



Capacidades nacionales
del Ecosistema Nacional
de CTCl para transformar
la Revolución Tecnológica
en una oportunidad de
desarrollo

Informe final preliminar

Capacidades nacionales del Ecosistema Nacional de CTCl para transformar la Revolución Tecnológica en una oportunidad de desarrollo

Informe final preliminar

*Presentado al Consejo Nacional de Innovación para el
Desarrollo*

Autores: M. Cameron, M. Muñoz, R. Muñoz, L. O' Ryan, I. Montenegro

Colaboradores: P. Henríquez, F. Sepúlveda, H. Villagrán, F. Cabrera, L. Medina,
P. Sanhueza

En pocas palabras

En este informe presentamos los resultados del estudio «*Capacidades del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) para transformar la Revolución Tecnológica en una oportunidad de desarrollo*».

A modo de introducción sintetizamos el origen y alcance del estudio, así como la taxonomía y dimensiones utilizadas para caracterizar las capacidades del Ecosistema Nacional de CTCI en relación con este desafío país.

Primero analizamos el contexto general del país y el contexto particular del Ecosistema en relación con la Revolución Tecnológica desde dimensiones tales como la económica, sociocultural y político institucional.

Luego identificamos y caracterizamos la producción del Ecosistema Nacional de CTCI relacionada con la Revolución Tecnológica, en términos de publicaciones científicas, proyectos de investigación y desarrollo, patentes, acciones de difusión y difusión de conocimiento, y programas académicos, así como los actores involucrados y las relaciones de colaboración que éstos conforman.

Finalmente estimamos las capacidades del Ecosistema para financiar actividades de investigación y desarrollo en temas relacionados con la Revolución Tecnológica.

Advertencia

Las opiniones expresadas en este informe representan la opinión de CameronPartners Innovation Consultants y son de su exclusiva responsabilidad. Sólo la versión final aprobada por el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo puede ser resumida, reproducida y/o traducida en forma parcial o total en forma libre indicando expresamente la fuente. La publicación debe ser citada como sigue:

«CameronPartners (2018), Capacidades del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para transformar la Revolución Tecnológica en una oportunidad de desarrollo. Informe final de estudio realizado para el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo. Santiago: Gobierno de Chile».

Consultas sobre este informe, el análisis realizado o materias relacionadas pueden ser dirigidas a Dr. Mario Cameron (+49 621 438 5477; mtc@cameron-partners.com).

Lo más importante en breve

El objetivo general del presente estudio es identificar, cuantificar y analizar el estado y las capacidades del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) que permitan transformar el desafío de la Revolución Tecnológica en una oportunidad de desarrollo para el país.

A continuación se sintetiza el alcance del análisis realizado y se presentan los principales resultados de la identificación, el análisis y la caracterización de los actores del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en relación con el desafío país Revolución Tecnológica, su producción y relaciones, así como de las capacidades de financiamiento, infraestructura y equipamiento existentes en el país que son habilitantes para poder transformar este desafío país una oportunidad de desarrollo a través del conocimiento científico, el desarrollo tecnológico y la innovación en un sentido amplio.

Enfoque sistémico y caracterización sistemática

Con el fin de enfatizar el carácter sistémico del objeto de análisis y de nuestro entendimiento de éste, a lo largo del presente estudio utilizamos extensivamente el concepto de *Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación*, entendido como el conjunto de actores sociales que interactúan y/o se interrelacionan entre sí, formando redes de conocimiento, para generar nuevo conocimiento a partir del existente, aplicar conocimiento existente a productos, procesos, servicios, etc., y/o aplicar nuevo conocimiento para transformar algún aspecto del sistema. De este modo, los actores cobran relevancia en función de la manera en que interactúan y se relacionan entre ellos y con el conocimiento, así como de las acciones que desempeñan dentro del Ecosistema, fortaleciendo su estructura y beneficiando, directa o indirectamente, a la sociedad en general. Dentro de este Ecosistema el estudio se concentra en los actores relacionados con el desafío de la Revolución Tecnológica.

En el marco del análisis del desafío país Revolución Tecnológica, este enfoque sistémico facilita el entendimiento de los fenómenos con los que guarda relación, comprendiendo que su análisis debe incluir el estudio de las ciencias y tecnologías afines que sostienen el desarrollo de nuevas tecnologías. Asimismo, el estudio debe considerar la aplicación de las nuevas tecnologías, no solo en procesos productivos, sino que también en el Estado, así como la forma en que se regula y legisla en materias relacionadas a la Revolución Tecnológica, y la educación que se imparte sobre esta materia. Finalmente, el análisis de la Revolución Tecnológica debe considerar su impacto en la economía y la sociedad.

Para caracterizar las capacidades del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica, utilizamos tanto el modelo ÖFOS, basado en el sistema FOS de la OCDE, que permite clasificar campos, áreas y disciplinas científico-tecnológicas, así como un modelo conceptual complementario para clasificar las principales dimensiones del estudio de la Revolución Tecnológica y sus interrelaciones, a saber: Ciencias y tecnologías afines, Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, Nueva economía, Estado y tecnología, Regulación y legislación, Educación e Impacto de las nuevas tecnologías.

Alcance de la base de información utilizada para el análisis realizado

Las capacidades del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) en relación con el desafío país Revolución Tecnológica presentadas en este trabajo fueron identificadas a partir de información recolectada desde fuentes primarias y secundarias.

A través de la técnica del análisis bibliométrico, identificamos 1.166 publicaciones científicas indexadas en materias relacionadas con la Revolución Tecnológica en el período 2013 – 2018, con al menos un autor afiliado a una entidad establecida en Chile.

A partir de dichas publicaciones identificamos 3.824 profesionales afiliados a entidades establecidas en Chile que investigan en materias relacionadas con la Revolución Tecnológica. Este grupo está compuesto por investigadores trabajando en universidades, centros de investigación e institutos tecnológicos públicos, así como profesionales trabajando en empresas privadas y servicios públicos. En función de la cantidad y el impacto de las publicaciones, organizamos al total de profesionales identificado en dos grupos, distinguiendo a los investigadores con mejor desempeño en dichas variables, como investigadores especialistas, que corresponden a un total de 303 profesionales.

Junto a lo anterior, en el periodo 2013 – 2018 también identificamos 441 proyectos de investigación y desarrollo cofinanciados con fondos públicos, 27 solicitudes aprobadas de patentes, así como 49 iniciativas de interés público y 45 eventos de difusión y divulgación científica en materias de Revolución Tecnológica.

A partir de la identificación de actores, tanto en el nivel individual como institucional, en base a las publicaciones científicas identificadas para el período 2013 – 2018, construimos la red de colaboración científica que el conjunto de investigadores identificado conforma al generar publicaciones conjuntas.

Para el estudio de la red de colaboración científica, consideramos los 3.824 investigadores identificados como autores de publicaciones en materias vinculadas al desafío país Revolución Tecnológica.

gica. La red obtenida mediante el uso de la técnica del Análisis de Redes Sociales permitió caracterizar las relaciones entre los actores del Ecosistema de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica a nivel de investigadores, instituciones, país y dimensión de estudio.

Para identificar los programas de formación y especialización relacionados la Revolución Tecnológica revisamos más de 17.500 programas vigentes al año 2017, registrados en el Directorio de Instituciones de Educación Superior de la División de Educación Superior del Ministerio de Educación, de los cuales, identificamos 275 programas académicos en directamente relacionados, 1.147 en ciencias y tecnologías afines y 1.095 programas habilitantes para el estudio de materias asociadas al desafío país.

Para describir el contexto general del país en relación con el Ecosistema Nacional de CTCI, así como el contexto específico del Ecosistema Nacional de CTCI en relación con el desafío país Revolución Tecnológica analizamos las series de tiempo de diversos indicadores relativos a variables relevantes en la dimensión económica, sociocultural, laboral y político- institucional.

Contexto general del país

1. EN EL CONTEXTO ECONÓMICO DE LA ÚLTIMA DÉCADA, CHILE HA EVIDENCIADO PROGRESOS EN VARIABLES TALES COMO EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA DESIGUALDAD, PERO NO A LA VELOCIDAD NECESARIA PARA ALCANZAR EL NIVEL DE LOS PAÍSES DE LA OCDE.

- En Chile, el Producto Interno Bruto (PIB), medida de la riqueza económica de los países, es actualmente menor que el producto promedio de los países miembros de la OCDE, al igual que su ritmo de crecimiento, lo que implica que las distancias entre los PIB se acrecienten. De igual forma, la velocidad con la que disminuye el alto nivel de desigualdad en Chile, medida según el Índice de Gini, es insuficiente para alcanzar, en el mediano plazo, el desempeño de los países de la OCDE en esta variable.
- El crecimiento de la productividad laboral de Chile, que mide el cambio en el producto por hora trabajada, como también la Productividad Total de los Factores, que representa la eficiencia del trabajo y capital en el proceso productivo, se encuentran entre los rangos mínimos de los países miembros de la OCDE.
- En tanto, la tasa de participación laboral, medida en la población mayor de 15 años, presenta una tendencia al alza en todos los rangos etarios en el periodo 2006-2017, exceptuando aquellos involucrados con la educación secundaria (15-19 años) y terciaria (20-24 años), pero a su vez, se observan niveles decrecientes de participación laboral entre rangos etarios desde los 45 años. Si bien contar con trabajadores más capacitados implica una mayor productividad, los niveles decrecientes de participación laboral entre la población adulta y adulta mayor, representan un problema evidente de inactividad laboral.
- Respecto a la participación laboral de los adultos mayores, la OCDE recomienda, que la edad de jubilación de nuestro país, en primer lugar, se iguale entre hombres y mujeres (65 años). En segundo lugar, mientras aumenta la expectativa de vida, también lo debe hacer la edad de jubilación.

2. EN EL CONTEXTO SOCIOCULTURAL, LOS CIUDADANOS ESTÁN SATISFECHOS CON SU VIDA, SIN EMBARGO, LA PERCEPCIÓN DE CONFLICTOS SOCIALES, RESPETO, CONFIANZA SOCIAL Y CORRUPCIÓN SE ENCUENTRAN EN ESTADO CRÍTICO.

- Indicadores como “más vida” de la OCDE (2017) y resultados del Estudio Longitudinal Social de Chile (ELSOC, 2016) muestran que los chilenos están satisfechos con su vida, incluso más satisfechos que el promedio de los países de la OCDE.
- Sin embargo, ELSOC (2016) concluye que en Chile se registran altos niveles de percepción de conflictos, poco o nulo respeto en los servicios de salud y trabajo, y la mayoría no confía en las instituciones públicas y sociales. Además, la percepción de la corrupción, que ha empeorado en el periodo 2012-2017, y las desigualdades de género, patentes en ingresos y participación laboral, son problemas que distan del desempeño alcanzado por los países de la OCDE, por ejemplo, en cuanto a niveles de probidad y equidad de género.

3. EN EL CONTEXTO POLÍTICO – INSTITUCIONAL CHILE PRESENTA BAJOS NIVELES DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA Y UN EJERCICIO DEBILITADO DE LA DEMOCRACIA.

- Para las elecciones del año 2017, el 53% de la población habilitada no sufragó. Respecto a la participación en las elecciones parlamentarias, el 47% de la población en edad de votar lo hizo.
- De acuerdo al ELSOC (2016), mayoritariamente, los chilenos no pertenecen a ninguna organización social ni realizan actividades políticas, y la mayoría de la población no participa en los procesos democráticos.
- El Índice de Democracia, realizado por la revista The Economist, pretende medir el estado de la democracia en 167 países tomando en consideración el pluralismo, las libertades civiles y la cultura política. En base a los parámetros mencionados, al 2017, Chile constituye una democracia defectuosa. El índice ha experimentado una leve disminución en puntuación en los últimos 11 años, donde, en un máximo de 10 puntos, el país pasa de 7,89 a 7,84 puntos.

Contexto específico para el Ecosistema Nacional de CTCI en cuanto al desafío de la Revolución Tecnológica

4. EN LA DIMENSIÓN ECONÓMICA ESPECÍFICA DEL ECOSISTEMA DE CTCI PARA EL DESAFÍO PAÍS, NO SE EVIDENCIAN PROGRESOS SIGNIFICATIVOS EN LA MAYORÍA DE LAS VARIABLES ANALIZADAS, TALES COMO LA PRODUCTIVIDAD MULTIFACTOR Y LA INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO.

- Variables económicas que pueden verse fuertemente afectadas por la Revolución Tecnológica son la productividad laboral (PIB dividido en las horas trabajadas) y la productividad multifactor (eficiencia con que se usa el trabajo y el capital en el proceso de producción) que, en Chile, destacan por su volatilidad, así como también el lento crecimiento del capital por trabajador en la última década. Además, los niveles de productividad laboral del país son inferiores al promedio de la OCDE.
- La eficiencia y productividad del capital y los trabajadores se ve determinada por los medios de producción que intervienen en el proceso de producción. Las nuevas herramientas tecnológicas pueden transformar drásticamente estos medios, pero para su creación e integración, es fundamental la investigación y desarrollo. En la última década, el gasto interno en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB ha sido significativamente bajo (0,39%), representando, al 2015, menos de una quinta parte del gasto promedio en investigación y desarrollo de la OCDE.

Lo anterior explica que la producción científica en Chile no pueda alcanzar los niveles de financiamiento, del resto de los países de la OCDE, dificultando la integración tecnológica, y, por tanto, el desarrollo del país.

- Consecuentemente, dados los bajos niveles de inversión en investigación y desarrollo que limitan la producción de tecnología de punta, las exportaciones de alta tecnología como cuota del total de las exportaciones manufactureras en Chile representan el 7%, avanzando sólo un 2% en 26 años. Por su parte, el promedio de la OCDE es 17%.

5. EN LA DIMENSIÓN INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA, CHILE HA LOGRADO ALCANZAR EL NIVEL DE PAÍSES DE LA OCDE, SIN EMBARGO, EXISTEN DESAFÍOS POR ENFRENTAR.

- En términos generales, Chile presenta indicadores de cobertura y acceso a las tecnologías de la información y comunicación (tales como telefonía móvil e internet) similar al de los países con mejor desempeño de la OCDE. Sin embargo, existen algunas falencias como, por ejemplo, en el acceso doméstico a un computador, donde el país presenta un 60% de cobertura, mientras que, para países de la OCDE, la cifra supera el 70%.
- Índices que miden la integración digital del Estado y la capacidad estadística posicionan a Chile en un nivel similar al de los países con el mejor desempeño de la OCDE.
- De acuerdo al Índice de Disposición a la Conectividad, confeccionado por el Banco Mundial, que mide qué tan bien una economía está utilizando las tecnologías de la información y las comunicaciones para impulsar la competitividad y el bienestar, Chile no ha avanzado de su posición en el periodo 2012-2016, manteniéndose en la posición 38 de 154 países, aún lejos de los países de la OCDE.
- Además, el país presenta desafíos de mejora en términos del trato de los datos abiertos y la ciberseguridad global.

6. EN LA DIMENSIÓN LABORAL Y CAPITAL HUMANO, EL ESTADO ACTUAL Y FUTURO DE LAS CAPACIDADES TÉCNICAS DE LA FUERZA LABORAL DE CHILE NO RESPONDE A LA URGENCIA DEL DESAFÍO PAÍS REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA.

- El mercado laboral de la economía chilena presenta ciertas debilidades que pueden acrecentarse con el desafío de la Revolución Tecnológica, tales como la informalidad laboral y los trabajos a tiempo parcial.
- Por otra parte, las habilidades escolares de los estudiantes en Chile medidas por pruebas estandarizadas nos ubican, en promedio, debajo de los países de la OCDE en la última década.
- Relacionado a la calidad de la educación está el número de investigadores en Chile. Si bien la tasa de matrícula escolar terciaria es superior a la del promedio de la OCDE, el número de investigadores por cada 1000 trabajadores, que se entienden como aquellos profesionales involucrados en la creación de nuevos productos y conocimiento, es considerablemente menor al promedio de los países miembros de la OCDE. Al 2016, mientras Chile posee 1, en promedio, la OCDE posee 8.

7. LA DIMENSIÓN POLÍTICO-INSTITUCIONAL MUESTRA UN ESCENARIO QUE TOMA CONSIDERACIÓN DEL DESAFÍO DE LA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA.

- Desde 1990 a la fecha, ha existido un esfuerzo permanente y creciente desde la política pública destinado a afrontar los desafíos tecnológicos y adaptarlos a los requerimientos del país, con Corfo y Conicyt como las instituciones protagonistas.

- El Estado ha realizado esfuerzos por integrarse tecnológicamente con resultados disímiles. De acuerdo a un estudio realizado por el World Economic Forum el año 2017, de un total de 139 países, Chile ocupa el lugar 68 en la importancia de las tecnologías de información y comunicación para el gobierno. En cuanto a los servicios en línea del gobierno, Chile ocupa el lugar 16, mientras que, respecto al éxito del gobierno en la promoción de TIC, posee el lugar 61.
- Como aspecto negativo, en Chile no existe un indicador estandarizado para describir la forma en que se regulan impositivamente los servicios digitales, aunque medidas para regular estos servicios empezaron a discutirse el año 2018.

Publicaciones científicas de los actores del Ecosistema

8. SE IDENTIFICARON 1.914 INVESTIGADORES CON AFILIACIÓN CHILENA, 303 DE ELLOS SON INVESTIGADORES ESPECIALISTAS EN EL REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA PARA ESTE ESTUDIO.

- De los 1.914 investigadores se encontró información completa para el 88% de ellos.
- En este estudio un investigador es investigador especialista, si la cantidad de publicaciones vinculadas al investigador es superior o igual a dos y posee un impacto acumulado superior o igual al promedio de los impactos del total de investigadores. Sólo 303 investigadores cumplieron la condición recientemente mencionada. De los 303 investigadores especialistas se encontró información completa para el 99% de ellos.

9. CERCA DEL 90% DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA NACIONAL RELACIONADA CON REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA SE REALIZA DESDE LAS CIENCIAS NATURALES, LAS CIENCIAS TÉCNICAS Y LAS CIENCIAS MÉDICAS

- A nivel de campos del conocimiento, en el nivel 1 de la clasificación ÖFOS, las publicaciones científicas indexadas de investigadores especialistas afiliados a entidades establecidas en Chile se agrupan principalmente en: Ciencias Naturales (50%), Ciencias Técnicas (35%) y Ciencias Médicas (8%).
- Respecto a los campos del conocimiento en que se encuentran las publicaciones científicas vinculadas a investigadores afiliados a entidades establecidas en Chile, se tiene una distribución similar a la presentada para los investigadores especialistas, correspondiente a: Ciencias Naturales (46%), Ciencias Técnicas (33%) y Ciencias Médicas (10%).

10. LA CANTIDAD DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS EN LOS CAMPOS DEL CONOCIMIENTO DE LAS CIENCIAS TÉCNICAS, LAS CIENCIAS MÉDICAS Y LAS CIENCIAS SOCIALES HA AUMENTADO SIGNIFICATIVAMENTE EN EL PERÍODO 2013 – 2017

- En la producción científica de investigadores especialistas, las publicaciones en los campos de las Ciencias Técnicas y las Ciencias Médicas se han prácticamente duplicado en el período 2013-2018 con respecto a la cantidad de publicaciones identificadas para el año 2013. Las Ciencias Técnicas, por su parte, llegaron a triplicarse el año 2016, mientras que las Ciencias Médicas duplicaron su cantidad en el año 2017, y las Ciencias Sociales en el año 2018 aumentaron en un 150% con respecto al año 2013.
- En la producción científica de investigadores con afiliación chilena, destaca el aumento de las publicaciones en el campo de las Ciencias Técnicas, en un 141% con respecto al año 2013, mientras que las publicaciones en el campo de las Ciencias Médicas se han incrementado en un 60% con respecto al mismo año y las Ciencias Sociales en un 100%.

11. LOS INVESTIGADORES ESPECIALISTAS IDENTIFICADOS TRABAJAN EN LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN MAYORITARIAMENTE ASOCIADAS AL CAMPO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO DE LAS CIENCIAS NATURALES, LAS CIENCIAS MÉDICAS Y LAS CIENCIAS TÉCNICAS.

- Para el total de investigadores especialistas identificados en el período de análisis, se identificaron sus líneas de investigación según el campo del conocimiento asociado a la revista en que publicó su artículo científico. De aquí se puede afirmar que las líneas de investigación de los especialistas se distribuyen principalmente en: Ciencias Naturales (57%), Ciencias Médicas (18%) y Ciencias Técnicas (16%).
- Si bien resulta esperable la participación de las Ciencias Naturales y las Ciencias Técnicas en este grupo, llama la atención que un 18% del total de líneas de investigación principal estén vinculadas con las Ciencias Médicas. Esto se debe al aumento sostenido que han experimentado las publicaciones indexadas relacionadas con las Ciencias Médicas en el periodo de análisis, alcanzando su máximo el año 2017, representando un aumento del 116% con respecto al año 2013. En estas publicaciones destacan investigaciones relacionadas con la cirugía asistida por robot.
- Al considerar todos los investigadores con afiliación chilena, la distribución de campos científicos-tecnológicos varía, agrupando principalmente: Ciencias Naturales (41%), Ciencias Técnicas (30%) y Ciencias Médicas (17%)

12. LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN PRINCIPAL DE LOS INVESTIGADORES ESPECIALISTAS SE DESARROLLA MAYORITARIAMENTE EN EL ÁREA DE LAS CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

- Las áreas científico-tecnológicas de las publicaciones científicas indexadas de investigadores especialistas afiliados a entidades establecidas en Chile con mayor cuota de participación son Ciencias de la Computación (20%) e Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de la Información (6,5%), como es de esperar. En el global, considerando a todos los investigadores afiliados a entidades establecidas en Chile identificados desde publicaciones indexadas, destacan las áreas científico-tecnológicas Ciencias de la Computación y Biología ambas con un 12,5% respectivamente.
- Si a nivel de áreas científico-tecnológicas en que se encuentran las líneas de investigación, junto la Medicina Clínica (6%) y las Neurociencias (1,7%), se considera la Biología (10%), la importancia relativa de las Ciencias de la Vida (no consideradas en forma explícita en el modelo ÖFOS) en el estudio de la Revolución Tecnológica, incluso en Chile, queda a la vista.
- En tanto, es posible notar que en Chile el estudio de la Revolución Tecnológica desde las Ciencias Sociales, especialmente desde la Psicología (2%), Economía (0,7%) y Sociología (1,7%), se encuentra poco desarrollado.
- En relación a la importancia relativa de las Ciencias de la Vida, se tienen Medicina (10,5%), Neurociencias (1,3%) y Biología (12,5%), acumulando un 24,3% porcentaje mayor al 17,7% acumulado por los investigadores especialistas.
- Con respecto a las Ciencias Sociales, al considerar a todos los investigadores desde la Psicología (1,7%), Economía (1,4%) y Sociología (1,1%), evidenciando el poco desarrollo a nivel global en este estudio.

13. LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS NACIONALES RELACIONADAS CON REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA SE HAN CONCENTRADO EN LAS DIMENSIONES DESARROLLO Y APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS AFINES.

- Del total de publicaciones científicas revisadas, las dimensiones de estudio Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías y Ciencias y tecnologías afines acumulan un 42% y un 40% respectivamente. En dichas dimensiones también se acumulan el mayor número de investigadores afiliados a entidades chilenas, con un 50% y un 33%, respectivamente.
- El volumen de publicaciones asociadas a otras dimensiones es considerablemente menor. En efecto, la tercera dimensión de estudio es Educación, y acumula sólo un 8% del total de publicaciones, ocupando también el tercer lugar en cantidad de investigadores, con un 8,5% del total de investigadores con afiliación nacional.
- Al analizar la distribución de publicaciones a nivel de investigadores especialistas, en la distribución por dimensión destaca Ciencias y tecnologías afines y Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, acumulando un 46% y un 41% respectivamente, mientras que también acumulan la mayor cantidad de investigadores afiliados, con un 43% y un 48% respectivamente. El tercer lugar, al igual que en el global de investigadores, es ocupado por la dimensión Educación, con un 5% de las publicaciones y el mismo porcentaje en cantidad de investigadores identificados en la categoría de especialista en este estudio.

14. LA CANTIDAD DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS VINCULADAS A LA DIMENSIÓN DE ESTUDIO DESARROLLO Y APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS HA AUMENTADO CONSIDERABLEMENTE EN EL PERÍODO 2013-2018.

- Al considerar el total de publicaciones asociadas a investigadores con afiliación chilena, la dimensión Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías ha experimentado un aumento del 98% con respecto al año 2013. En tanto, la dimensión Ciencias y tecnologías afines registró un aumento del 40% con respecto al año 2013. El número de publicaciones clasificadas en las dimensiones Regulación y legislación y Estado y tecnología, no han sufrido variaciones significativas en el período de análisis.
- Al considerar el total de publicaciones asociadas a investigadores especialistas, se encuentra un patrón similar de distribución en el total de investigadores con afiliación chilena, destacando nuevamente el aumento de cantidad de publicaciones en las dimensiones Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías y Ciencias y tecnologías afines, con un 83% y un 38%, respectivamente. El volumen de publicaciones en las demás dimensiones no han experimentado variaciones relevantes, salvo la dimensión Educación, que registró un aumento del 60% el año 2017, con respecto a la cantidad de publicaciones identificadas en el año 2013.

15. EL 84% DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS INDEXADAS DE INVESTIGADORES ESPECIALISTAS AFILIADOS A ENTIDADES EN CHILE SE CONCENTRA EN LA REGIÓN METROPOLITANA Y EN LA REGIÓN DE VALPARAÍSO

- Este alto porcentaje se explica debido al alto número de investigadores especialistas afiliados a entidades en estas regiones. En efecto, la Región Metropolitana y la Región de Valparaíso acumulan un 63% y un 15% del total de investigadores especialistas, respectivamente.
- Al corregir la producción científica de las regiones de Chile por su población, el valor esperado debería situarse alrededor de las 15 publicaciones anuales por millón de habitantes. La producción de la Región Metropolitana se sitúa en ese nivel, en tanto que la Región de Valparaíso

produce 27,3 publicaciones anuales por millón de habitantes. El resto de las regiones del país se encuentra rezagada en su producción científica en materias vinculadas con Revolución Tecnológica. De hecho, de este grupo, la Región de La Araucanía es la mejor posicionada, con 9,5 publicaciones anuales por millón de habitantes.

- Al realizar el mismo análisis considerando el total de investigadores identificados, nuevamente destaca la Región Metropolitana y la Región de Valparaíso, acumulando un 57% y un 21% del total de publicaciones vinculadas al estudio Revolución Tecnológica, esto ocurre debido a la cantidad de investigadores que concentran estas regiones: 57% del total de investigadores para la Región Metropolitana y 16% para la Región de Valparaíso.
- Al corregir la producción científica por su población, el valor esperado debería situarse alrededor de las 28,5 publicaciones anuales por millón de habitantes. Sólo la Región Metropolitana y la Región de Valparaíso se sitúan sobre ese nivel.

16. LA UNIVERSIDAD DE CHILE, LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE Y LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO ACUMULAN EN CONJUNTO EL 81% DE LAS PUBLICACIONES CIENTÍFICAS INDEXADAS DE INVESTIGADORES ESPECIALISTAS.

- Las publicaciones asociadas a los investigadores especialistas trabajando en Chile que se relacionan con el estudio de Revolución Tecnológica son producidas por 11 universidades y una clínica. Por sí solas la Universidad de Chile (23%), Pontificia Universidad Católica de Chile (15%) y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (15%) acumulan el 53% de dichas publicaciones. Al considerar la producción científica de todos los investigadores con afiliación chilena distribuidos por institución, destacan las mismas instituciones mencionadas.
- Dentro del grupo de estas 11 universidades se localizan fuera de la Región Metropolitana, la Universidad Federico Santa María, la Universidad de La Frontera, y la Universidad de La Serena, lo que explica en gran parte la distribución de la producción científica a nivel regional. Al considerar la producción científica de todos los investigadores con afiliación chilena distribuidos por institución, destacan la Universidad Federico Santa María y Universidad de Santiago de Chile.
- La producción científica a nivel de institución presenta una relación altamente no lineal entre la cantidad de investigadores especialistas con doctorado afiliados a la institución y la cantidad de publicaciones asociada a la entidad, grupos con pocos investigadores con doctorado presentan prácticamente el mismo nivel de producción científica, sin embargo, a partir de una determinada masa crítica de instituciones con investigadores especialistas con doctorado la producción científica aumenta en forma sobre proporcional. Por lo que, al corregir ese efecto mediante un modelo de regresión log-log, se tiene que el logaritmo natural de la cantidad de publicaciones asociadas a la entidad es explicado en un 84,6% por el logaritmo natural de la cantidad de investigadores especialistas con doctorado afiliados a la institución.

17. LOS INVESTIGADORES ESPECIALISTAS SE ENCUENTRAN AFILIADOS, MAYORITARIAMENTE A ENTIDADES EN LA REGIÓN METROPOLITANA, REGIÓN DE VALPARAÍSO Y LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA.

- La Región Metropolitana concentra el 63% del total de investigadores especialistas identificados, la siguiente región que acumula afiliaciones posee una diferencia significativamente menor en cantidad de investigadores especialistas, y corresponde a la Región de Valparaíso con un 15%. Con menores participaciones se encuentran las regiones de La Araucanía y del Biobío con un

7% y un 5% del total de investigadores especialistas, respectivamente. La distribución de investigadores especialistas se distribuye de manera similar al número de publicaciones indexadas por región.

- Al considerar el total de investigadores, destacan nuevamente las regiones Metropolitana (57%) y de Valparaíso (16%), sin embargo, aparece en tercer lugar la Región del Biobío con un 8%, dejando a la Región de La Araucanía en un cuarto lugar, ya que acumula un 5% del total de investigadores.
- Al corregir la cantidad de investigadores especialistas en las regiones de Chile por su población, el valor esperado debería situarse alrededor de 17 investigadores especialistas por millón de habitantes. La Región Metropolitana, la Región de Valparaíso y la Región de La Araucanía superan ese nivel, mientras que las demás regiones quedan rezagadas en cantidad de especialistas, dado que la región que más se acerca al valor esperado de cantidad de investigadores especialistas por millón de habitantes es la Región de Arica y Parinacota, con 12 investigadores especialistas por millón de habitantes. Al realizar el mismo ejercicio considerando el total de investigadores con publicaciones científicas vinculadas con el estudio del desafío país Revolución Tecnológica, el valor esperado debería situarse alrededor de 92,3 investigadores por millón de habitantes. La Región Metropolitana y la Región de Valparaíso superan ese nivel, mientras que las regiones que más se acercan al valor esperado de investigadores por millón de habitantes son Región de Arica y Parinacota, Región del Biobío, Región de La Araucanía y Región de Antofagasta, mientras que el resto de las regiones quedan muy rezagadas en cuanto a cantidad de investigadores por millón de habitantes.

18. LOS INVESTIGADORES ESPECIALISTAS CONCENTRAN EL 60% DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS IDENTIFICADAS PARA EL ESTUDIO DEL DESAFÍO PAÍS REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA.

- En efecto, un investigador especialista tiene 4,2 publicaciones científicas en promedio, mientras que el resto de los investigadores tiene 0,9 publicaciones científicas en promedio.
- En cuanto a la producción científica de los investigadores especialistas, el valor esperado se sitúa alrededor de 9,7 publicaciones por investigador especialista. Sólo el 4% de investigadores especialistas superan el nivel esperado y acumulan el 13,8% del total de publicaciones, mientras que un 3% de investigadores especialistas se encuentran en una categoría cercana al nivel esperado. Al realizar este mismo ejercicio, para el resto de los investigadores, el valor esperado es de alrededor 1,4 publicaciones por investigador. Sólo el 11% de estos investigadores supera el nivel esperado de publicaciones, evidenciando la baja productividad de artículos científicos, vinculados al estudio del desafío país Revolución Tecnológica, durante el período de análisis.

Impacto de las publicaciones científicas de los actores del Ecosistema

19. LAS PUBLICACIONES DE LOS INVESTIGADORES ESPECIALISTAS VINCULADAS A LAS CIENCIAS NATURALES DESTACAN EN CANTIDAD DE PUBLICACIONES, IMPACTO Y CITAS.

- Al considerar la suma de los impactos de las publicaciones científicas asociadas a investigadores especialistas clasificadas según disciplina científica, destaca Ciencias Naturales, tanto en cantidad de publicaciones (50%), impacto acumulado (48%) y citas acumuladas (48%), le siguen las Ciencias Técnicas, ocupando un segundo lugar en cantidad de publicaciones (35%), impacto acumulado (34%) y citas acumuladas (36%). Un tercer lugar lo tienen las Ciencias Médicas, tanto

en cantidad de publicaciones (8%), impacto acumulado (11%) y citas acumuladas (11%). El resto de las disciplinas se encuentran aún más rezagadas.

- Mientras que, al considerar la suma de los impactos de las publicaciones científicas asociadas a investigadores clasificadas según disciplina científica, destaca Ciencias Naturales, tanto en cantidad de publicaciones (46%), impacto acumulado (46%) y citas acumuladas (45%), le siguen las Ciencias Técnicas, ocupando un segundo lugar en cantidad de publicaciones (33%), impacto acumulado (33%) y citas acumuladas (36%). Un tercer lugar lo tienen las Ciencias Médicas, tanto en cantidad de publicaciones (10%), impacto acumulado (12%) y citas acumuladas (12%). El resto de las disciplinas se encuentran aún más rezagadas.

20. LAS PUBLICACIONES RELACIONADAS A LAS CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN DESTACAN EN CANTIDAD DE PUBLICACIONES, IMPACTO Y CITAS ACUMULADAS.

- Al considerar las publicaciones científicas de los investigadores especialistas, destacan los artículos científicos relacionados con las Ciencias de Computación, tanto en cantidad de publicaciones (23%), impacto acumulado (19%) y citas acumuladas (25%). Mientras que la clasificación Ingeniería eléctrica, electrónica e ingeniería de la información, que está directamente relacionada con el desafío país Revolución Tecnológica, ocupa el tercer lugar en cantidad de publicaciones (11%), y cuarto lugar en impacto acumulado (9%) y citas acumuladas (8%).
- Al realizar el mismo ejercicio, considerando las publicaciones científicas de los investigadores, destaca nuevamente las Ciencias de Computación, tanto en cantidad en publicaciones (18%), impacto acumulado (16%) y citas acumuladas (21%). Mientras que en este caso Ingeniería eléctrica, electrónica e ingeniería de la información, que está directamente relacionada con el desafío país Revolución Tecnológica, ocupa el quinto lugar en cantidad de publicaciones (8%) y en impacto acumulado (7%), mientras que ocupa el cuarto lugar en citas acumuladas (8%).

21. LA REGIÓN METROPOLITANA DESTACA EN IMPACTO Y CITAS PROMEDIO.

- En cuanto al impacto y citas promedio asociadas a las publicaciones científicas de los investigadores especialistas distribuidas por región, el valor esperado del impacto promedio por región se sitúa en 0,72, mientras que el valor esperado de citas promedio por región se sitúa en 4,76. Sólo la Región Metropolitana supera esos niveles. Esto se debe a que en esta región se concentra la mayor cantidad de universidades y centros científicos, además de concentrar la mayor cantidad de investigadores especialistas identificados en este estudio. Las demás regiones quedan muy rezagadas en cuanto a impacto y citas promedio en relación a los valores esperados. Por otro lado, al considerar el impacto y citas promedio de las publicaciones científicas de los investigadores destruidos por región, se obtiene el mismo resultado.

22. LA UNIVERSIDAD MAYOR Y EL INSTITUTO MILENIO DE ASTROFÍSICA DESTACAN EN IMPACTO Y CITAS PROMEDIO.

- Al considerar las 36 instituciones académicas a las que se encuentran afiliados los investigadores especialistas identificados en este estudio, el valor esperado de impacto promedio alcanza un 1,7 por publicación, mientras que el valor de citas promedio alcanza un 7,7 por publicación. Destacan superando el nivel esperado en impacto y citas promedio la Universidad Mayor sede Santiago y el Instituto Milenio de Astrofísica, tanto en impacto y citas promedio, en este caso, al analizar estas instituciones de manera agregada, son las que poseen la menor cantidad de publicaciones, sin embargo, éstas cumplen con la calidad esperada para ser publicadas en revistas

científicas, además de ser reconocidas por la comunidad mediante el alto número de citas promedio.

- En el extremo opuesto se encuentra un 69% de las instituciones académicas identificadas a las que se encuentran afiliados los investigadores especialistas, con impacto y citas promedio inferior al nivel esperado para ambas métricas. Entre ellas encontramos a algunas de las siguientes instituciones académicas, en orden decreciente con respecto al impacto y citas promedio, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Chile y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Estas universidades destacan en cantidad de publicaciones científicas asociadas, sin embargo, evidencia que estas en promedio estas publicaciones fueron publicadas en revistas de bajo nivel de impacto.
- Por otro lado, tenemos a la Universidad de O’Higgins, que destaca con un impacto promedio superior al nivel esperado, pero con citas promedio bajo el nivel esperado. Esto evidencia que la calidad de las publicaciones es apta para ser publicadas en una revista científica, pero no son reconocidas mediante citas promedio por la comunidad.
- Otro grupo compuesto por un 22% de las instituciones identificadas, destacan con citas promedio superior al nivel esperado, pero con impacto promedio bajo el nivel esperado, algunas de ellas, presentadas en orden decreciente al impacto y citas promedio, son: Universidad Nacional Andrés Bello, Universidad de Tarapacá de Arica y Universidad de Los Andes. Evidenciado que existen instituciones que publican en revistas de bajo impacto promedio, pero que son sus investigaciones son reconocidos por la comunidad.

23. UN 3,2% DE LOS INVESTIGADORES ESPECIALISTAS DESTACA CON UN ALTO NIVEL DE IMPACTO Y CITAS PROMEDIO, PERO NO SUPERA EL NIVEL ESPERADO DE PUBLICACIONES POR INVESTIGADOR ESPECIALISTA.

- Al considerar los 279 investigadores especialistas afiliados a instituciones académicas, el valor esperado de publicaciones por investigador especialista es de 10, mientras que el valor esperado de impacto promedio por investigador especialista se sitúa en 1,5 y el valor esperado de citas promedio por investigador especialista alcanza un 15,5. Sólo un 3,2% de investigadores especialistas supera el nivel de impacto promedio y el nivel de citas promedio, pero ninguno de ellos supera el valor promedio de esperado de publicaciones por investigador especialista, mientras que un 78% de investigadores especialistas no supera el nivel de impacto ni citas esperado, de este grupo sólo un 5% supera el nivel esperado de publicaciones científicas.
- Otro grupo compuesto por un 14% de los investigadores especialistas, destaca por superar el nivel esperado de impacto promedio, pero no superar el nivel esperado de citas promedio. De este grupo ninguno supera el nivel de publicaciones promedio por investigador especialista.
- El resto de los investigadores especialistas, se caracteriza por superar el nivel de citas promedio, pero no superar el nivel de impacto promedio. De este grupo ninguno supera el nivel de publicaciones promedio por investigador especialista.
- En general sólo un 11% de los investigadores especialistas supera el nivel esperado de publicaciones.

Otros productos de los actores del Ecosistema

24. EN EL PERÍODO 2013 – 2018 SE HA IDENTIFICADO EN CHILE UN TOTAL DE 441 PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D) EN MATERIAS DE REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA FINANCIADOS CON FUENTES PÚBLICAS, PRINCIPALMENTE CORFO Y CONICYT

- Para el periodo comprendido entre los años 2013 y 2018, se han aprobado 441 proyectos de Investigación y Desarrollo en materia de Revolución Tecnológica a lo largo del país, que han sido financiados por instituciones públicas, principalmente Corfo y Conicyt. La distribución anual de aprobación de estos proyectos muestra un incremento de un 48,9% entre el año 2013 y el año 2014, estabilizándose a partir de este año hasta 2018, en que se observa un decrecimiento de 37% respecto al año anterior.
- La estabilización en la cantidad de proyectos de I+D aprobados en materia de Revolución Tecnológica se explica a partir de la dispar evolución de las principales fuentes de financiamiento. Por una parte, Conicyt presenta un decrecimiento anual sostenido de la cantidad de proyectos financiados. Mientras que en 2013, el 83% de los proyectos identificados fue financiado con dicha fuente, en 2018 la proporción sobre el total anual fue sólo del 29%, pasando de 39 a 18 proyectos aprobados en dicho período. Por otra parte, Corfo presenta un aumento en la cantidad de proyectos financiados anualmente, considerando que para 2013 financió el 17% del total anual de proyectos aprobados mientras que en 2018 la cuota de participación de proyectos financiados por Corfo aumentó al 71,4%, manteniéndose en torno a los 40 proyectos por año a partir de 2016.
- En el contexto del desafío país Revolución Tecnológica, y considerando los diferentes objetivos que tienen ambas instituciones, lo anterior indicaría que se está entregando, gradualmente, mayor importancia a proyectos de aplicación de conocimiento sobre esta materia en el sector productivo, mientras que en paralelo disminuye la cantidad de proyectos cuya orientación principal es la producción de conocimiento o de tecnología. En efecto, el 91,7% de los beneficiarios de financiamiento de Corfo para el periodo de estudio corresponde a actores del sector privado, mientras que el 90,6% de los proyectos financiados por Conicyt beneficia a actores del ámbito académico.

25. LA EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS DE I+D RELACIONADOS CON REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA QUE TIENEN FINANCIAMIENTO PÚBLICO SE CONCENTRA EN LA REGIÓN METROPOLITANA PARA EL PERIODO 2013-2018, AUNQUE LA PROPORCIÓN DECRECE ANUALMENTE

- De los 441 proyectos de I+D relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica identificados para el periodo 2013-2018 y que cuentan con financiamiento público, el 58% se ejecuta por instituciones radicadas en la Región Metropolitana. Si bien esta concentración es esperable, los hallazgos muestran una disminución progresiva pasando del 70% del total de proyectos aprobados en el país para la Región Metropolitana en el año 2013, al 42% al término del período de análisis.
- Asimismo, las regiones de Valparaíso y del Biobío han visto aumentada su participación en proyectos de I+D durante el periodo de análisis. Así, la Región de Valparaíso sube de un 8,5% del total de proyectos aprobados el año 2013 a un 16,1% en 2018. La Región del Biobío, en tanto, aumenta desde un 6,4% de los proyectos aprobados en el país durante 2013 a un 12,9% el año 2018.

- El resto de las regiones del país no sólo presentan porcentajes bajos de adjudicación de proyectos de I+D – que en general no superan el 5% del total –, sino además muestran valores que no varían de manera ostensible en el periodo analizado, o cuyas variaciones anuales resultan irregulares. El valor más extremo en este grupo lo muestra la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, territorio en el que no se han adjudicado proyectos de I+D con financiamiento público en este periodo.
- Los datos anteriores sugieren que, en términos amplios, existe una paulatina disminución de las brechas entre la Región Metropolitana con el resto del país en cuanto a la adjudicación de proyectos de Investigación y Desarrollo en materia de Revolución Tecnológica. Sin embargo, esta brecha no disminuye para todas las regiones por igual, puesto que aquéllas que aumentan de manera significativa su cuota de participación en estos proyectos son sólo las que concentran alta población y una mayor cantidad de universidades. Se puede apreciar, así, que las actividades del Ecosistema relacionadas a I+D parecen expandirse de acuerdo a las capacidades estructurales y humanas que presentan las regiones.
- Junto con ello, Corfo se constituye como una institución que, porcentualmente, ha contribuido de manera considerable a la descentralización en la adjudicación de proyectos de I+D, al menos hacia la Región del Biobío y la Región de Valparaíso. En la primera, ha aumentado su cuota de participación en proyectos regionales desde un 33% en 2013 hasta un 62,5% en 2018, mientras que en la segunda aumenta desde un 0% en 2013 hasta un 50% del total de proyectos aprobados para la región el año 2018.

