características propias de los ecosistemas naturales. Sin embargo, el concepto de ecosistema de CTCl no se refleja en los mecanismos de evaluación, dado que actualmente en las metodologías utilizadas el foco está en medir y evaluar inputs (ej. como financiamiento, personas dedicadas a CTCl) y outputs (ej. publicaciones, patentes,

creación de empleos) y contamos con pocos mecanismos de evaluación que den cuenta de las interacciones dentro del ecosistema CTCl (ej. creación de redes de colaboración, entrada de nuevos actores, diversidad de las redes, etc.) o de su vinculación con los contextos particulares en que se inserta (ej. valoración de la CTCl por parte de la ciudadanía, pertinencia territorial de las temáticas que se investigan).

- Dar cuenta del ciclo completo de evaluación, con foco en impacto: Un tercer aspecto por abordar es la capacidad para realizar evaluaciones de impacto de políticas públicas de CTCl, que complementen las evaluaciones que se realizan en otras etapas (de pertinencia, de proceso y de resultado). Actualmente la evaluación está concentrada en las etapas tempranas, siendo la evaluación de impacto un área menos desarrollada y más compleja de abordar.

Abordar estos tres aspectos permitirá avanzar hacia una evaluación sistémica de políticas de CTCl. En este contexto, el Consejo CTCl, acordó con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) la ejecución de una cooperación técnica para la revisión de los sistemas de evaluación de políticas de CTCl, con el objetivo de avanzar en un enfoque sistémico con mirada de largo plazo, tomando las lecciones aprendidas de otros países. Cabe destacar que este plan de trabajo se nutre del trabajo previo del Consejo en la materia y pretende complementar las capacidades existentes y los múltiples esfuerzos que existen en materia de monitoreo y evaluación en el Estado.

El avanzar en materia de evaluación de políticas CTCl es un trabajo que debe ser colaborativo y requiere de generación de capacidades y cambios culturales a nivel institucional que requieren de tiempo y recursos. Es por ello que se conformó un grupo de trabajo que será la contraparte de la consultoría y participará de los workshops y otras actividades que se realicen al alero de ésta. El grupo de trabajo es liderado por el Consejo Nacional de CTCl y está compuesto por profesionales del Ministerio de CTCl, Ministerio de Economía, DIPRES y de la CNEP, todas instituciones que llevan a cabo actividades de evaluación de políticas CTCl en el sector público.

Objetivos de la Consultoría:

2.1 Objetivo General:

El objetivo de esta consultoría es entregar elementos que permitan avanzar en una evaluación sistémica de las políticas de CTCl a nivel nacional, adoptando un enfoque holístico y con perspectiva de largo plazo que permitan optimizar los esfuerzos públicos y enriquecer las orientaciones estratégicas en la materia.

2.2 Objetivos específicos:

Generar recomendaciones para avanzar en un enfoque sistémico de evaluación de políticas CTCl que considere los aspectos mencionados anteriormente: (i) énfasis en objetivos de política y no sólo en instrumentos aislados, (ii) sistemas y metodologías de evaluación que den cuenta de la comprensión sistémica de las actividades CTCl y (iii) dar cuenta del ciclo completo de evaluación.

Generar una reflexión crítica y capacidades en los actores del sector público mandatados a evaluar políticas CTCl, en torno a los enfoques y metodologías de evaluación de políticas CTCl, considerando el contexto nacional y buenas prácticas a nivel internacional.

Bibliografía

- [1] CNID, «Un sueño compartido para el futuro de Chile», Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, Comisión Presidencial, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [2] Consejo CTCl, «Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo de Chile - 2022», Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, Estrategia Nacional de CTCl, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [3] Consejo CTCl, «Orientaciones estratégicas para la transición económico - productiva hacia un Desarrollo Sostenible. Profundización de la Estrategia Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo - 2022, como marco para la Política de Desarrollo Productivo Sostenible», Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, 2024.
- [4] M. J. Menéndez y K. Villarroel, «Revisión de Marcos de Políticas Públicas de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación», Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [5] OECD, OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023: Enabling Transitions in Times of Disruption. en OECD Science, Technology and Innovation Outlook. OECD, 2023. doi: 10.1787/0b55736e-en.
- [6] E. Arnold, D. Malkin, B. Good, J. Clark, y M. R. Yaniz, «Evaluating the National Innovation Strategy for Competitiveness», Technopolis, 2009. [En línea]. Disponible en: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [7] C. Alvia y M. J. Menéndez, «Desafíos de Monitorear la Contribución de la CTCl a Grandes Retos: Aplicación al Desafío de la Sostenibilidad del Recurso Hídrico en Chile», Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://docs.consejoctci.cl/>
- [8] R. Fernández, P. Cárcamo, C. Robayo, y J. M. Pino, «Elaboración de un Mapa de Fuentes de Información para Caracterizar el Ecosistema de CTCl», Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, 2021.

[9] CNID, «Ciencias, Tecnología e Innovación para un Nuevo Pacto de Desarrollo Sostenible e Inclusivo», Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo, Santiago, Chile, Estrategia Nacional de CTCl, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://docs.consejoctci.cl/>

[10] S. Borrás y C. Edquist, «The choice of innovation policy instruments», *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 80, n.o 8, pp. 1513-1522, oct. 2013, doi: 10.1016/j.techfore.2013.03.002.