26. EL NÚMERO DE SOLICITUDES DE PATENTES RELACIONADAS AL DESAFÍO PAÍS REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA SE MANTIENE ESTABLE ENTRE 2013 Y 2018, ORIGINÁNDOSE EL 74% DE ELLAS EN LA REGIÓN METROPOLITANA.

- Entre 2013 y 2018 se identificaron 27 patentes en materia de Revolución Tecnológica solicitadas a Inapi. De ellas, el 22% ya está aprobado y el 63% se encuentra todavía sin resolver, mientras las restantes aparecen como abandonadas o denegadas.
- Considerando sólo las solicitudes que se encuentran en estado aprobado o sin resolver, la distribución anual se mantiene estable entre 2013 y 2018, con un promedio de cuatro patentes al año y una variación entre las tres y cinco por cada periodo. La estabilidad en esta producción contrasta con lo que ocurre con la evolución de las publicaciones científicas y de los proyectos de I+D, que muestran una tendencia al alza hasta el año 2017, disminuyendo en 2018, lo que se puede explicar por el carácter autónomo que presentan las patentes, asociadas más bien a empresas y personas, con menor capacidad de producción que las instituciones académicas que predominan en las publicaciones científicas y sin el cofinanciamiento público que fomenta los proyectos de I+D.
- Del total de patentes analizadas en el estudio, en el 77% sus solicitantes se localizan desde la Región Metropolitana, proviniendo el resto de las solicitudes desde las regiones del Biobío, Valparaíso, Ñuble, y del Libertador General Bernardo O'Higgins. También se observa, para el periodo de análisis, que desde la Región Metropolitana cada año se ha solicitado al menos una patente, mientras que para el resto de las regiones esto resulta más bien excepcional, lo que indicaría una estructura diferenciada de las funciones del Ecosistema entre estas regiones, ya que el hecho de tener solicitudes de patente de manera permanente podría constituir un indicador de que existe capacidad instalada para ello, independiente de su tamaño.

27. EL 80% DE LOS EVENTOS DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DE CONOCIMIENTO EN MATERIA DE REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA SE REALIZA EN LA REGIÓN METROPOLITANA Y EL 73% ES ORGANIZADO POR INSTITUCIONES ACADÉMICAS O EMPRESAS, CENTRÁNDOSE EN TORNO A APRENDIZAJE AUTOMÁTICO, APRENDIZAJE PROFUNDO E INTELIGENCIA ARTIFICIAL.

- Los eventos de difusión y divulgación de conocimiento se distribuyen principalmente entre congresos, seminarios, simposios, jornadas y reuniones o encuentros. De los 45 eventos identificados para el presente estudio y realizados entre los años 2013 y 2018, el 80% se desarrolla en la Región Metropolitana.
- Más de una cuarta parte de estos eventos ha sido organizada por la Universidad de Chile, lo cual explica la alta concentración de éstos en dicha región del país. La Región Metropolitana, además, alberga la organización de, al menos uno de estos eventos por año a partir de 2014, aumentando su volumen progresivamente.
- Para el resto de las regiones del país, el promedio de eventos por año es inferior a dos, considerando la sumatoria de los eventos organizados en todas ellas. Para los años 2014 y 2016, además, no se identificaron eventos en otras regiones. Sin embargo, se observa un alza leve en los eventos organizados en otras regiones a partir del año 2017.
- Estos eventos se relacionan principalmente a los temas de aprendizaje automático, aprendizaje profundo e inteligencia artificial, con una cuota respectiva del 44%, 18% y 11% del total de eventos identificados. Ello explica que no sólo sean organizados por instituciones académicas, que alcanzan un 41% del total, sino también por empresas, con una cuota de 31, considerando la utilidad productiva que tienen estos temas, resultando no sólo de interés por su conocimiento, sino también por su aplicación.
- El análisis de los eventos de difusión y divulgación de conocimiento en materias de Revolución Tecnológica entre los años 2013 y 2018, muestra un aumento sostenido, pasando de sólo uno en 2013 a 26 en 2018. Sin embargo, es importante considerar que los hallazgos presentan limitaciones en términos de la disponibilidad de información para el período de análisis y el método de recolección de información utilizado. Por, tanto, no se puede comprobar si el crecimiento en la cantidad de eventos identificados relacionados con Revolución Tecnológica se debe a un aumento del interés sobre el tema o al efecto de pérdida gradual de información disponible en línea acerca de estos eventos.

28. ADEMÁS DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA, PROYECTOS DE I+D, PATENTES Y EVENTOS DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN, SE IDENTIFICÓ UN CONJUNTO DE INICIATIVAS DE APLICACIÓN DE CONOCIMIENTO, IMPULSADAS PRINCIPALMENTE POR INSTITUCIONES DE ORIGEN PÚBLICO. ÉSTAS HAN SIDO EJECUTADAS, MAYORITARIAMENTE EN LA REGIÓN METROPOLITANA.

- Se identificaron 49 iniciativas de aplicación de conocimiento en materia de Revolución Tecnológica desde el año 2013 hasta 2018. Estas iniciativas consisten en acciones que se ejecutan con el fin de transformar una parte o la totalidad de las condiciones del Ecosistema para afrontar el desafío país. y se relacionan principalmente a la modernización en la atención de usuarios en la entrega de distintos servicios, que alcanzan un 29% del total, a la modernización de la gestión del Estado, que suman un 23%, y acciones de educación focalizada y capacitación en el uso de nuevas tecnologías, con un 22%.
- El 92% de las iniciativas son originadas en organismos públicos, teniendo todas ellas objetivos con impacto de alcance nacional, aun cuando los actores que las impulsan se ubican en la Región Metropolitana, por lo cual se observa que el diseño de acciones de este tipo se centraliza

en el Gobierno Central y sus distintas reparticiones. La alta cuota de participación pública de las iniciativas ocurre, en buena medida, por razones de estandarización del método utilizado, ya que se decidió excluir las iniciativas de empresas privadas, y las iniciativas académicas se concentran principalmente en otras actividades dentro del Ecosistema.

- Más de la mitad de las iniciativas de carácter público están orientadas a modernizar la gestión propia del Estado o de modernizar los servicios que presta a la ciudadanía. En este sentido, las actividades relacionadas a la Agenda Digital 2020 del Gobierno de Chile se tornan claves para el desarrollo de dichas acciones, considerando que alcanzan el 71% de todas las iniciativas identificadas, principalmente por su línea de trabajo de Gobierno, entre cuyos fines se encuentra masificar servicios en línea, apoyar políticas sectoriales incorporando tecnología, transparentar la labor del Estado e innovar la forma en la que éste actúa.

29. EN CHILE EXISTEN 2.517 PROGRAMAS DE FORMACIÓN Y ESPECIALIZACIÓN EN AL MENOS UN ÁREA DE CONOCIMIENTO PARA EL DESAFÍO PAÍS REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA, PERO SÓLO EL 11% DE ELLOS TIENE RELACIÓN DIRECTA CON SU ESTUDIO. EL 77% DE ELLOS CONDUCE A TÍTULOS TÉCNICOS DE NIVEL SUPERIOR, LICENCIATURAS O TÍTULOS PROFESIONALES

- Los programas de formación y especialización relacionados directamente, afines o habilitantes para el estudio del desafío país Revolución Tecnológica representan, al año 2017, el 14,3% del total de la oferta de programas a nivel nacional, alcanzando 2.517 programas. De ellos, sin embargo, sólo 275 resultan directamente relacionados para el estudio del desafío país, correspondiendo los demás a programas afines o habilitantes que, si bien no permiten por sí solos el desempeño en actividades de CTCI para el desafío país, sí representan una oportunidad de capital humano especializado o con capacidad de especialización para insertarse en las acciones del Ecosistema
- Casi dos tercios del total de programas son impartidos por universidades, y su distribución geográfica escapa al patrón identificado a lo largo del estudio, ya que, si bien el 42% se imparte en la Región Metropolitana, al comparar la proporción de programas según cantidad de habitantes, las mayores proporciones se encuentran en las regiones de Atacama, Antofagasta, Arica y Parícuta y de Tarapacá. De hecho, la Región de Antofagasta aparece en el cuarto puesto en cantidad absoluta de programas ofrecidos, detrás de la Región Metropolitana, de Valparaíso y del Biobío.
- En ese sentido, existen dos posibles formas de entender esto, considerando la gran concentración geográfica de especialistas y de su producción. Por una parte, es posible que los profesionales formados en regiones deban radicarse en otras para participar del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica. Por otra parte, también existe la posibilidad de que el propio Ecosistema esté segregando a los profesionales considerando su actividad centralizada, dando preferencia a quienes son formados en instituciones de educación superior de la Región Metropolitana respecto a quienes son formados en otras regiones. Si bien ambas situaciones constituyen únicamente posibilidades hipotéticas – ya que los datos generados por el presente estudio no poseen este alcance – representan igualmente características no deseables de la actividad del Ecosistema.

Actores del Ecosistema

30. EN EL ECOSISTEMA DE CTCI PARA EL DESAFÍO PAÍS REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA SE IDENTIFICARON 2.513 ACTORES INDIVIDUALES, DE LOS CUALES EL 13% ES CONSIDERADO ESPECIALISTA.

- Para el presente estudio se identificaron 2.516 actores individuales, de los cuales el 76% fue encontrado a través del análisis bibliométrico de publicaciones científicas, mientras que el 24% restante fue identificado por medio de su participación en la ejecución de proyectos de I+D, de su solicitud de patentes en Inapi o por su participación, en calidad de expositores, en eventos de difusión y divulgación de conocimiento relacionado al desafío país Revolución Tecnológica.
- Del subconjunto de 1.914 actores individuales con publicaciones científicas, el 16% es considerado especialista, ya que poseen al menos dos publicaciones científicas entre 2013 y 2018 relacionadas al desafío país Revolución Tecnológica, teniendo además un impacto acumulado SJR (Scientific Journal Ranking) mayor o igual al promedio que obtiene el total de investigadores.
- Del subconjunto de 537 actores que fueron identificados a partir de su participación en proyectos de I+D, eventos de difusión y divulgación y de patentes relacionadas en relación con la Revolución Tecnológica, un 5% es catalogado como especialista en esta materia, debido a que han ejecutado dos o más proyectos de I+D, o han ejecutado un proyecto de I+D y tienen participación registrada en dos o más eventos de difusión y divulgación, o bien han ejecutado un proyecto de I+D y al menos dos patentes relacionadas al desafío país.

31. DEL TOTAL DE ACTORES INDIVIDUALES IDENTIFICADOS CON PUBLICACIONES CIENTÍFICAS EN MATERIA DE REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA, EL 66% SE ESPECIALIZA EN CIENCIAS NATURALES O CIENCIAS TÉCNICAS. PARA LOS INVESTIGADORES ESPECIALISTAS, EN TANTO, ESTA PROPORCIÓN ALCANZA EL 75%.

- De los actores con publicaciones científicas en materias de Revolución Tecnológica, el 36% posee su grado académico más alto en Ciencias Naturales, y el 30% en Ciencias Técnicas. En tercer lugar, bastante más atrás, aparecen actores con su máximo grado académico en Ciencias Sociales, con un 10,5%, lo que muestra una incipiente incorporación de áreas de estudio que no se encuentran directamente relacionadas al desarrollo de nuevas tecnologías.
- Por su parte, los principales campos de especialización de los investigadores especialistas, asociados a sus grados académicos máximos, corresponden a Ciencias Naturales, con 42% del total, y a Ciencias Técnicas, con 33%. Las Ciencias sociales mantienen un 10,5%, valor que también alcanzan las Ciencias Médicas.
- La diferencia en los valores que suman las Ciencias Naturales y Ciencias Técnicas entre el total de investigadores y el subconjunto de especialistas muestra que, si bien existe participación transversal de disciplinas en las publicaciones relacionadas a Revolución Tecnológica, la participación que tienen actores especializados en temas no directamente relacionados a las nuevas tecnologías resulta menos consistente, por lo cual los especialistas tienden a concentrar en mayor cuota a quienes sí se relacionan directamente al desafío país.

32. DEL TOTAL DE ACTORES INDIVIDUALES IDENTIFICADOS CON PUBLICACIONES CIENTÍFICAS EN MATERIA DE REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA, EL 58% TRABAJA EN LA REGIÓN METROPOLITANA, AUMENTANDO AL 63% DE PROPORCIÓN EN EL CASO DE LOS INVESTIGADORES ESPECIALISTAS, QUE ADEMÁS SE CONCENTRAN SÓLO EN 11 REGIONES DE CHILE.

- El 58% del total de actores con publicaciones científicas en materia de Revolución Tecnológica trabajan en la Región Metropolitana. Si bien la distribución de los actores con publicaciones a

nivel regional sigue un patrón similar a la distribución de la población en las regiones del país, la Región Metropolitana y la de Valparaíso son las que tienen una mayor concentración de estos actores respecto al valor esperado.

- Como contraparte, resalta la Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, ya que no tiene ningún actor asociado a publicaciones en materia de Revolución Tecnológica, constituyéndose como la única región en esta condición, lo que se explica por la inexistencia de universidades orientadas a la investigación. Si bien en 2017 comienza a funcionar la Universidad de Aysén, las carreras que se imparten no se relacionan directamente a la Revolución Tecnológica.
- Los especialistas se concentran en una menor cantidad de regiones del país en comparación al total de actores individuales con publicaciones relacionadas a Revolución Tecnológica, pues sólo 11 regiones poseen especialistas. La Región Metropolitana, al respecto, en este subgrupo alcanza una cuota de 63%. Debido a esta concentración, además de la Región de Aysén, las regiones de Atacama, Los Lagos y Magallanes no presentan ningún especialista en esta materia, presentando un notorio rezago respecto de la capital.

33. EL 55% DE LOS ACTORES INDIVIDUALES CON PUBLICACIONES TIENE UN DOCTORADO COMO MÁXIMO GRADO ACADÉMICO. EL 95% DE LOS DOCTORADOS TRABAJAN EN INSTITUCIONES DE CARÁCTER ACADÉMICO

- El 55% del total de actores identificados a través de publicaciones posee un doctorado como grado académico máximo. Cuando se selecciona sólo a los especialistas, este porcentaje asciende a 82%, lo cual indica un alto grado de especialización por parte de los especialistas en temas relacionados a Revolución Tecnológica.
- El 90% de los actores con publicaciones científicas se encuentra afiliado laboralmente a instituciones de carácter académico, de los cuales el 56% trabaja en la Región Metropolitana. Esta tendencia está dada, principalmente, por la cantidad de investigadores asociados a la Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad de Santiago de Chile, que son las instituciones con mayor cantidad de actores con publicaciones. Sin embargo, al comparar las regiones proporcionalmente este porcentaje constituye el de menor concentración según tipo de institución, puesto que empresas, fundaciones, instituciones públicas, y organismos multilaterales se concentran en cuotas superiores al 66%.
- En el caso de los especialistas con publicaciones, el 93% se encuentra afiliado a entidades del ámbito académico, lo que representa una distribución similar a la que tiene el grupo completo de actores identificados con publicaciones. La Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Chile reúnen, en conjunto, al 37% de los especialistas, lo cual evidencia una concentración de especialistas en la Región Metropolitana.
- Más de la mitad de los doctorados del Ecosistema de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica trabajan en la Región Metropolitana, concentrando el 55% del total, ubicándose mucho más atrás la Región de Valparaíso con un 15% y la del Biobío, con un 10% del total.
- Con todo lo anterior, se observa que existe una mayor concentración geográfica de especialistas en materia de Revolución Tecnológica en la Región Metropolitana, así como una mayor cuota de especialización en Ciencias Naturales y Técnicas, de doctorados y, en menor medida, de actores de instituciones académicas, por lo que las capacidades humanas para producir conocimiento científico para el Ecosistema de CTCI del desafío país Revolución Tecnológica se deben evaluar de manera dispar debido a la considerable desigualdad existente entre las regiones.

34. UN CUARTO DE LOS ACTORES QUE PARTICIPA EN PROYECTOS DE I+D, EVENTOS DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DE CONOCIMIENTO O EN LA PRODUCCIÓN DE PATENTES RELACIONADAS A REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA TIENE AL MENOS UNA PUBLICACIÓN CIENTÍFICA EN LA MATERIA. EL 71% SE CONCENTRA EN LA REGIÓN METROPOLITANA, PRINCIPALMENTE POR LA CANTIDAD DE EVENTOS QUE ALLÍ SE REALIZAN.

- Se identificaron 537 actores individuales a partir de la producción de proyectos de I+D, patentes y eventos de difusión y divulgación de conocimiento en Chile. 402 de ellos, equivalentes al 75%, corresponden exclusivamente a actores sin publicaciones científicas en materia de Revolución Tecnológica, mientras que los restantes 135 tienen al menos una publicación, además de participar en proyectos I+D, patentes o eventos.
- De los 402 actores individuales sin publicaciones científicas, el 47,5% fue identificado por participar en la ejecución de proyectos de I+D, un 41,3% desde eventos de difusión y divulgación, y un 11,2% a partir de patentes en materia de Revolución Tecnológica.
- El 71% de los actores individuales sin publicaciones científicas tiene su afiliación principal ubicada en la Región Metropolitana, el 8,5% en la Región de Valparaíso y el 7% a la Región del Biobío. Esta concentración de actores se debe principalmente a quienes fueron identificados por su participación en eventos de difusión y divulgación, ya que el 93% de ellos está ubicado en la Región Metropolitana, a diferencia de los actores relacionados a patentes y proyectos de I+D, cuya residencia en la capital alcanza el 73% y el 51%, respectivamente.
- La alta concentración de actores sin publicaciones científicas afiliados a instituciones de la Región Metropolitana en eventos de difusión y divulgación de conocimiento, indica que no sólo existen mayores capacidades instaladas para actividades de CTCL en esta Región, sino además que existe un mayor reconocimiento social de estos actores. En efecto, considerando que, a diferencia de la ejecución de proyectos de I+D y de la producción de innovaciones patentables, la participación en eventos de difusión y divulgación requiere principalmente de reconocimiento suficiente para ser invitado en calidad de expositor, podría resultar más atractivo llevar expositores de la Región Metropolitana que desde otras regiones para presentar ponencias relacionadas a Revolución Tecnológica. El hecho de que esta proporción de actores de la Región Metropolitana resulte mayor que la proporción de eventos realizados en esta región (un 80% del total de eventos), mostraría que ella exporta expositores a otras regiones mucho más de los que recibe. Así, no sólo existiría una desigualdad estructural en la capacidad instalada, sino además asumiría un carácter social dentro del Ecosistema.

35. LOS ESPECIALISTAS EN REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA QUE PARTICIPAN EN PRODUCCIÓN DE PROYECTOS DE I+D, PATENTES Y EVENTOS EN EL ECOSISTEMA TIENEN, EN SU MAYORÍA, GRADO DE DOCTORADO Y CON AFILIACIÓN PRINCIPAL ACADÉMICA, UBICÁNDOSE SÓLO EN TRES REGIONES DEL PAÍS.

- De los 537 actores individuales con producción de proyectos de I+D, patentes y eventos de difusión y divulgación de conocimiento en Chile, 28 fueron clasificados como especialistas. Estos últimos se distribuyen únicamente en tres regiones del país: 78,6% se ubican en la Región Metropolitana, y el restante 21,4% repartido en partes iguales entre Valparaíso y Biobío.
- Un 46% del total de estos especialistas tienen su mayor especialización, expresada en su grado académico más alto, en Ciencias Naturales, un 21% en Ciencias Sociales y sólo un 18% en Ciencias Técnicas. Si se compara con la distribución de estos grados máximos con la de los especialistas investigadores, se observa que entre quienes participan en proyectos de I+D, patentes y eventos existe mayor transversalidad disciplinar, con una mayor participación relativa

- de las Ciencias Sociales, lo que obedece a las actividades, principalmente de difusión y divulgación, que se llevan a cabo en el contexto del Ecosistema.
- El 83,1% de estos especialistas tiene grado de magíster o doctorado, mientras que el 64% tiene su trabajo principal en una institución académica. Al respecto, entre las tres regiones existe variación en estas cuotas. Mientras en la Región del Biobío y en la de Valparaíso todos los especialistas tienen grado de doctorado y pertenecen a instituciones académicas, en la Región Metropolitana sólo el 59% posee un doctorado como grado académico máximo, y un 55% se desempeña en alguna universidad o centro de investigación.
 - Esto implica que, para ser especialista en materia de Revolución Tecnológica sin tener ninguna publicación científica o una producción muy limitada en este ámbito, trabajar en la Región Metropolitana entrega mayores oportunidades que hacerlo en otras regiones, independiente del lugar donde trabajen o de su grado académico más alto, lo que acentúa la desigualdad estructural y social que se produce al interior del Ecosistema de CTCI relacionado al desafío país Revolución Tecnológica.

36. SE IDENTIFICARON 508 ACTORES INSTITUCIONALES QUE TIENEN ACCIÓN EN EL ECOSISTEMA DE CTCI PARA EL DESAFÍO PAÍS REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA, DE LOS CUALES EL 73% CORRESPONDE A EMPRESAS QUE, A PESAR DE SU ALTA CANTIDAD, TIENEN ACCIÓN INDIVIDUAL LIMITADA DENTRO DEL ECOSISTEMA EN COMPARACIÓN A LAS INSTITUCIONES ACADÉMICAS.

- Considerando la totalidad de la producción del Ecosistema de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica, se identifican 508 instituciones que participan en la generación, difusión, divulgación y aplicación de conocimiento. De ellas, 29 tienen en su interior al 80% de los actores individuales identificados dentro del Ecosistema, lideradas por la Universidad de Chile, con 17% del total de todos los actores individuales del Ecosistema, seguida por la Pontificia Universidad Católica de Chile, con un 12% del total.
- Sin embargo, la cantidad de actores institucionales del ámbito académico es baja, comparada con la cantidad de instituciones de otro tipo. En efecto, en cuanto a publicaciones científicas el 38% de las instituciones es de tipo académico, mientras que en solicitud de patentes alcanzan un 19%, en eventos de difusión y divulgación y en proyectos de I+D se encuentra el 14% y en iniciativas alcanzan sólo el 6% del total de instituciones vinculadas. Ello implica que el tamaño relativo que alcanzan en cuanto a su producción resulta muy amplio, considerando los resultados en términos de producción e impacto.
- Al respecto, el 73% de las instituciones identificadas son de carácter privado, cuya alta presencia numérica se impulsa principalmente por su participación en proyectos de I+D, en los cuales alcanzan una cuota de 82% de todos los actores que se involucran en este tipo de producción, fundamentalmente a partir de proyectos cofinanciados por Corfo. Junto con ello, casi el 70% de las instituciones encargadas de aplicar conocimiento en el Ecosistema son de carácter público, lo que se relaciona con la participación en esta producción.
- Todo lo anterior indica que las funciones de producción, difusión, divulgación y aplicación de conocimiento presentan distinciones claras en cuanto a su ámbito de acción: mientras las instituciones académicas parecen orientadas principalmente a la producción de conocimiento, las instituciones privadas participan en mayor cantidad en la difusión y divulgación de conocimiento, así como en su aplicación.

Redes de colaboración de los actores del Ecosistema

37. LOS INVESTIGADORES AFILIADOS A ENTIDADES NACIONALES TIENDEN A CONFORMAR REDES DE COLABORACIÓN CON INVESTIGADORES EN EUROPA Y LOS EEUU.

- Los investigadores con afiliación nacional conforman redes de colaboración con investigadores afiliados a entidades localizadas en España (18%), EEUU (18%), Reino Unido (6%), Alemania (6%) e Italia (6%). Estos países destacan en la red de colaboración científica, tanto por la cantidad de investigadores involucrados en el estudio de Revolución Tecnológica, como por la cantidad de colaboraciones que ellos establecen.
- Estos resultados coinciden, al menos parcialmente, con la formación y especialización que presentan los investigadores especialistas, cuyos máximos grados académicos obtenidos se distribuyen, después de Chile con el 60% de investigadores especialistas, en entidades localizadas en Europa (24%) y EEUU y Canadá con un (11%). Esto se refuerza con la información obtenida desde centros de investigación nacionales y de Institutos y Núcleos Milenio, cuyas redes institucionales, sostenidas a través de convenios entre diferentes centros de investigación o universidades, no impactan demasiado sobre la actividad científica que desarrollan, siendo mucho más importantes las relaciones informales que estos actores mantienen con otros investigadores, tanto de Chile como del extranjero.

38. LA RED DE COLABORACIÓN SEGÚN DIMENSIÓN DE ESTUDIO CON MAYOR NIVEL DE INTERNACIONALIZACIÓN SE HA VINCULADO CON INVESTIGADORES EN ESPAÑA.

- En el análisis de la composición de la red de colaboración según dimensión de estudio vinculada con materias de Revolución Tecnológica, se observa que las dimensiones de estudio con mayor nivel de internacionalización, es decir, participación de investigadores extranjeros, son Ciencias y tecnologías afines, Nueva economía y Regulación y legislación. En función del análisis de las conexiones entre nodos de la red, es posible determinar que las colaboraciones en la dimensión Ciencias y tecnologías afines se han registrado entre investigadores afiliados a entidades nacionales con investigadores afiliados a entidades en España (con un 20% de las colaboraciones) y EEUU (con un 17% del total de sus vinculaciones), en tanto en la dimensión Nueva economía las colaboraciones se han generado en mayor proporción con investigadores afiliados a entidades en España (12% del total de colaboraciones) y Reino Unido (10% del total de colaboraciones). Del mismo modo, las colaboraciones entre investigadores en la dimensión Regulación y legislación se han generado principalmente con España (con un 24% del total de colaboraciones).

39. LA RED DE COLABORACIÓN QUE CONFORMAN LOS INVESTIGADORES AFILIADOS A ENTIDADES NACIONALES MUESTRA DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS EN TAMAÑO Y COMPOSICIÓN, AL DESCOMPONERSE SEGÚN DIMENSIÓN DE ESTUDIO.

- El análisis de la composición de la red de colaboración de investigación muestra que la red de colaboración científica con mayor número de actores se genera por la coautoría de publicaciones asociadas a las dimensiones de estudio Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías con un 50,2% del total de investigadores, le sigue la dimensión Ciencias y tecnologías afines acumulando un 32,7% del total de investigadores identificados en este estudio.

- Por otro lado, las redes identificadas para representar la colaboración científica que establecen los investigadores en las demás dimensiones de estudio, se componen de una cantidad considerablemente menor de investigadores, por lo que es posible afirmar que el número de especialistas en Chile para investigar en otras dimensiones de estudio es pequeño, en comparación con las redes de investigación existentes en las dimensiones Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías y Ciencias y tecnologías afines.
- Al analizar los valores de densidad (proporción de conexiones existentes entre los nodos respecto del total de conexiones posibles) y número de componentes conexas (grupos independientes de nodos conectados entre sí) de las redes generadas por dimensión de estudio, es posible clasificar las redes de colaboración en dos categorías. En la primera categoría se distinguen las redes de baja densidad, correspondientes a las redes establecidas en las dimensiones Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías y Ciencias y tecnologías afines, la primera de ellas conforma una menor proporción de grupos independientes, con respecto al máximo de grupos independientes que se podrían formar, en tanto la segunda presenta una mayor proporción de grupos independientes trabajando entre sí. En la segunda categoría se encuentran las redes de colaboración que presentan una alta densidad, correspondiente a la dimensión Estado y tecnología, que posee un bajo número de investigadores y una alta proporción de grupos independientes.

40. EN EL ANÁLISIS DE LA RED DE COLABORACIÓN SEGÚN TIPO DE ENTIDAD, LAS INSTITUCIONES ACADÉMICAS SON LAS QUE PRESENTAN EL MAYOR NÚMERO DE COLABORACIONES CIENTÍFICAS; PRINCIPALMENTE CON LOS EEUU Y ESPAÑA.

- Un 87% del total de colaboraciones en publicaciones científicas es realizado por instituciones del ámbito académico, destacando en volumen las realizadas por la Pontificia Universidad Católica de Chile (23%), la Universidad de Chile (18%) y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (8%).
- A nivel individual, de estas tres instituciones identificadas, la Universidad de Chile ha realizado colaboraciones mayormente con España (23%), EEUU (12%) y Alemania (10%), en consistencia con que el 22% de los investigadores identificados y que están afiliados a esta institución han realizado sus especializaciones en estos países, acumulando EEUU (10%), España (8%) y Alemania (5%).
- En tanto, la Pontificia Universidad Católica de Chile ha realizado colaboraciones mayormente con EEUU (17%), España (14%) e Italia (13%), en este caso, este resultado se explica por un lado debido a que los investigadores han realizado sus especializaciones en EEUU (16%) y España (4%), mientras que esta institución mantiene convenios de colaboración vigente con Italia.
- Finalmente, la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso se ha vinculado principalmente con España (29%) y EEUU (17%), esto se explica debido a que los investigadores identificados podrían mantener una red de colaboración científica con aquellas instituciones en que han realizado su especialización, dado que un 17% de ellos ha alcanzado su máximo grado en España, y un 6% en EEUU, este mismo porcentaje lo obtiene Francia, otro de los países en que han alcanzado su máximo grado otro grupo de investigadores afiliados a esta institución.

41. LOS INVESTIGADORES NACIONALES AFILIADOS A ENTIDADES PRIVADAS Y PÚBLICAS HAN COLABORADO CON INVESTIGADORES LOCALIZADOS MAYORITARIAMENTE EN EEUU EN EL ÁMBITO DE LAS CIENCIAS MÉDICAS.

- Los investigadores afiliados a entidades del ámbito empresa acumulan el 2,3% de las colaboraciones identificadas y han realizado sus publicaciones con investigadores afiliados a entidades localizadas en EEUU (28%) y Argentina (10%). En particular, se trata de investigadores que han desarrollado sus trabajos científicos en el área de las Ciencias médicas, y que han colaborado con Universidades e Institutos médicos establecidos en estos países
- En tanto, los investigadores nacionales afiliados a entidades del ámbito público acumulan sólo el 1,0% de las colaboraciones identificadas y se han vinculado principalmente con investigadores afiliados a entidades en Alemania (22%), España (22%) y EEUU (21%). Las entidades públicas se han vinculado principalmente con el Centro Aeroespacial Alemán en temas vinculados a información geográfica y con Centros médicos y Universidades localizados en EEUU, en temas vinculados al área médica, destacando a nivel institucional el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) con un 27% del total de colaboraciones y la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN) con un 20% del total de colaboraciones identificadas en este tipo de entidad.

42. LOS INVESTIGADORES AFILIADOS A ENTIDADES LOCALIZADAS EN LA REGIÓN METROPOLITANA TIENEN UNA PARTICIPACIÓN MAYORITARIA EN LA RED DE COLABORACIÓN SEGÚN DIMENSIÓN DE ESTUDIO.

- Del total de investigadores afiliados a entidades en Chile que componen la red de colaboración en publicaciones científicas en materias de Revolución Tecnológica, según dimensiones de estudio, los actores afiliados a entidades situadas en la Región Metropolitana tienen la mayor participación en la red de colaboración que establecen los investigadores según dimensión de estudio.
- Al analizar la situación de investigadores afiliados a entidades fuera de la Región Metropolitana, destaca la cantidad de investigadores en la macrozona Centro-sur (desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío) en las dimensiones de estudio Ciencias y tecnologías afines y Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías. En la primera dimensión mencionada destaca la proporción de investigadores afiliados a la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, que se vinculan principalmente con investigadores afiliados a entidades en España, mientras que en la segunda dimensión mencionada destaca la proporción de investigadores afiliados a la Universidad Técnico Federico Santa María, que se vinculan también mayoritariamente con investigadores en España. Mientras que la macrozona Sur-austral (desde Araucanía hasta Magallanes) destaca en cantidad de investigadores la dimensión Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, destaca en esta dimensión la Universidad de la Frontera, que ha realizado colaboraciones con Brasil. Finalmente, la macrozona Norte (desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío) destaca en cantidad de investigadores asociados la dimensión de estudio Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, destacando en esta dimensión la Universidad Católica del Norte (Antofagasta), que ha colaborado principalmente en esta dimensión con México.

43. TODAS LAS INICIATIVAS DE APLICACIÓN DE CONOCIMIENTO SON EJECUTADAS POR INSTITUCIONES LOCALIZADAS EN LA REGIÓN METROPOLITANA.

- Del total de iniciativas un 92% de ellas son de origen público, destacando en cantidad de participantes y de colaboraciones, como era esperado, Corfo, Subsecretaría de economía.

- Se observa en esta red de iniciativas de aplicación de conocimiento que en el ámbito académico destaca el Instituto Milenio de Fundamento de Datos, que posee un 6% del total de iniciativas, sin embargo, es el único que no ha participado en las redes de participación identificadas. Esto se debería posiblemente a su reciente creación en el año 2018.

Gasto en investigación científica y desarrollo tecnológico

44. LA ESTIMACIÓN DEL GASTO NACIONAL EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN TEMAS RELACIONADOS CON EL DESAFÍO PAÍS REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA PRESENTA UNA TASA DE CRECIMIENTO ANUAL COMPUESTA DEL 16,2%, ALCANZANDO LOS 31 MIL MILLONES DE PESOS DURANTE EL AÑO 2018.

- El gasto nacional estimado, público y privado, en investigación y desarrollo en materias de Revolución Tecnológica presenta una tendencia creciente en el periodo 2014 – 2018, pasando de 17 mil millones de pesos en 2014 a 31 mil millones en 2018. En gran medida, este hecho se explica en el aumento del gasto registrado en los periodos 2014 – 2015 y 2015 – 2016, a causa de los proyectos cofinanciados a través del Programa de Financiamiento Basal para Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia, y por el aumento en el financiamiento de los instrumentos Fondecyt (Conicyt) e Innovación Empresarial (Corfo). Dichos aportes públicos provocaron aumentos en el gasto a tasas del 32% y 22% para los periodos indicados, respectivamente. Hacia los dos últimos años, el aumento del gasto se reduce en torno al 4% y 8% respectivamente, situación que explica la tasa de crecimiento anual compuesta del 16,23% resultante para el periodo 2014 – 2018.

– LA ESTIMACIÓN DEL GASTO ANUAL EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN TEMAS RELACIONADOS CON LA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA REPRESENTA MENOS DEL 0,02 % DEL PIB DEL PAÍS A PRECIOS CORRIENTES.

- El gasto anual en investigación y desarrollo en materias de Revolución Tecnológica en Chile se ha mantenido bajo el 0,02% del Producto Interno Bruto (PIB) durante el periodo 2014 – 2018. Sin embargo, esta cuota ha ido en aumento, pasando de representar el 0,012% del PIB el año 2014 al 0,017% el año 2018, lo que indica que el gasto anual para el desafío país ha crecido a una tasa mayor que la experimentada por el Producto Interno Bruto, en efecto, mientras el gasto nacional en materias de Revolución Tecnológica ha crecido a una tasa anual compuesta del 16,23%, el PIB lo ha hecho al 2,31%, durante el periodo 2014 – 2018. De acuerdo a las estimaciones realizadas en el presente estudio, considerando la evolución y tendencia del gasto nacional en investigación y desarrollo en materias de Revolución Tecnológica, se espera que, en un periodo no superior a tres años, este gasto supere el 0,02% del Producto Interno Bruto.

45. EL GASTO PÚBLICO ESTIMADO EN TEMAS RELACIONADOS CON LA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA SE ORIENTA EN CASI EL 76% A COFINANCIAR PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN EL PAÍS.

- El gasto público estimado se puede desglosar en i) cofinanciamiento a proyectos ejecutados en el país, ii) financiamiento a entidades nacionales y iii) financiamiento a iniciativas ejecutadas fuera de Chile, por ejemplo, becas para estudios de postgrado en el extranjero. De estas componentes, el cofinanciamiento a proyectos de investigación y desarrollo en materias de Revolución Tecnológica ejecutados en el país, es el más importante en términos de montos, representando cerca del 76% del gasto público durante el periodo 2014 – 2018. En la proporción restante, el 15% es ejecutado por entidades nacionales, a través de fondos generales universitarios y

fondos para otras instituciones, mientras que el 9% es destinado a proyectos ejecutados fuera de Chile.

46. EL FINANCIAMIENTO PÚBLICO DEL ECOSISTEMA SE SOSTIENE PRINCIPALMENTE SOBRE INSTRUMENTOS DE CORFO Y CONICYT PARA EL FOMENTO DE ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

- El financiamiento público, por otra parte, se sostiene fundamentalmente por las acciones de Corfo y Conicyt, responsables por casi la totalidad de los aportes estatales en investigación y desarrollo tecnológico asociados al desafío país Revolución Tecnológica. En esta línea, el instrumento de financiamiento que más destaca durante el periodo 2014 – 2018 es el Programa de Investigación Asociativa (PIA) de Conicyt, que tiene por misión promover la articulación y asociación entre investigadores, fomentando la creación y consolidación de grupos y centros científicos y tecnológicos.
- El segundo instrumento de financiamiento que destaca durante el periodo es el Programa de Transferencia Tecnológica de Corfo, que permite dar valor a la producción y desarrollo de tecnología y conocimiento, articulando actores académicos, empresas y otros receptores de los resultados de dichos proyectos. Si bien la existencia de dos instituciones claramente visibles que se encargan de financiar actividades del Ecosistema puede resultar positiva desde el punto de vista del equilibrio institucional, podría, por otro lado, dejar en evidencia la escasa disponibilidad de alternativas de financiamiento y de fondos que se manejan a nivel descentralizado, particularmente desde los Gobiernos Regionales, cuyo financiamiento otorgado en materias de Revolución Tecnológica durante el periodo de análisis fue inferior al 0,52%, muy distante del 60% otorgado por Conicyt y el 38% otorgado por Corfo.

47. EL FINANCIAMIENTO OTORGADO POR EL SECTOR PRIVADO PRESENTA UNA MAGNITUD DE GASTO SUPERIOR AL OTORGADO POR EL SECTOR PÚBLICO

- Si bien el financiamiento que sostiene las actividades de investigación y desarrollo para el desafío país Revolución Tecnológica es compartido en partes similares entre los sectores público y privado durante el periodo 2014 – 2018 (47% y 53%, respectivamente), a partir de 2015 se observa una creciente participación del financiamiento de carácter privado, que proviene fundamentalmente desde empresas establecidas en Chile. Ello denota el carácter estratégico que posee la inversión en desarrollo y transferencia de tecnología en este sector, que podría verse como una oportunidad no sólo de negocio, sino además de mejora en la productividad y eficiencia en los procesos involucrados en diversas actividades económicas. Lo anterior se refuerza al observar la variación anual que posee el financiamiento en investigación y desarrollo en materias de Revolución Tecnológica proveniente desde las empresas, ya que es el único cuya variación resulta irregular en el periodo observado, alcanzando su gasto máximo durante el año 2016; mientras que el resto de las fuentes de financiamiento privadas presenta un crecimiento sostenido en el tiempo.

48. LAS EMPRESAS NACIONALES APORTAN ACTUALMENTE EL 64% DEL FINANCIAMIENTO PRIVADO A LAS ACTIVIDADES INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN MATERIAS DE REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA.

- En el caso del gasto privado estimado, el modelo considera cuatro categorías de fuentes: i) empresas, ii) instituciones de educación superior, iii) entidades privadas sin fines de lucro y iv) fondos internacionales. De estas componentes, el financiamiento proveniente de empresas es el más importante en términos de montos, representando cerca del 64% del gasto privado durante

el periodo 2014 – 2018. Lo sigue el financiamiento proveniente de entidades de educación superior con un 26%. En la proporción restante, el 8% proviene de fondos internacionales, mientras que el 2% corresponde al financiamiento otorgado por entidades privadas sin fines de lucro. En términos generales, los fondos provenientes de empresas y universidades se destinan a cofinanciar los proyectos de desarrollo tecnológico e investigación científica, respectivamente, que se ejecutan en el país con el apoyo del Estado.

Infraestructura y equipamiento para la investigación científica y el desarrollo tecnológico

49. LA INFRAESTRUCTURA Y EL EQUIPAMIENTO MAYOR QUE UTILIZAN LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN QUE ESTUDIAN TEMAS RELACIONADOS CON LA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA RESULTAN FUNDAMENTALMENTE COMPARTIDOS CON LAS UNIVERSIDADES A LAS QUE ESTÁN AFILIADOS SUS INVESTIGADORES.

- Los representantes de los actores institucionales que participaron en el levantamiento consideran que la infraestructura habilitante para la investigación en temas relacionados con la Revolución Tecnológica se limita a oficinas de trabajo y laboratorios de computación. Existe consenso entre los informantes que, a nivel académico, las únicas instituciones que poseen dicha infraestructura son las universidades, que usualmente facilitan sus instalaciones para el trabajo de los centros de investigación.
- El equipamiento mayor que utilizan los actores institucionales que participaron en el levantamiento para la investigación en temas relacionados con la Revolución Tecnológica consiste principalmente en supercomputadores, servidores, equipos de almacenamiento de datos y software de uso científico de alto costo. Estos actores coinciden que independiente de características, capacidades y modelos particulares, este tipo de equipamiento es necesario para realizar investigación en materia de Revolución Tecnológica.
- Teniendo en cuenta que el equipamiento la infraestructura y el equipamiento con que cuenta el Ecosistema para la investigación en temas relacionados con la Revolución Tecnológica se encuentra disponibles fundamentalmente en las grandes universidades del país, el acceso a dicha infraestructura y equipamiento por parte de institutos y centros de investigación depende, en buena medida, de la afiliación institucional de sus miembros, particularmente de sus directivos. Lo anterior representa considerables barreras de entrada para que otros actores puedan investigar en la materia.

50. EXISTEN LIMITACIONES CONSIDERABLES PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA Y EL EQUIPAMIENTO DEL ECOSISTEMA NACIONAL DE CTCI. LA FALTA DE INTERÉS EN PARTICIPAR EN ESTE TIPO DE LEVANTAMIENTOS UNA DE LAS PRINCIPALES.

- En el marco del estudio no fue posible cuantificar la infraestructura y el equipamiento con que cuentan los actores institucionales más relevantes del Ecosistema Nacional de CTCI para investigar en temas relacionados con la Revolución Tecnológica. Así, la información recolectada no resulta representativa para el Ecosistema propiamente tal, por lo que los resultados presentados sólo pueden ser considerados como casos de estudio.
- Algunos actores institucionales relevantes de tipo académico contactados, argumentan que para participar en levantamientos de este tipo requieren la autorización de las universidades con las cuales comparten infraestructura y equipamiento.

Los recursos a invertir para recolectar información sobre la infraestructura y el equipamiento mayor con que cuentan actores del Ecosistema Nacional de CTCI son muy altos para la cantidad y calidad de información posible de obtener. Recolectar este tipo de información tiene claros inconvenientes: mientras que el uso de fuentes primarias resulta en un bajo grado de participación, el uso de fuentes secundaria no es practicable, ya que la información requerida no siempre es acceso público y/o no se encuentra actualizada.

Tabla de contenido

1	INTRODUCCIÓN	35
1.1	Justificación del estudio	35
1.2	Objetivos y productos del estudio	36
1.3	El concepto de Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación	37
1.4	Desafíos y alcances del estudio	39
1.5	Alcance del informe	42
2	TAXONOMÍA Y PRINCIPALES DIMENSIONES PARA EL ESTUDIO DEL DESAFÍO PAÍS	44
2.1	Sistemas de clasificación de campos científico-tecnológicos	44
2.2	Taxonomía utilizada	46
2.3	Principales dimensiones de estudio del desafío país Revolución Tecnológica	49
3	PRODUCCIÓN DE LOS ACTORES DEL ECOSISTEMA	52
3.1	Publicaciones científicas de investigadores especialistas	52
3.2	Proyectos de investigación y desarrollo	64

3.3	Patentes relacionadas con el estudio de la Revolución Tecnológica	66
3.4	Acciones de difusión, divulgación y aplicación de conocimiento	69
3.5	Programas académicos de formación y especialización	73
4	ACTORES DEL ECOSISTEMA.....	81
4.1	Actores individuales desde publicaciones científicas.....	81
4.2	Actores individuales desde otras fuentes.....	90
4.3	Actores institucionales relevantes del Ecosistema	98
5	RELACIONES ENTRE LOS ACTORES DEL ECOSISTEMA	103
5.1	Red de colaboración de investigadores	103
5.2	Red de colaboración del país	110
5.3	Red de colaboración por dimensiones de estudio.....	116
5.4	Red de colaboración de iniciativas de aplicación de conocimiento	127
6	FINANCIAMIENTO, INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DEL ECOSISTEMA	132
6.1	Gasto en investigación científica y desarrollo tecnológico	132
6.2	Infraestructura y equipamiento	138
7	CONTEXTO GENERAL DEL PAÍS Y DEL ECOSISTEMA.....	143
7.1	Marco teórico-conceptual	143
7.2	Dimensiones y variables del contexto general del país	148
7.3	Dimensiones y variables del contexto particular del Ecosistema	186
8	COMENTARIOS FINALES	235
	ANEXO A – ALCANCE METODOLÓGICO DETALLADO.....	237
	ANEXO B – MODELO PARA ESTIMAR EL GASTO NACIONAL EN I+D.....	256

1 Introducción

En este capítulo sintetizamos aspectos generales del estudio «Capacidades del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) para transformar la Revolución Tecnológica en una oportunidad de desarrollo». En la sección 1.1 presentamos la justificación del estudio, luego, en la sección 1.2, resumimos los objetivos y productos del mismo. En la sección 1.3 discutimos el concepto de Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, en tanto que en la sección 1.4 sintetizamos los desafíos y el alcance metodológico del estudio. Finalmente, en la sección 1.5 detallamos el alcance del presente informe.

1.1 Justificación del estudio

La complejidad de los grandes desafíos nacionales hace necesario el encuentro de múltiples actores con visiones diversas que guíen el diseño de políticas para el desarrollo del país. En este contexto, el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID) del Gobierno de Chile, como órgano asesor de la Presidencia de la República, facilita el diseño de políticas nacionales de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) con información certera y actualizada, así como el alcance de acuerdos transversales en torno a prioridades nacionales, por ejemplo, asegurar la futura disponibilidad de recursos hídricos frente al cambio climático, crear una nación resiliente frente desastres naturales, etc.

El año 2017, el Consejo incorpora la noción de «desafíos país» en el diseño de orientaciones de política de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, entendidos como retos de interés público, asociados a características propias de nuestro país en donde la investigación científica, el desarrollo tecnológico, la transferencia de conocimiento y la innovación en un sentido amplio son críticos, y, además, en donde se articulan dimensiones económicas, sociales y medioambientales. Así, más allá de la política selectividad estratégica, esta propuesta busca integrar desafíos que involucran, afectan y movilizan de manera transversal a distintas actividades económicas y sectores de la sociedad chilena.

Del mensaje presidencial de S.E. el presidente de la República, Sebastián Piñera, en su Cuenta Pública ante el Congreso Nacional del pasado 1 de junio de 2018, se deriva que algunos de los desafíos país más importantes son el Cambio Climático, el Envejecimiento Poblacional y la Revolución Tecnológica. En este contexto el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo requiere contar con un panorama amplio, integral y comprensivo de las capacidades en Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación relacionadas con la Revolución Tecnológica, para transformar este desafío país en una oportunidad de desarrollo.

1.2 Objetivos y productos del estudio

De acuerdo a las bases técnicas del estudio el **objetivo general** de éste es «(determinar la) línea de base de las capacidades nacionales de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación existentes en el ámbito de (...) Revolución Tecnológica (...)». Este objetivo general se operacionaliza en los diez productos principales, que se muestran en la Tabla 1.1.. Los productos P1.1 – P1.3 están relacionados con las condiciones generales que dan contexto a las del contexto general del país y del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI). Por su parte, los productos P2.1 – P2.2 están relacionados con las condiciones generales que dan contexto a las del contexto general del país y del Ecosistema

Tabla 1.1. Productos principales del estudio de capacidades nacionales de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el desafío país Revolución Tecnológica

#	Producto
P1.1	Catastro y base de datos de las variables de contexto general del país en las dimensiones económica, socio-cultural, medioambiental, político-institucional.
P1.2	Catastro y base de datos de las variables de contexto general del Ecosistema Nacional de CTCI relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica.
P1.3	Catastro y base de datos de la estructura normativa y regulatoria que da contexto al desarrollo de actividades de CTCI relacionadas con el desafío país en estudio.
P2.1	Catastro y base de datos de los actores individuales del Ecosistema Nacional de CTCI (personas, grupos y organizaciones) relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica, definiendo su ubicación y características; y en el caso de especialistas, sus líneas de investigación, lugar de estudios, afiliación, productividad científica e impacto científico.
P2.2	Catastro y base de datos de la producción de conocimiento y tecnología e iniciativas en general de los actores del Ecosistema Nacional de CTCI relacionados con el desafío país en estudio.
P2.3	Catastro y base de datos de los actores del Ecosistema Nacional de CTCI relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica, identificando sus formas de relación e interacción (por ejemplo, redes y convenios de colaboración).
P2.4	Catastro y base de datos de capacidades, infraestructura, equipamiento y financiamiento disponible de los actores institucionales del Ecosistema Nacional de CTCI relacionados con el desafío país en estudio.

Elaboración propia a partir de bases del estudio

1.3 El concepto de Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

Dada la recurrencia e importancia del concepto Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en el marco del presente estudio, se hace necesario delimitar su alcance teórico, así como documentar las precisiones conceptuales que deben ser consideradas al plantearlo en el contexto del desafío país Revolución Tecnológica. Considerando que la noción de Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación surge del concepto de Sistema de Innovación, es necesario discutir: A) la definición de Sistema de Innovación y B) la definición de Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

A. Definición de Sistema de Innovación

Al definir los sistemas de innovación, utilizamos el concepto «sistema» en sentido estricto, como «la totalidad de elementos interrelacionados e interconectados, que actúan de modo tal, que pueden considerarse como una unidad para un objetivo determinado»¹. De acuerdo a las características de los elementos que se relacionan entre sí y según la forma en que éstos interactúen, los sistemas variarán su naturaleza, lo que dará origen a diferentes tipos de sistema: biológicos, psíquicos, sociales, técnicos o, incluso, sistemas de sistemas.

De este modo, entendemos un sistema de innovación como un conjunto de actores que aportan al surgimiento de innovaciones en general (sean éstas de base científica, tecnológica o de otro tipo), o que aplican innovaciones externas para el beneficio de los actores del sistema, la economía o la sociedad; estos actores pueden ser tanto individuales como institucionales. Como sistema de carácter social, además, centra su análisis en los procesos que estos actores ejecutan, más que en los actores en sí mismos.

En este sentido, un sistema de innovación representa un modelo amplio que ayuda, entre otros aspectos, a comprender y enmarcar el entendimiento de sus actores, las relaciones entre éstos, las transiciones económicas y sociales, la evolución tecnológica y el rol de las políticas públicas. El modelo puede tener implicaciones importantes, e incluso radicales, en la manera que se entienden las políticas actuales y permite asesorar a los gobiernos, especialmente a los organismos y agencias responsables de implementar estas políticas². En caso de que el sistema de innovación abarque un país, una región o un sector, se habla de un sistema nacional, de un sistema regional o de un sistema sectorial de innovación, respectivamente.

La tendencia común de abordar el estudio de la innovación solo desde la perspectiva de la ciencia y la tecnología obstaculiza, a menudo, la comprensión de demandas más amplias por innovación en los sistemas económicos y sociales. De hecho, grandes innovaciones, tales como los servicios globales, la transición energética, el transporte aéreo de bajo costo, no pueden ser explicadas desde el

¹ DIN IEC (2013). Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 351: Leittechnik (IEC 60050-351:2013). Berlin: Beuth Verlag.

² OECD (2015). System Innovation: Synthesis Report. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.

punto de vista de la oferta de nuevos conocimientos o nuevas tecnologías. Este ha sido un argumento central en apoyo a enfoques sistémicos para el estudio de la innovación^{3, 4, 5}. Entretanto se ha acumulado mucho conocimiento utilizando el concepto de sistema de innovación en el estudio de transiciones económicas y sociales, de los efectos de cambios de paradigmas globales, por ejemplo, paradigmas tecno-económicos⁶, y de revoluciones científicas en la economía y en la sociedad^{7, 8}.

Los actores de un sistema de innovación interactúan entre sí formando las «redes de innovación»: grupos relativamente estructurados de actores provenientes de la academia, la industria y/o el gobierno, que se interrelacionan e interactúan para el logro de metas comunes en innovación. Mediante estas redes operan, finalmente, los sistemas de innovación. De acuerdo a la localización de los actores de estas redes, se diferencia entre redes regionales, nacionales e internacionales. Nuestra experiencia en estudios sobre redes de innovación muestra que los vínculos (relaciones) entre los nodos (actores) de estas redes son elementos dinámicos, en muchos casos de corta duración temporal, relacionados con cooperaciones u orientaciones temáticas específicas y no elementos estáticos⁹.

B. Definición del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

Al constituir los sistemas de innovación un sistema social, se hace necesario recalcar esta característica en su terminología. Así, el uso del concepto de «Ecosistema» permite resaltar el carácter social del modelo, ya que centra su análisis en la forma en que se relacionan los actores, cómo funciona esta estructura y cómo va cambiando. En efecto, la incorporación del prefijo “eco” no sólo apunta a la interacción entre seres vivos con su entorno, pues también constituye una analogía en las formas de colaboración y competencia que existe entre los actores del sistema, así como en el sentido de equilibrio que éste mantiene a lo largo del tiempo.

Asimismo, la direccionalidad de las acciones del Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación surge en función del modelo del Sistema de Innovación. Considerando el concepto de

³ Lundvall, B. (Ed.). (2010). National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Anthem Press.

⁴ Cooke, P. (2001). Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy, *Industrial and Corporate Change*, 10(4).

⁵ Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31(2).

⁶ Los paradigmas tecno-económicos están al centro de la teoría general del desarrollo económico y social basado en la innovación como ha sido concebida por Chris Freeman y Carlota Pérez. Esta teoría neo schumpeteriana combina la teoría de las ondas de Kondratiev con la teoría de desarrollo económico de Schumpeter y se enfoca en el cambio tecnológico.

⁷ Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research policy*, 11(3).

⁸ Perez, C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

⁹ Bühner, S., T. Heinze, S. Kuhlmann (2003). Lassen sich Innovationsnetzwerke politische erschaffen? In: Bühner, S., S. Kuhlmann (Eds., 2003) *Politische Steuerung von Innovationssystemen? Potenziale der Evaluation von Multi-Akteur- bzw. Multi-Maßnahmenprogrammen*. Stuttgart: Fraunhofer IBR Verlag.

innovación como una idea, práctica u objeto que es percibido como nuevo por un individuo o cualquier otra unidad que la adopte¹⁰, es posible asociar la innovación como una aplicación de conocimiento. Bajo esta lógica, todo sistema de innovación representa, esencialmente, un sistema de aplicación de conocimientos. Sin embargo, por sí solo un sistema con estas características no resulta suficiente para abordar un desafío país, ya que no requiere únicamente aplicar conocimiento sino, además, generarlo, adoptarlo, transferirlo y comprobarlo.

Por esta razón, resulta necesario ampliar el concepto de sistema de innovación; y ya que el conocimiento representa el punto de partida de la innovación, se hace necesario incorporar otras formas de conocimiento a su definición. La ciencia, por una parte, se encarga de producir sistemáticamente conocimiento de acuerdo a líneas de investigación de una o varias disciplinas. La tecnología, por su parte, «significa un conocimiento sistemático para la manufactura de un producto, la aplicación de un proceso o la prestación de un servicio». Es decir, la tecnología es conocimiento (WIPO, 1977)¹¹.

Por lo tanto, una forma más precisa de concebir un sistema de innovación para un desafío país –en este caso, Revolución Tecnológica– sería el de Ecosistema de Conocimiento e Innovación, sin embargo, el concepto de Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, aunque tal vez más redundante, permite visualizar las relaciones que entablan sus actores con otros y con su entorno material y cultural, así como la forma en que estas relaciones se estructuran y varían con el tiempo, con el fin de producir, transferir, intercambiar, difundir y aplicar conocimiento

1.4 Desafíos y alcances del estudio

El hecho que para la mayoría de los productos requeridos en el presente estudio no se conozca la población respectiva —por ejemplo, el total de investigadores afiliados a entidades establecidas en Chile que trabajan en temas relacionados con la Revolución Tecnológica— representa uno de los principales desafíos del trabajo a realizar. En casos como éste no es posible utilizar técnicas de muestreo probabilístico, de modo que por rigurosidad metodológica en el contexto del estudio no utilizamos el concepto de «muestra», sino que sólo de «grupo de análisis»; diseño que se asemeja bastante a una muestra por conveniencia por decisión fundada. La diferencia radica en que los grupos de análisis no tienen un tamaño predefinido, lo cual permite hacer crecer el tamaño de éstos durante el estudio y, por tanto, acercarse al tamaño de la población respectiva. Sin embargo, estos diseños tienen la desventaja de que añadir casos tiene una utilidad marginal decreciente. Es decir, a medida que el estudio avanza, el esfuerzo requerido para incrementar el tamaño del grupo de análisis en una unidad aumenta cada vez más. Junto con ello, debido a las interrelaciones entre los productos requeridos en el presente estudio, por ejemplo, entre los actores del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, y sus productos (como es el caso de los investigadores y las publicaciones científicas, los inventores y las patentes, etc.), el trabajo deriva en un

¹⁰ Rogers, E. (1983). *Diffusion of Innovations* (Third Edition). New York: The Free Press.

¹¹ WIPO (1977). *Licensing guide for developing countries*. World Intellectual Property Organization. Geneva: World International Patent Office.

proceso esencialmente iterativo: al hacer cambios en uno de los productos del estudio, necesariamente se deben actualizar otros productos y viceversa.

ALCANCE TEMÁTICO

Para poder determinar las capacidades del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica, consideraremos como **unidad de análisis** al Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío. En este contexto, la **unidad de observación** corresponde a los actores individuales (personas) e institucionales (organizaciones y grupos) que desarrollen algún tipo de actividad dentro del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica (investigación científica, desarrollo tecnológico, generación de conocimiento, innovación en un sentido amplio, etc.). Las **unidades de información**, en tanto, corresponden a los actores individuales (investigadores, académicos, líderes de grupos de investigación, ejecutivos de centros de investigación, funcionarios de organismos públicos y profesionales de empresas), así como los documentos (documentos e informes institucionales, sitios web, publicaciones científicas y bases de datos institucionales) relacionados con la Revolución Tecnológica o alguna de sus líneas de investigación y que hayan sido identificados a través de los mecanismos estandarizados de búsqueda utilizados a lo largo del estudio.

Las dimensiones y subdimensiones de análisis para el presente estudio se desprenden de las preguntas específicas que se deben responder, a saber:

- › ¿Cuál es el contexto general del país y específico del Ecosistema Nacional de CTCI en relación con el desafío país Revolución Tecnológica?
- › ¿Qué investigadores y especialistas trabajan en Chile en temas relacionados con la Revolución Tecnológica? ¿Cuál es su afiliación? ¿Cuáles son sus líneas de investigación?
- › ¿Qué disciplinas y áreas del conocimiento se involucran en el estudio de la Revolución Tecnológica? ¿Cómo se vinculan éstas entre sí?
- › ¿Qué relaciones existen entre los actores nacionales asociados a la Revolución Tecnológica? ¿Qué redes de colaboración tienen con el extranjero?
- › ¿Qué programas académicos existen en Chile en disciplinas asociadas a la Revolución Tecnológica?
- › ¿Qué investigaciones, estudios, etc. han sido realizados en los últimos años en ámbitos relacionados con la Revolución Tecnológica en o sobre el país?
- › ¿Cuál es el financiamiento destinado al desarrollo del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica?
- › ¿Con qué equipamiento e infraestructura cuentan los actores institucionales para el estudio de temas relacionados al desafío país Revolución Tecnológica?

ALCANCE TEMPORAL

El alcance temporal del estudio está dado por el intervalo de tiempo a considerar para: i) identificar las publicaciones elaboradas en el ámbito de Revolución Tecnológica, ii) identificar y caracterizar actores relacionados al Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío, iii) identificar y caracterizar la

producción científica, tecnológica, académica y de otras iniciativas y encuentros relacionados al estudio de la Revolución Tecnológica, iv) describir las relaciones existentes entre los actores del Ecosistema, y v) analizar la infraestructura, equipamiento y financiamiento del Ecosistema. Estos procesos de levantamiento y análisis de información consideran el período comprendido entre los años 2013 y 2018.

ALCANCE GEOGRÁFICO

Dado que el objeto de estudio son las capacidades de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación existentes en Chile en el ámbito de Revolución Tecnológica, entendemos que el presente estudio es de alcance nacional.

ALCANCE METODOLÓGICO

La metodología propuesta para desarrollar el presente estudio es de carácter exploratorio-descriptivo y transversal, con un enfoque mixto, tanto para la recolección como para el análisis de la información. En efecto:

- › **Dimensión exploratoria:** Es necesaria para delimitar el objeto de estudio, mediante la elaboración de un marco conceptual que permita situarlo a nivel teórico y empírico. Además, esta dimensión se expresa en el trabajo de definición de la taxonomía de campos y áreas del conocimiento, así como de las dimensiones de estudio asociadas con la Revolución Tecnológica para el posterior análisis de capacidades a través de la recolección de información desde fuentes primarias y secundarias.
- › **Dimensión descriptiva:** Responde a la necesidad de profundización del conocimiento obtenido a nivel exploratorio para responder las preguntas que orientan el estudio y los objetivos enunciados, lo que se traduce en la caracterización de los principales actores, capacidades y productos del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en cuanto a Revolución Tecnológica. Para ello recolectamos información a través de fuentes primarias (por medio de entrevistas y encuestas con actores relacionados con el estudio de Revolución Tecnológica) y secundarias (revisión de documentos institucionales, publicaciones científicas, bases de datos y sitios web).
- › **Enfoque mixto:** Para generar los datos necesarios, se requiere articular técnicas complementarias para conocer la realidad a un nivel general y particular. Las técnicas cuantitativas las utilizamos para recolectar los datos requeridos para dimensionar los actores, su producción y sus relaciones dentro del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación asociado a la Revolución Tecnológica, y para estimar el financiamiento, infraestructura y equipamiento actual con el que cuenta este Ecosistema. En tanto, las técnicas cualitativas son requeridas para complementar y profundizar en la caracterización, incorporando la perspectiva de los diversos actores del Ecosistema, particularmente de quienes son considerados clave dentro de éste, tanto del ámbito público como del ámbito académico.
- › **Carácter transversal:** Responde a la necesidad de recoger información en un solo intervalo de tiempo sobre la situación actual, sin buscar establecer comparaciones con otros periodos.

1.5 Alcance del informe

El presente informe está estructurado en ocho capítulos. En el capítulo 2 se presenta la taxonomía propuesta para clasificar los actores relacionados con el estudio del desafío país Revolución Tecnológica, así como su producción, por ejemplo, científica y tecnológica.

El capítulo 3 presenta la producción de los actores del Ecosistema; en particular publicaciones científicas, proyectos de investigación y desarrollo, eventos de difusión y divulgación, otras iniciativas de aplicación de conocimiento, y programas académicos de formación y especialización. En el capítulo 4 se detallan los actores del Ecosistema, tanto individuales como institucionales. Luego, en el capítulo 5, se describen las relaciones entre los actores del Ecosistema, por ejemplo, la colaboración de investigadores. En el capítulo 6 se presentan las capacidades nacionales de financiamiento a la investigación, el desarrollo y la innovación en el ámbito de la Revolución Tecnológica, así como la infraestructura y el equipamiento que poseen actores clave. En la Figura 1.1 muestra en forma esquemática la estructura de la información recolectada para identificar, cuantificar y analizar las capacidades del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) en relación con la Revolución Tecnológica.

Además, en el capítulo 7, se describe el contexto general país para el Ecosistema Nacional de CTCI y el contexto específico del país para el Ecosistema Nacional de CTCI en cuanto al desafío país Revolución Tecnológica. Finalmente, en el capítulo 8 comentamos sobre los retos del país frente a los principales resultados alcanzados.

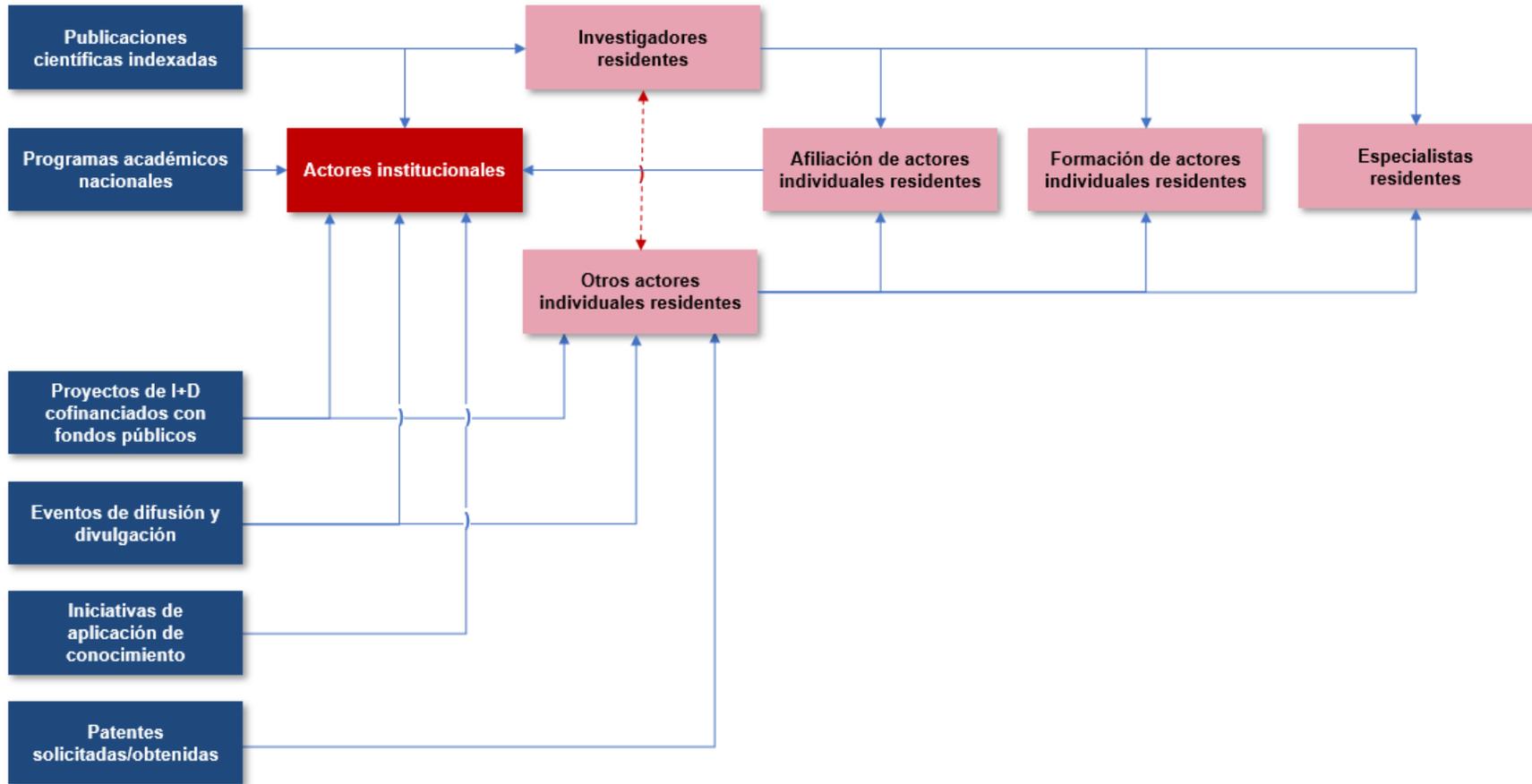


Figura 1.1. Esquema de la estructura de la información recolectada para identificar, cuantificar y analizar las capacidades del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) en relación con la Revolución Tecnológica. Elaboración propia

2 Taxonomía y principales dimensiones para el estudio del desafío país

En este capítulo presentamos la taxonomía y principales dimensiones propuestas para clasificar el estudio del desafío país Revolución Tecnológica. En la sección 2.1 sintetizamos el sistema de clasificación del conocimiento científico-tecnológico ÖFOS en tanto que en la sección 2.2 detallamos los campos y áreas científico-tecnológicas relevantes para el estudio de la Revolución Tecnológica. Finalmente, en la sección 2.3 presentamos las principales dimensiones de estudio de la Revolución Tecnológica que hemos identificado en el país.

2.1 Sistemas de clasificación de campos científico-tecnológicos

El sistema de clasificación FOS de la OCDE establece una nomenclatura estándar para campos científico-tecnológicos tradicionales y emergentes¹². FOS tiene su origen en el marco de la creación del Manual de Frascati. Después de su creación en 2002, la clasificación fue revisada en 2004 y 2006, siendo esta última revisión la que se encuentra vigente hasta la fecha. FOS se utiliza como base para las encuestas relacionadas con investigación científica y desarrollo tecnológico, en los países miembros de la OCDE. La principal ventaja de FOS radica en que las modificaciones son aprobadas por consenso por un grupo de expertos a nivel mundial. Este proceso representa, al mismo tiempo, una desventaja para la consideración de nuevas disciplinas en la clasificación.

El sistema de clasificación de campos de la ciencia y la tecnología ÖFOS (*Österreichische Systematik der Wissenschaftszweige*), es la versión austríaca de la clasificación FOS y fue elaborado el año

¹² OCDE (2007) Revised Field of Science and Technology (FOS) classification in the Frascati manual. Committee for Scientific and Technological Policy. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.

2002 por la Agencia Nacional de Estadística de Austria, *Statistik Austria*¹³. La versión vigente corresponde a la última actualización realizada en el año 2012. Esta clasificación presenta las mismas características de FOS, pero se actualiza con mayor frecuencia, ofrece un nivel adicional de desagregación, lo cual permite categorizar las disciplinas con un mayor nivel de precisión. Por estas razones la hemos escogido este sistema para el desarrollo del presente estudio.

En el sistema de clasificación ÖFOS se distinguen tres niveles jerárquicos, para organizar campos, áreas y disciplinas científico-tecnológicas, con códigos de uno (Nivel 1), cuatro (Nivel 4) y seis dígitos (Nivel 6), como se puede apreciar en forma esquemática en la Figura 2.1. En este sistema de clasificación se identifican 6 campos científico-tecnológicos en el Nivel 1. En el Nivel 4 del sistema de clasificación ÖFOS se encuentran 64 áreas de conocimiento. La primera cifra corresponde a la cifra del primer nivel, mientras que las tres cifras restantes corresponden al número de las áreas respectivas. Finalmente, en el Nivel 6 se encuentran 169 disciplinas científico-tecnológicas. El código resulta de agregar dos cifras al código del tercer Nivel 4 correspondientes al número correlativo de las disciplinas respectivas.

¹³ Statistik Austria (2012) Classification Database. Fields of Science. Vienna: Statistik Austria.

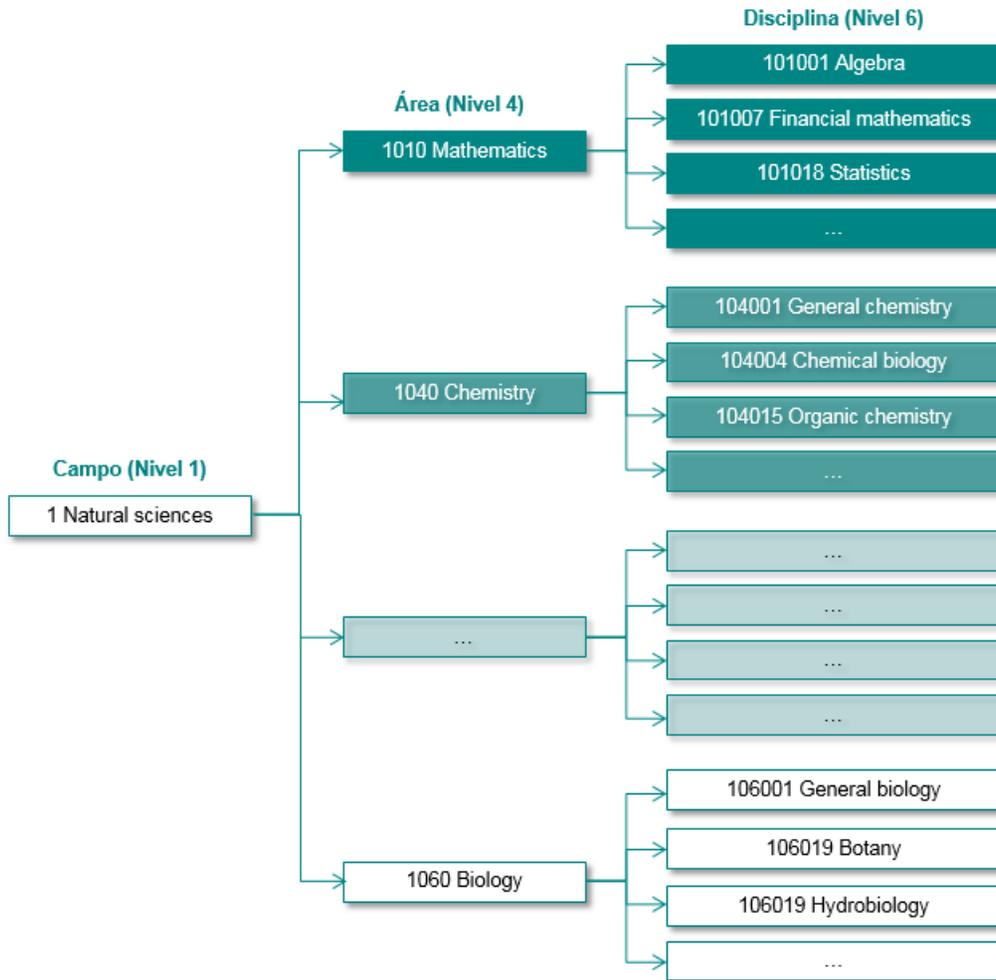


Figura 2.1. Estructura general del sistema de clasificación ÖFOS (ejemplo de un campo científico)¹⁴. Elaboración propia

2.2 Taxonomía utilizada

En base al sistema de clasificación de ciencia y tecnología ÖFOS (*Österreichische Systematik der Wissenschaftszweige*), hemos elaborado la taxonomía para clasificar en forma sistemática los campos y las áreas científico-tecnológicas relevantes para el estudio de la Revolución Tecnológica y que facilite la caracterización de las capacidades existentes en Chile que permiten realizar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la generación de conocimiento en materia de Revolución Tecnológica, para transformar este desafío nacional en oportunidades de desarrollo a través de la innovación.

¹⁴ Para evitar imprecisiones en la traducción, en esta taxonomía mantenemos la nomenclatura en inglés.

Un área científica o tecnológica ha sido considerada relevante cuando hemos encontrado evidencia en entrevistas a especialistas y/o en publicaciones científicas de que ésta se encuentra relacionada con el estudio de Revolución Tecnológica.

Tal como se muestra en la Tabla 2.1, la taxonomía propuesta solo especifica campos del conocimiento (Nivel 1 de ÖFOS) y áreas del conocimiento (Nivel 4 de ÖFOS), ya que, en términos prácticos, una taxonomía con desagregación a nivel de disciplinas del conocimiento (Nivel 6 de ÖFOS) no resulta funcional para la categorización de los productos requeridos en el presente estudio.

Tabla 2.1. Taxonomía de campos y áreas científico-tecnológicas relevantes para el estudio de la Revolución Tecnológica en base al sistema de clasificación ÖFOS¹⁴

Nivel 1	Nivel 4 Campos y áreas científicas-tecnológicas
1	Ciencias Naturales
	1010 <i>Matemáticas</i>
	1020 <i>Ciencias de las Computación</i>
	1030 <i>Física, Astronomía</i>
	1040 <i>Química</i>
	1051 <i>Geología, Mineralogía</i>
	1052 <i>Meteorología, Climatología</i>
	1053 <i>Hidrología</i>
	1054 <i>Geografía Física</i>
	1060 <i>Biología</i>
	1070 <i>Otras Ciencias Naturales</i>
2	Ciencias Técnicas
	2011 <i>Ingeniería Civil</i>
	2012 <i>Arquitectura</i>
	2013 <i>Transporte</i>
	2019 <i>Ingeniería de la construcción no clasificada en otra parte</i>
	2020 <i>Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Ingeniería de la Información</i>
	2030 <i>Ingeniería Mecánica</i>
	2040 <i>Ingeniería de Procesos Químicos</i>
	2050 <i>Ingeniería de Materiales</i>
	2060 <i>Ingeniería Médica</i>
	2071 <i>Ingeniería Ambiental</i>
	2072 <i>Ingeniería Geología, Geotecnia</i>
	2073 <i>Minería, Ingeniería del petróleo</i>
	2074 <i>Geodesia, Topografía</i>

Nivel 1	Nivel 4	Campos y áreas científicas-tecnológicas
	2080	<i>Biotecnología Ambiental</i>
	2090	<i>Biotecnología Industrial</i>
	2100	<i>Nanotecnología</i>
	2111	<i>Metalúrgica</i>
	2112	<i>Tecnología en Alimentos</i>
	2119	<i>Ciencias Técnicas, no clasificadas en otra parte</i>
3		Ciencias Médicas
	3011	<i>Anatomía, Patología, Fisiología</i>
	3012	<i>Farmacia, Farmacología, Toxicología</i>
	3013	<i>Bioquímica Médica, Genética Humana</i>
	3014	<i>Neurociencias</i>
	3020	<i>Medicina Clínica</i>
	3030	<i>Ciencias de la Salud</i>
	3059	<i>Medicina humana, Ciencias de la salud no clasificadas en otra parte</i>
4		Ciencias Agrícolas
	4011	<i>Cultivo de tierras, Horticultura</i>
	4012	<i>Industria de la Madera y Forestal</i>
	4019	<i>Agricultura y silvicultura, Pesca no clasificada en otra parte</i>
	4020	<i>Crianza de Animales, Producción Animal</i>
	4030	<i>Medicina Veterinaria</i>
	4040	<i>Biotecnología Agrícola, Biotecnología Alimentaria</i>
	4050	<i>Otras Ciencias Agrícolas</i>
5		Ciencias Sociales
	5010	<i>Psicología</i>
	5020	<i>Economía</i>
	5030	<i>Ciencias de la Educación</i>
	5040	<i>Sociología</i>
	5050	<i>Leyes</i>
	5060	<i>Ciencias Políticas</i>
	5070	<i>Geografía Humana, Geografía Regional, Planificación Regional</i>
	5080	<i>Ciencias de la Comunicación y Medios</i>
	5099	<i>Otras Ciencias Sociales</i>

Nivel 1	Nivel 4	Campos y áreas científicas-tecnológicas
6		Humanidades
	6010	<i>Historia, Arqueología</i>
	6020	<i>Lingüística y Literatura</i>
	6031	<i>Filosofía, Ética</i>
	6040	<i>Arte</i>
	6050	<i>Otras Humanidades</i>

Elaborado en base a información de Statistik Austria (2012)

2.3 Principales dimensiones de estudio del desafío país Revolución Tecnológica

De acuerdo a nuestra experiencia en estudios anteriores^{15, 16}, si bien el sistema de clasificación ÖFOS resulta útil para la distinción de campos y áreas científico-tecnológicas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica, éste tiene considerables limitaciones si se utiliza para describir el trabajo de expertos, debido a la multidisciplinariedad de la actividad científico-tecnológica relacionada con la Revolución Tecnológica. En ese contexto, luego de un proceso de revisión documental, de Análisis bibliométrico y de la aplicación de entrevistas a expertos en temas relacionados a Revolución Tecnológica, delimitamos siete dimensiones de estudio propias de este desafío. En la Figura 2.2 se presenta un esquema del Modelo de las principales dimensiones de estudio del desafío país Revolución Tecnológica.

Al centro del modelo representado en la Figura 2.2 se encuentra la categoría la categoría *Ciencias y tecnologías afines*. El concepto de ciencias y tecnologías afines es ampliamente usado, por ejemplo, en la astronomía para denominar aquellas ciencias y tecnologías que facilitan el estudio de la astronomía. Por lo tanto, en el contexto de la taxonomía propuesta, esta categoría se refiere a ciencias y tecnologías que facilitan la investigación para el desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, principalmente desde disciplinas relacionadas con las ciencias de la computación, electrónica, y automatización.

¹⁵ CameronPartners (2016a), *Capacidades de investigación, desarrollo e innovación para construir una nación resiliente frente a los desastres naturales*. Informe final de estudio realizado para el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad. Santiago: Gobierno de Chile.

¹⁶ CameronPartners (2016b), *Capacidades de investigación, desarrollo e innovación para asegurar la sostenibilidad de los recursos hídricos*. Informe final de estudio realizado para el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad. Santiago: Gobierno de Chile.



Figura 2.2. Modelo de las principales dimensiones de estudio relacionadas al desafío país Revolución Tecnológica. Elaboración propia

En la dimensión *Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías* se engloban todas las actividades que se ocupan del desarrollo, producción o prueba de tecnologías asociadas a la Revolución Tecnológica. Abarca además la descripción de la aplicación tecnológica en contextos productivos, industriales, científicos, sociales y de prestación de servicios, así como su evaluación funcional, limitaciones de uso y estimaciones de error.

Las categorías *Nueva economía* y *Estado y tecnología* tienen como fundamento la dimensión de estudio *Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías*. La dimensión de estudio *Nueva economía* abarca la transformación de las formas de circulación, distribución e intercambio comercial mediante la incorporación de nuevas tecnologías relacionadas, entre otras, con la Industria 4.0, la economía de trabajos temporales o los estudios sobre criptomonedas. Por su parte, *Estado y tecnología* engloba todos los temas relacionados a la implementación de las nuevas tecnologías en la institucionalidad pública y las nuevas formas de gobernanza que ello produce a través de la apertura de datos y de nuevas formas de interacción entre el Estado y la ciudadanía.

Tal como se muestra en la Figura 2.2, la categoría *Regulación y legislación*, así como la categoría *Educación* se encuentran en un plano más general, enmarcando de manera transversal las categorías mencionadas anteriormente. La educación se constituye como uno de los pilares ya que implica, por una parte, la formación o a las condiciones de capital humano avanzado en materia de desarrollo y aplicación tecnológica y, por otra, a la alfabetización digital, capacitación y desarrollo o descripción de competencias tecnológicas en distintas poblaciones, lo que permite estimar la facilidad con que se puede desarrollar, transferir, aplicar o utilizar nuevas tecnologías en diferentes ámbitos a nivel nacional. Por su parte, la categoría *Regulación y legislación* apunta a una dimensión relevante respecto de la Revolución Tecnológica, puesto que discute las formas de asegurar un correcto uso de la información personal en un número creciente de plataformas digitales, por lo cual agrupa temas

relacionados a la ciberseguridad, la regulación del uso de datos abiertos, de identidades digitales y la privacidad en la red.

Finalmente, la dimensión *Impacto de las nuevas tecnologías* es aquella que se constituye sobre la base de todas las demás líneas de investigación, sustentándose a partir de ellas. En efecto, esta categoría se orienta a comprender o estimar efectos que acarrearán las nuevas tecnologías en la vida de las personas, sean éstos en términos de sus interacciones sociales (a nivel de familia, relaciones laborales u otras organizaciones), los modos en que se utilizan los espacios urbanos (como la planificación del transporte) o en la forma en que distintas organizaciones proveen servicios a sus usuarios y clientes, tales como atención médica o cambios en los métodos de enseñanza en la escuela. Esta categoría incluye, además, la estimación de efectos que tienen las nuevas tecnologías a nivel físico, asociando estos efectos a la obesidad, a la movilidad y a la autonomía de las personas.

3 Producción de los actores del Ecosistema

En este capítulo se presenta la producción de los actores del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) que trabajan en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. En primer lugar, en la sección 4.1, se analizan las publicaciones científicas de los actores del Ecosistema. En las secciones 4.2 y 4.3 se caracterizan los proyectos de investigación y desarrollo, así como las patentes relacionadas con el desafío, respectivamente. En la sección 4.4 se presentan las acciones de difusión y divulgación de los actores del Ecosistema. Finalmente, en la sección 4.5 se caracterizan los programas académicos de formación y especialización de las instituciones de educación superior nacionales.

3.1 Publicaciones científicas de investigadores especialistas

Siguiendo la metodología descrita al inicio de este capítulo, como resultado de la búsqueda realizada utilizando las palabras clave documentadas en la Tabla 7.1 para el desafío país Revolución Tecnológica, identificamos las publicaciones científicas relacionados con este desafío generadas por investigadores afiliados a instituciones establecidas en Chile. A partir de estas publicaciones identificamos un grupo de análisis de 300 investigadores especialistas con información completa, de un total de 303 investigadores identificados. En total los investigadores especialistas acumulan 704 publicaciones de un total de 1.166 publicaciones identificadas. En esta sección se presenta la caracterización de estos resultados en términos de: A) la producción científica propiamente tal y B) el impacto científico de los autores respectivos.

A. Caracterización de la producción científica

Para caracterizar la producción científica de los investigadores especialistas consideramos las 704 publicaciones identificadas analizándolas por: i) campo científico-tecnológico; ii) año de publicación y iii) autor. En base a estas variables, observamos la forma en que se distribuye y/o concentra esta producción para el desafío país Revolución Tecnológica.

CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA POR CAMPO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO

Para caracterizar la producción científica de los investigadores especialistas analizamos la línea principal de investigación de los investigadores especialistas identificados, utilizando el Nivel 1 del sistema de clasificación ÖFOS, según las revistas en que publican estos investigadores. Como podemos observar en la Figura 3.1, el campo más frecuente de las líneas de investigación principales del grupo de análisis conformado por los investigadores especialistas residentes en Chile trabajando en el ámbito de Revolución Tecnológica es Ciencias Naturales, concentrando un 57% del total de líneas de investigación. Por su parte, las Ciencias Médicas aparecen en segundo lugar de relevancia, con una concentración del 18% de las líneas de investigación principal. En tercer lugar, observamos el campo de las Ciencias Técnicas, con una participación del 16% del total de líneas de investigación principal. En cuarto lugar, tenemos a las Ciencias Agrícolas, con un 5% del total de líneas de investigación principales y en quinto lugar tenemos las Ciencias Sociales, concentrando un 4% del total de líneas de investigación principal.

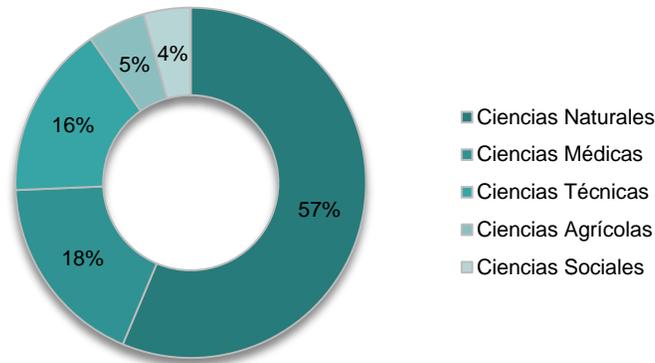


Figura 3.1. Cuota de participación del campo científico-tecnológico de la línea de investigación principal de los investigadores especialistas del grupo de análisis (2013 – 2018), según Nivel 1 del sistema de clasificación ÖFOS (N=300). Elaboración propia

En la Figura 3.2 se presenta el área científico-tecnológica más frecuente de las líneas de investigación de los investigadores especialistas en el grupo de análisis. Debido a que la mayor parte de la producción científica asociada a Revolución Tecnológica, y por ende de los investigadores especialistas identificados, es de carácter multidisciplinar, obtenemos que para el total de publicaciones identificadas existe un total de 28 líneas de investigación diferentes, sin embargo, 14 de estas líneas caracterizan al 87% del total de publicaciones de los investigadores identificados. En esta figura, la línea de investigación principal asociada a las publicaciones es Ciencias de la Computación (1020), concentrando un 20% del total, seguida por Ciencias Técnicas, no clasificadas en otra parte (2119) con un 13%. Un segundo grupo está conformado por las líneas de investigación Biología (1060) con un 10%, le siguen Física, Astronomía (1030) e Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Ingeniería de la Información (2020) ambas con un 7% respectivamente, luego se encuentra Ciencias Médicas (3020) con un 4%, luego se tiene un tercer grupo conformado por Farmacia, Farmacología, Toxicología y Química ambas con un 5% respectivamente, le siguen Ciencias de la Educación e Ingeniería de Materiales ambas con un 3% respectivamente, mientras que las demás áreas científico-tecnológicas aportan con un 2% cada una de ellas.

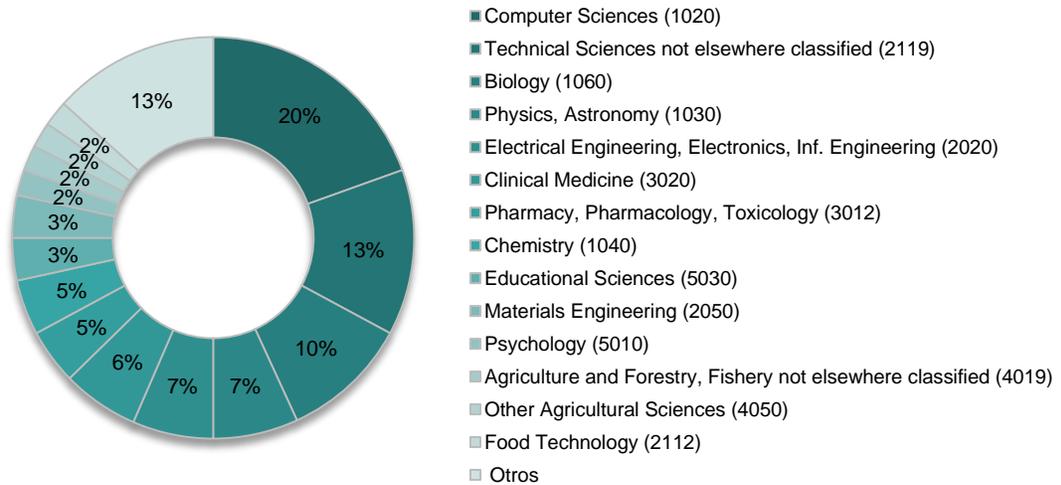


Figura 3.2. Cuota de participación del área científico-tecnológica de la línea de investigación de la producción científica de los investigadores especialistas del grupo de análisis (2013 – 2018), según Nivel 4 del sistema de clasificación ÖFOS. Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA POR AÑO DE PUBLICACIÓN

En la Figura 3.3 caracterizamos la evolución en el número de publicaciones científicas del grupo de análisis durante los años de estudio considerados. Desde acá podemos observar un aumento en la producción científica entre los años 2013 y 2016. El máximo número de publicaciones científicas registradas asciende a 133 publicaciones, lo que representa un aumento de un 62% con respecto a la producción científica del año 2013, que fue de 82 publicaciones. Desde 2015 el número de publicaciones en el grupo de análisis se ha estabilizado en torno a las 130.

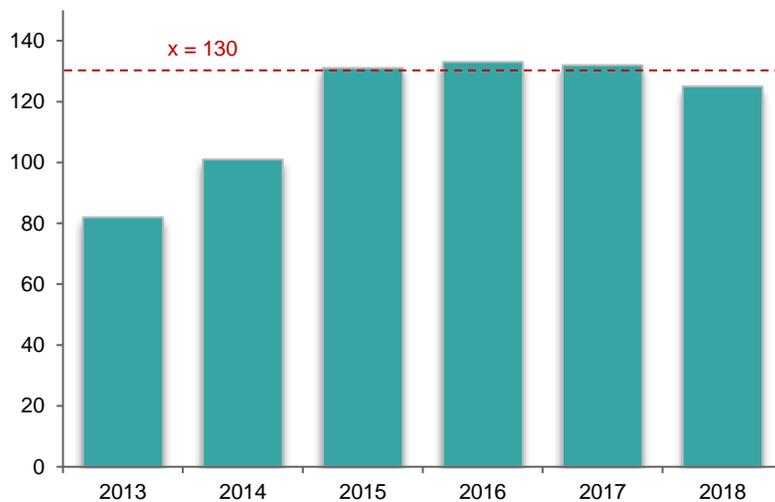


Figura 3.3. Evolución del número de publicaciones científicas del grupo de análisis (2013 – 2018) de investigadores especialistas en el periodo (N=704). Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA POR AUTOR

Como parte de esta caracterización, también consideramos los investigadores de las publicaciones identificadas. En términos generales, los 1.688 investigadores identificados acumulan un total de 1.124 publicaciones científicas; si consideramos a cada publicación de manera independiente en base a su autoría, tenemos así un total de 2.849 asignaciones por autor a publicaciones científicas. Esto deja que, en promedio, un investigador tiene una producción cercana a los 1,7 artículos cada uno en el periodo 2013 – 2018, lo cual consideramos que es una producción de un nivel bajo, por significar menos de una publicación al año, en el periodo en análisis. Realizando el mismo análisis para los 300 investigadores especialistas identificados, éstos acumulan un total de 704 publicaciones científicas, si consideramos a cada publicación de manera independiente en base a su autoría, tenemos así un total de 1.255 asignaciones por autor a publicaciones científicas. Esto deja que, en promedio, un investigador especialista tiene una producción cercana a las 4,2 publicaciones cada uno en el periodo 2013 – 2018.

En lo que sigue, nos centramos en el desempeño del grupo de 29 investigadores especialistas que concentran cerca del 25% del total de publicaciones identificadas. En la Figura 3.4 (a) mostramos la producción científica de estos autores en el período 2013 – 2018, mientras que en la Figura 3.4 (b) mostramos las dimensiones de estudio de las publicaciones científicas. Al analizar la producción promedio de este grupo, en comparación con el resto, observamos que la diferencia es significativa: los 29 autores principales tienen una producción promedio de 14,3 publicaciones cada uno, mientras que los otros 271 autores tienen una producción promedio de 3,1 publicaciones en el periodo 2013 – 2018.

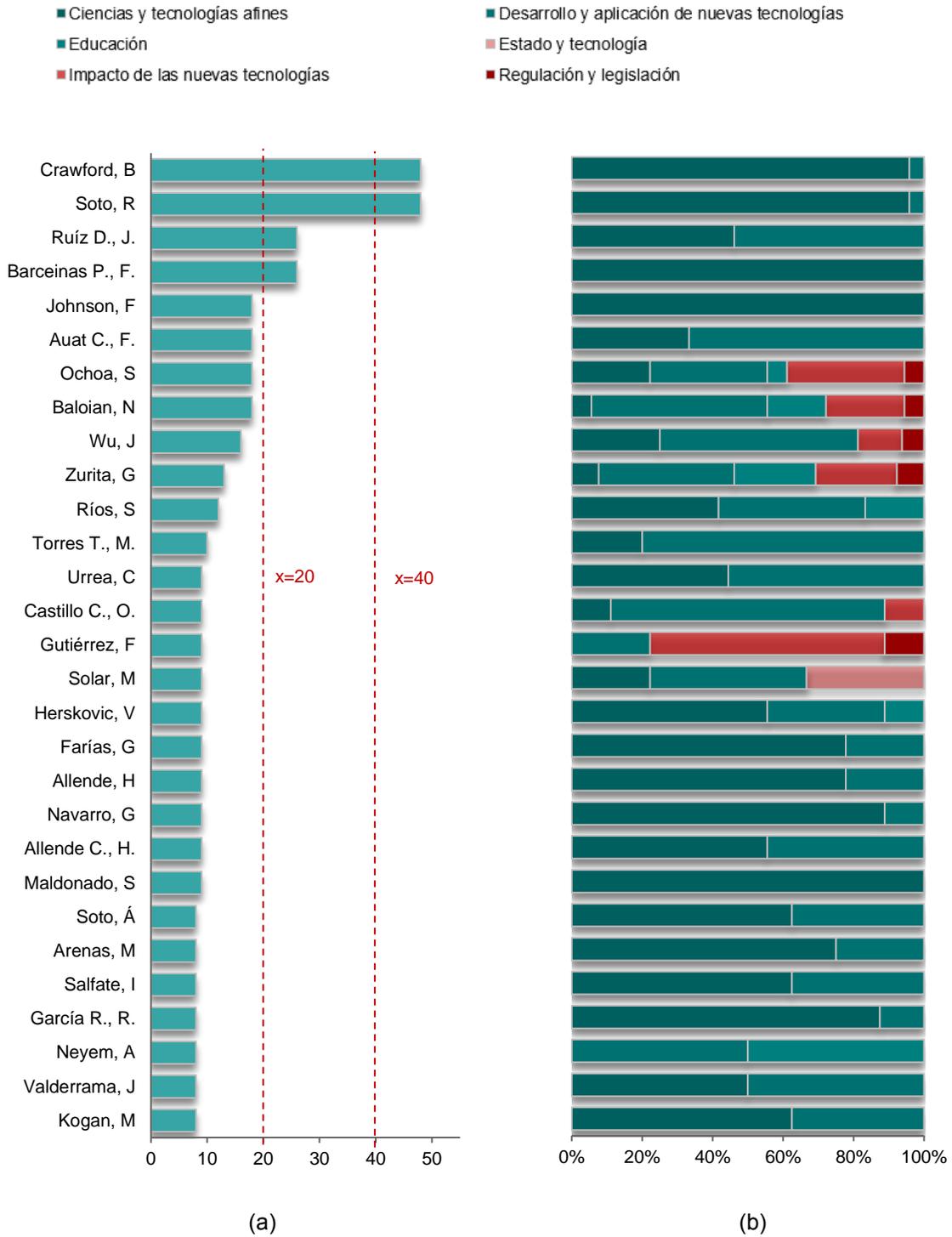


Figura 3.4. Producción científica de los 29 investigadores especialistas más productivos del grupo de análisis (2013 – 2018) por: (a) Publicaciones, (b) Publicaciones científicas por dimensión de estudio. Elaboración propia

Otro de los aspectos relevantes de observar es la dimensión de estudio en el cual se enfoca la producción científica de los principales investigadores identificados. Se observa en la Figura 3.4 (b), que la mayoría de los principales investigadores publican trabajos relacionados a la dimensión ciencias y tecnologías afines, acumulando un 60% del total de publicaciones de los investigadores especialistas mencionados. Además, un total de 5 de los 29 investigadores principales concentran una producción científica del 59% en esta dimensión. En segundo lugar, se encuentra la dimensión de estudio desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, que acumula un 29% del total de publicaciones de los 29 investigadores principales. Dentro de éstos, destacan 7 de los 29 investigadores principales, que acumulan un 53% de la producción científica en esta dimensión. En síntesis, las dimensiones de estudio ciencias y tecnologías afines y desarrollo y aplicaciones de nuevas tecnologías acumulan un 89% del total de la producción científica.

Analizando a cada investigador de manera individual, se observa que 9 de los 29 investigadores principales abordan 3 o más dimensiones de estudio en sus publicaciones científicas. Por lo que el 69% de los investigadores principales abordan a lo más 2 dimensiones de estudio. Esta tendencia nos da evidencia de que la mayoría de los investigadores especialistas tiende a utilizar una estrategia de nicho en su producción, concentrándose en algún tipo de dimensión de estudio y especializando su producción científica dentro de estos.

Otro aspecto relevante de analizar referido a la producción científica por autor, es la afiliación de los investigadores especialistas del grupo de análisis. Un primer acercamiento está relacionado con las instituciones que acogen a estos investigadores, observando así cuáles son las más destacadas a nivel nacional. De la Figura 3.5 podemos verificar que un total de 13 instituciones concentra el 81% del total de producción científica en el período en estudio. Además, vemos claramente que, de estas 13 entidades, 3 concentran la mayor parte de producción científica, con la Universidad de Chile teniendo un 23% de las publicaciones, y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y la Pontificia Universidad Católica de Chile concentran un 15% de las publicaciones cada una.

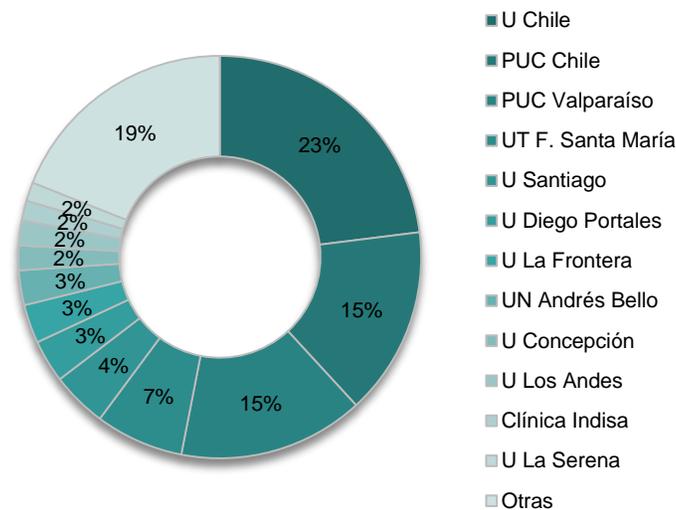


Figura 3.5. Cuotas de participación de las entidades a las que están afiliados los investigadores especialistas del grupo de análisis (2013 – 2018). Elaboración propia

En la Figura 3.6 se muestra la relación entre el número de publicaciones y el número de doctorados por entidad, puesto que las escalas son logarítmicas y el grado de correlación es alta estamos frente a una relación no lineal de la forma $y = k x^n$, es decir: entidades con poco investigadores con doctorado presentan prácticamente el mismo nivel de producción científica; sin embargo, a partir de una determinada masa crítica de investigadores con doctorado de la producción científica aumenta en forma sobre proporcional.

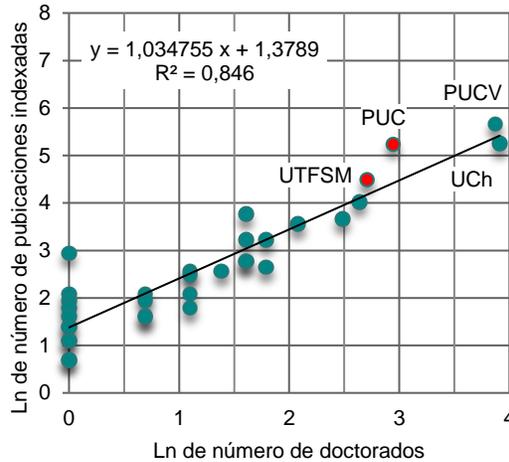


Figura 3.6. Modelo de regresión log-log para explicar la producción científica. Elaboración propia

Al graficar los logaritmos naturales del número de investigadores con doctorado versus el número de publicaciones indexadas obtenemos que la cantidad de publicaciones de una entidad es explicada en un 84,6% por la cantidad de doctorados; este coeficiente aumenta un 6% al considerar en el modelo el número total de investigadores. Es decir, cuando dos entidades tienen el mismo número de investigadores, pero una producción científica diferente, el modelo permite explicar la diferencia en el nivel de producción. Notemos que dadas dos cantidades de doctorados d_1 y d_2 podemos denotar por $p(d_1)$ y $p(d_2)$ su cantidad de publicaciones; luego usando las propiedades de logaritmo se sigue que

$$\ln(p(m_2)) - \ln(p(m_1)) = 1,035 (\ln(m_2) - \ln(m_1))$$

$$\Leftrightarrow \ln \frac{p(m_2)}{p(m_1)} = \ln \left(\frac{m_2}{m_1} \right)^{1,035}$$

$$\Leftrightarrow \frac{p(m_2)}{p(m_1)} = \left(\frac{m_2}{m_1} \right)^{1,035} .$$

Entonces si la proporción de investigadores con doctorado, es decir m_2/m_1 aumenta en x unidades, la proporción de publicaciones aumentará de la siguiente manera:

$$\frac{p(m_2)}{p(m_1)} = \left(\frac{100 + x}{100}\right)^{1,035},$$

es decir, para $x = 1\%$, 10% y 50% , tenemos que la proporción de publicaciones aumenta un $1,036\%$, $10,36\%$ y $52,13\%$ respectivamente.

Para complementar el análisis anterior en la Figura 3.7 mostramos la distribución regional de los autores de las publicaciones científicas identificadas para el grupo de análisis. Como se muestra en el gráfico (a), queda clara la relevancia de dos regiones por sobre las demás: la Región Metropolitana es en la cual se concentra la mayor cantidad de producción científica, con un total de 752 publicaciones, es decir, por sí sola, concentra un 60% de la producción científica del país. Por su parte, la Región de Valparaíso, aunque a mucha distancia de la Región Metropolitana, también tiene un lugar destacado dentro del escenario nacional, con un total de 303 publicaciones científicas, concentrando así un 24% de la producción nacional.

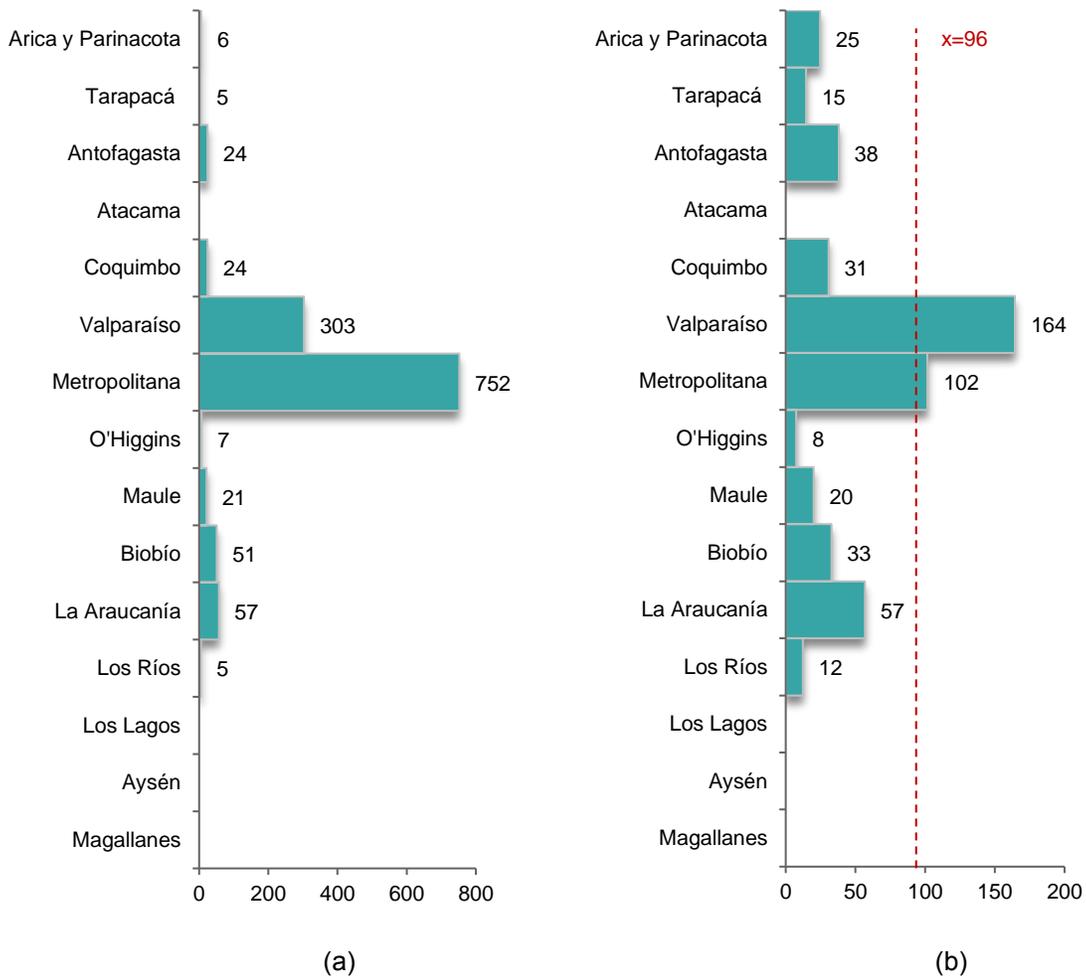


Figura 3.7. Distribución regional de publicaciones científicas de los investigadores especialistas del grupo de análisis (2013 – 2018): (a) Cantidad absoluta, (b) Cantidad por millón de habitantes. Elaboración propia

A partir de la Figura 3.7 (b), se puede observar que al considerar la producción científica por millón de habitantes destaca la producción de la Región de Valparaíso con 164 publicaciones científicas con autores en esta región por millón de habitantes y le sigue la Región Metropolitana con 102 publicaciones científicas con autores en esta región por millón de habitantes.

B. Caracterización del impacto científico y citaciones de los investigadores

En conjunto con lo anterior, otra dimensión relevante para la caracterización de la producción científica de los investigadores identificados, es el impacto científico que han alcanzado estos investigadores con sus publicaciones. Para ello analizamos el impacto de cada uno de los 29 investigadores de mayor producción científica.

Sólo identificamos 1 investigador con un impacto sobre 20 puntos en la suma de Impacto por Publicación en revistas; un grupo compuesto por 6 investigadores que tienen un impacto sobre 10 hasta 20 puntos en la suma de Impacto por Publicación, otro grupo de investigadores con un Impacto por Publicaciones científicas acumulado entre 5 y 10 puntos, compuesto por 12 investigadores. Finalmente, un grupo de bajo impacto compuesto por 10 investigadores, con menos de 5 puntos en la suma de Impacto por Publicación.

Con respecto a las citaciones relacionadas a la línea de investigación, identificamos un primer grupo que concentra más de 150 citaciones cada uno, en donde se identifican 3 investigadores, un segundo grupo compuesto por aquellos que concentran entre 50 y 150 citaciones, compuesto por un total de 9 investigadores; y un tercer grupo compuesto por aquellos que concentran menos de 50 citaciones, alcanzando un total de 17 investigadores. En términos generales, tanto en relación con el impacto y las citaciones de la producción científica, observamos un escenario bastante concentrado.

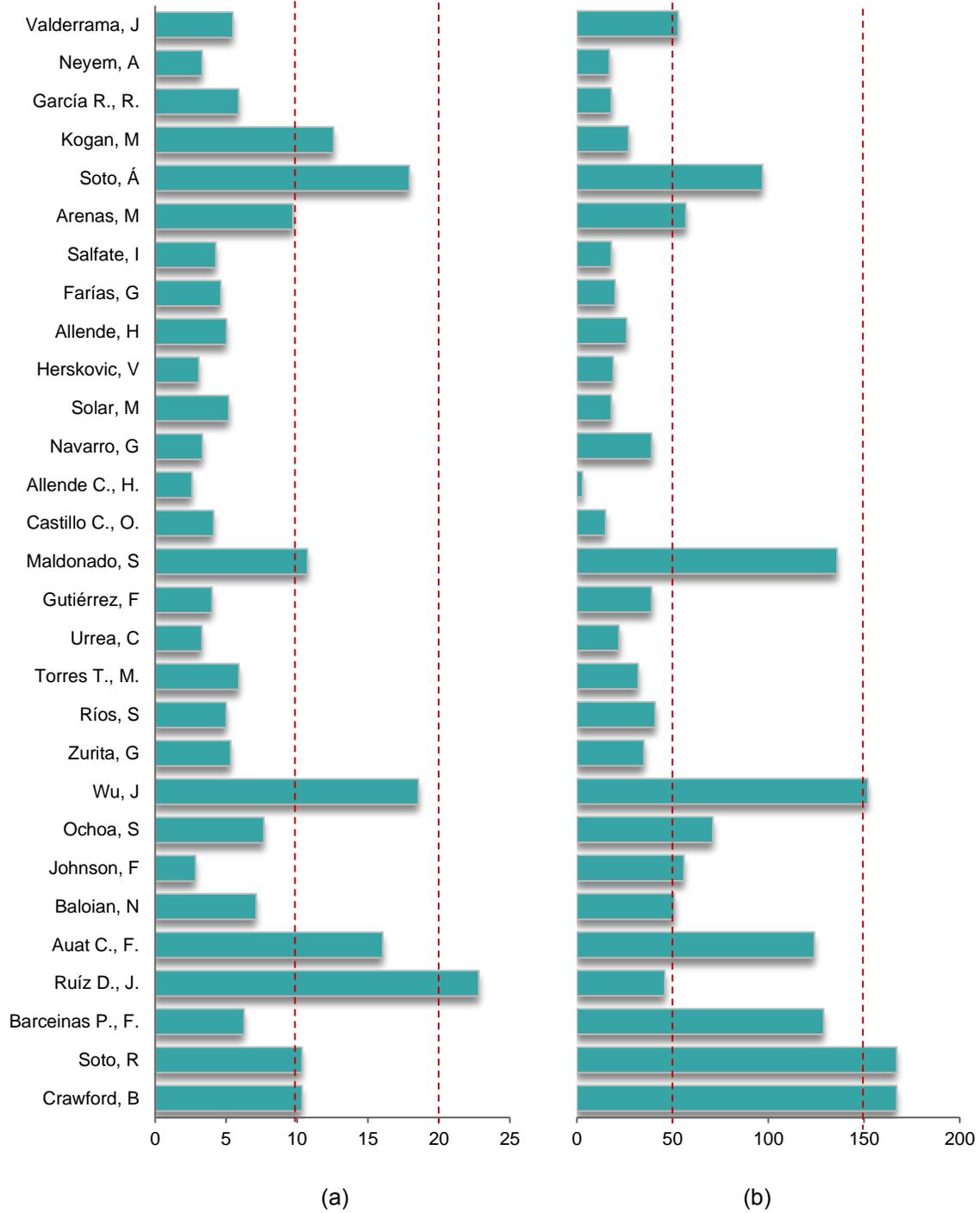


Figura 3.8. Impacto científico de los 29 investigadores con mayor producción científica del grupo de análisis (2013 – 2018), según: (a) Impacto por investigador; (b) Citaciones de publicaciones. Elaboración propia

En la Figura 3.9 se presenta en el eje de las abscisas las citas recibidas por los autores en tanto que en el eje de las ordenadas el Impacto por Publicación de investigadores; el tamaño de los círculos está dado por la producción del autor: mientras más grande el círculo mayor cantidad de publicaciones científicas del investigador. En el caso de la Figura 3.9 (a) los datos son los agregados por autor, en tanto que en la Figura 3.9 (b) los datos son los promedios por autor. En este contexto es importante mencionar que la naturaleza de los indicadores mencionados es diferente: el Impacto por Publicación refiere a las revistas en donde publican los investigadores, en tanto que las citas se refieren a la recepción en la comunidad científica de las publicaciones de un investigador.

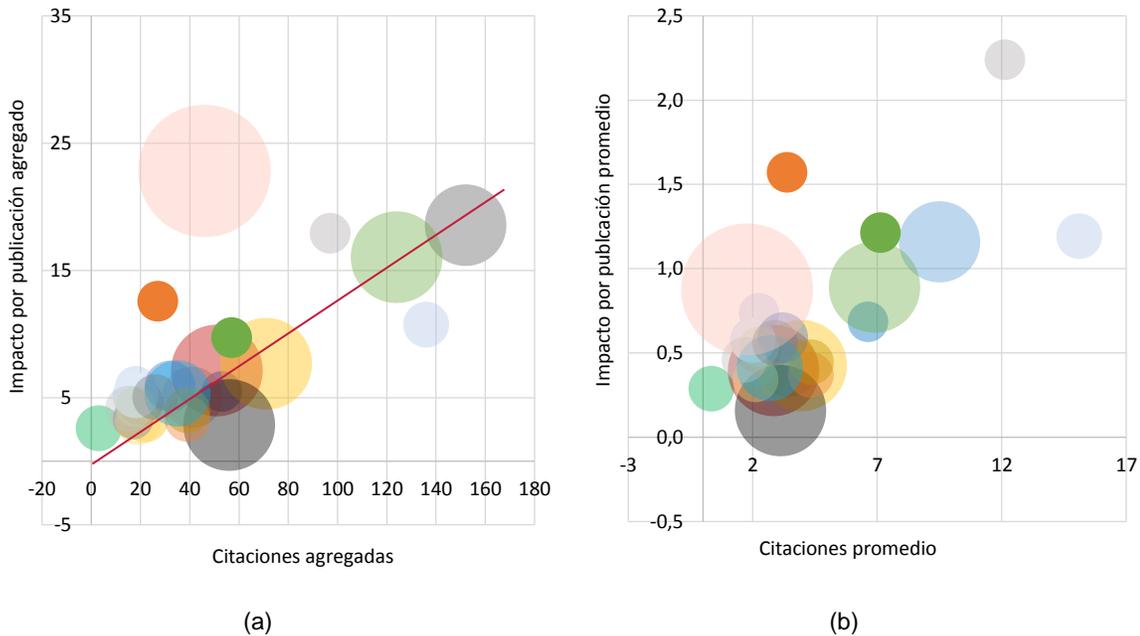


Figura 3.9. Distribución de los 29 principales investigadores con mayor producción científica en el grupo de análisis según citas vs Impacto por Publicación (2013 – 2018): a) Datos agregados, (b) Datos promedio. Elaboración propia

Un elemento identificable en los gráficos anteriores es la relación directa existente entre citas recibidas y el Impacto por Publicación: esto se puede explicar porque el impacto de las revistas es calculado en base a las citas que reciben los artículos publicados en ellas, pero al publicar en revistas de mayor impacto se goza de mayor visibilidad. Sin embargo, el número de citas no explica una parte importante de la variabilidad del Impacto por Publicación. Dentro del grupo analizado vemos un investigador con un número de citas agregadas relativamente bajo, pero con impacto agregado superior al esperado. Así también, encontramos un investigador con un alto impacto nivel de citas, pero con un impacto menor al esperado. La identificación de las causas definitivas de estos casos escapa el alcance del presente estudio, pero se podría explicar por el nivel de producción científica.

Otro aspecto relevante de analizar referido al impacto científico por autor, es el desempeño de las entidades a las que están afiliados los investigadores especialistas identificados. En la Figura 3.10 podemos observar el Impacto por Publicación y el número de citas de las 10 universidades con

mayor producción científica a nivel nacional. De la Figura 3.10 (a) se puede verificar que de estas 10 universidades, la Pontificia Universidad Católica de Chile es la que acumula publicaciones con mayor Impacto por Publicación, mientras que la Universidad de Chile acumula publicaciones con mayor citaciones. El resto de las entidades tiene un desempeño bastante más bajo.

Por otra parte, en la Figura 3.10 (b) se puede observar el Impacto por Publicación promedio y el número de citaciones promedio de la producción científica de las 10 universidades con mayor producción científica a nivel nacional. En este gráfico podemos ver que la situación anterior cambia radicalmente para algunas entidades. Por ejemplo, la Universidad Nacional Andrés Bello es la universidad con mayor Impacto por Publicación promedio y con un alto número de citaciones promedio, luego le sigue a nivel de Impacto por Publicación promedio, la Pontificia Universidad Católica de Chile, sin embargo, posee un nivel bastante menor en citaciones en relación a la primera, luego se encuentra la Universidad de Los Andes con un menor nivel de Impacto por Publicación promedio, pero con nivel mayor de citaciones promedio en relación a la Pontificia Universidad Católica de Chile. En este análisis la Universidad de Chile posee un nivel medio de Impacto por Publicación promedio y de citaciones promedio.

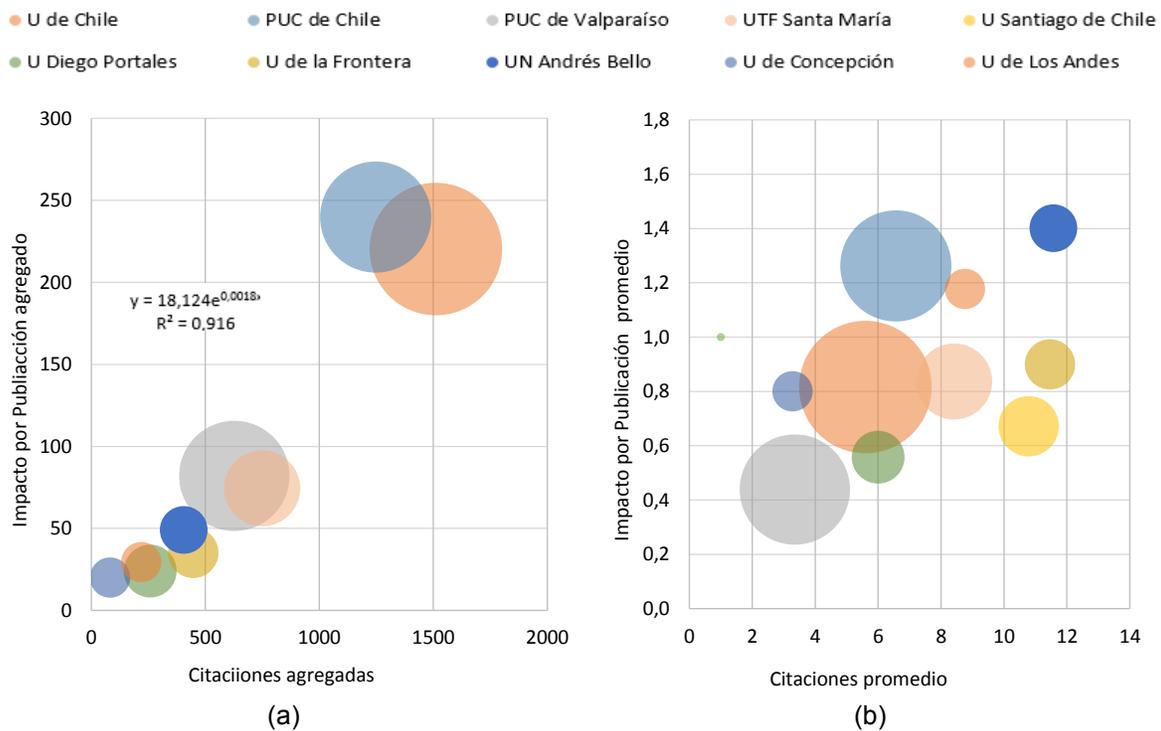


Figura 3.10. Distribución de las 10 entidades con los investigadores especialistas con mayor producción científica en el grupo de análisis según Impacto por Publicación vs citaciones en el periodo 2013 – 2018: a) Datos agregados, (b) Datos promedio. Elaboración propia

3.2 Proyectos de investigación y desarrollo

Utilizando la metodología descrita al inicio de este capítulo, como resultado de la búsqueda realizada utilizando las palabras clave documentadas en la Tabla 7.1 para el desafío país Revolución Tecnológica, hemos identificado 441 proyectos de investigación y desarrollo cofinanciados con fondos públicos relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. Para el 84% de estos proyectos hemos logrado obtener la información requerida para su caracterización; estos 370 proyectos conforman el grupo de análisis para la presente sección.

En la Figura 3.11 se presenta la localización de los proyectos de investigación y desarrollo del grupo de análisis, un 58% de ellos se localiza en la Región Metropolitana, la macrozona centro-sur (desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío) acumula un 26%, mientras que la macrozona norte (desde Arica y Parinacota hasta Coquimbo) acumula un 7% y la macrozona sur-austral (desde Araucanía hasta Magallanes) concentra sólo el 9% de los proyectos de investigación y desarrollo relacionados con Revolución Tecnológica.

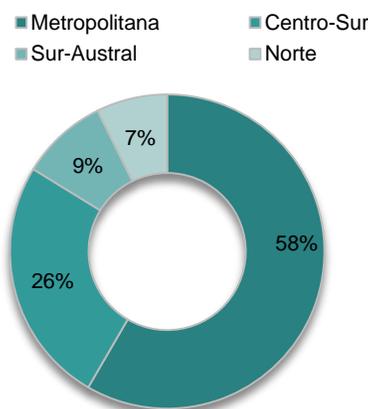


Figura 3.11. Caracterización proyectos de investigación y desarrollo del grupo de análisis (2013 – 2018) según localización de ejecución (N=370). Elaboración propia

Ampliando el análisis por región de ejecución de los proyectos de investigación y desarrollo relacionados con Revolución Tecnológica, en la Figura 3.12 (a) se observa la distribución de proyectos a lo largo de Chile. Luego de la Región Metropolitana, la siguiente región con mayor número de proyectos es la de Valparaíso con un 12% del total de proyectos identificados, luego le sigue la Región del Biobío con un 10% del total. En menor medida destacan las regiones de Antofagasta y de La Araucanía, ambas con un 4% del total de proyectos. Esta concentración de proyectos de investigación y desarrollo en la Región Metropolitana se debe principalmente a que las instituciones con mayor producción científica y tecnológica se encuentran en la ciudad de Santiago, las dos instituciones destacadas son la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica.

Para profundizar el análisis anterior, hemos ajustado la distribución de proyectos de investigación y desarrollo en regiones de acuerdo al número de habitantes en la respectiva región. En la Figura 3.12 (b) se observa el número de proyectos de investigación y desarrollo por millón de habitantes en las regiones de Chile. En esta comparativa, la Región Metropolitana sigue siendo la destacada, sin embargo, también resaltan las regiones de Antofagasta, de Valparaíso, de Magallanes y de Los Ríos,

todas con sobre 20 proyectos por millón de habitante. En cuanto a la Región de Antofagasta los proyectos identificados están relacionados principalmente a la actividad minera.

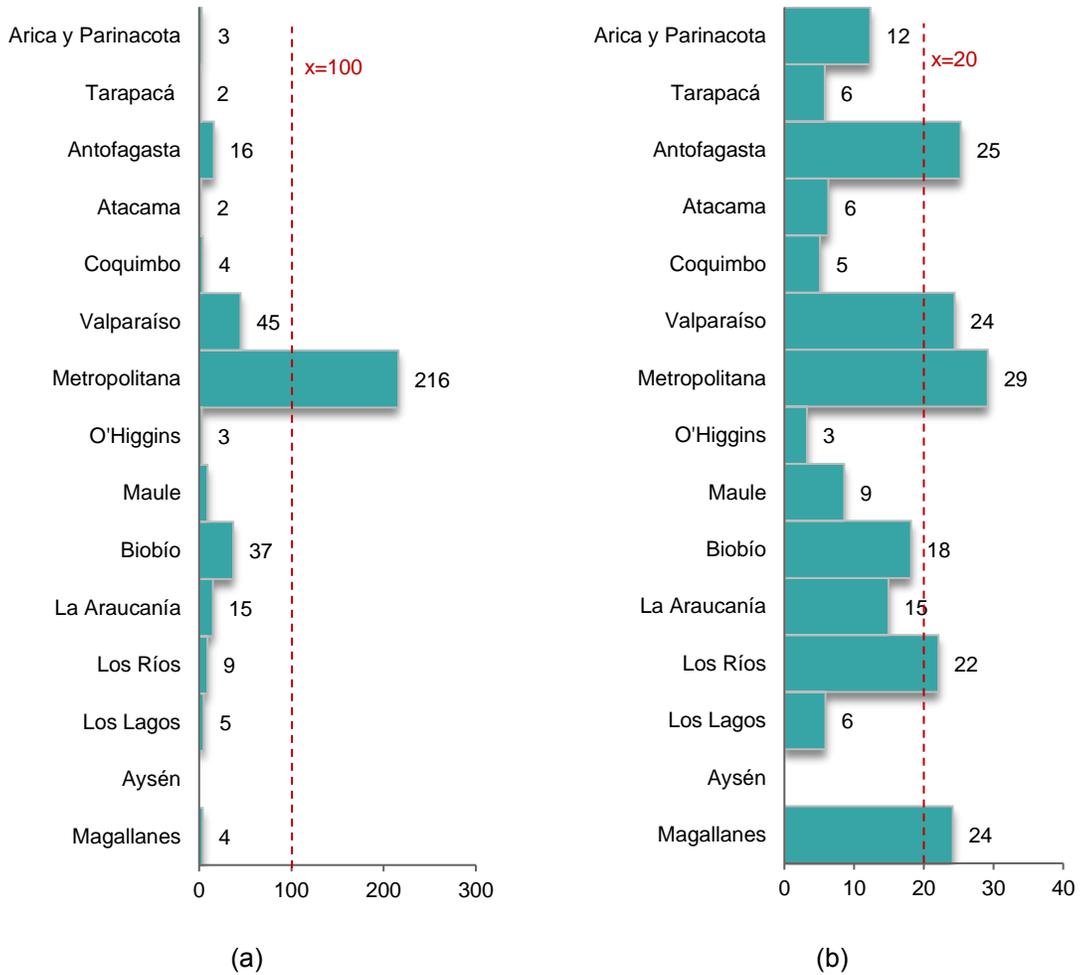


Figura 3.12. Distribución regional de proyectos de investigación y desarrollo del grupo de análisis (2013 – 2018): a) Cantidad absoluta, (b) Cantidad por millón de habitantes (N=370). Elaboración propia

En la Figura 3.13 se muestra la evolución en el número de proyectos de investigación y desarrollo relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica cofinanciados con fondos públicos durante los años de estudio considerados, utilizando el año de inicio de cada proyecto; desde acá se puede observar un aumento en los proyectos relacionados con Revolución Tecnológica entre los años 2013 y 2017. El máximo número de proyectos de investigación y desarrollo registrados asciende a 74 proyectos, en el año 2017 lo que representa un aumento de un 73% con respecto a la cantidad de proyectos de investigación y desarrollo del año 2013, que fue de 41 proyectos.

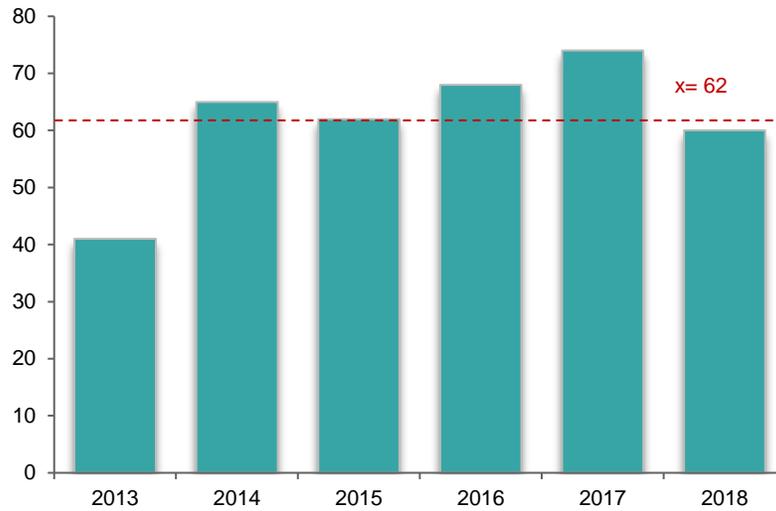


Figura 3.13. Evolución de proyectos de investigación y desarrollo del grupo de análisis (2013 – 2018) (N=370). Elaboración propia

3.3 Patentes relacionadas con el estudio de la Revolución Tecnológica

Utilizando la metodología descrita al inicio de este capítulo, como resultado de la búsqueda realizada utilizando las palabras clave documentadas en la Tabla 7.1 para el desafío país Revolución Tecnológica, hemos identificado 44 patentes, en estado de concedidas o por resolver, relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica. Estas patentes conforman el grupo de análisis para la presente sección.

En la Figura 3.14 (a), se observa que el 70% de los solicitantes presenta una afiliación a una empresa, mientras que el 25% está afiliado a una institución académica y sólo un 5% no está afiliado a una organización, sino que son profesionales independientes. Cabe señalar que esta resulta una descripción desde las características de los actores que solicitan patentes, debido a que para cada una de ellas existen personas que no necesariamente tienen afiliación al mismo tipo de entidad.

En cuanto a la localización de los solicitantes de patentes, se muestra en la Figura 3.14 (b), que un 77% de las patentes identificadas el solicitantes se localiza en la Región Metropolitana, la macrozona centro sur (desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío) acumula un 18%, mientras que la macrozona norte (desde Arica y Parícuta hasta Coquimbo) acumula un 3% y la macrozona sur-austral (desde Araucanía hasta Magallanes) concentra sólo el 2% de las solicitudes de patentes identificadas con palabras clave relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica.

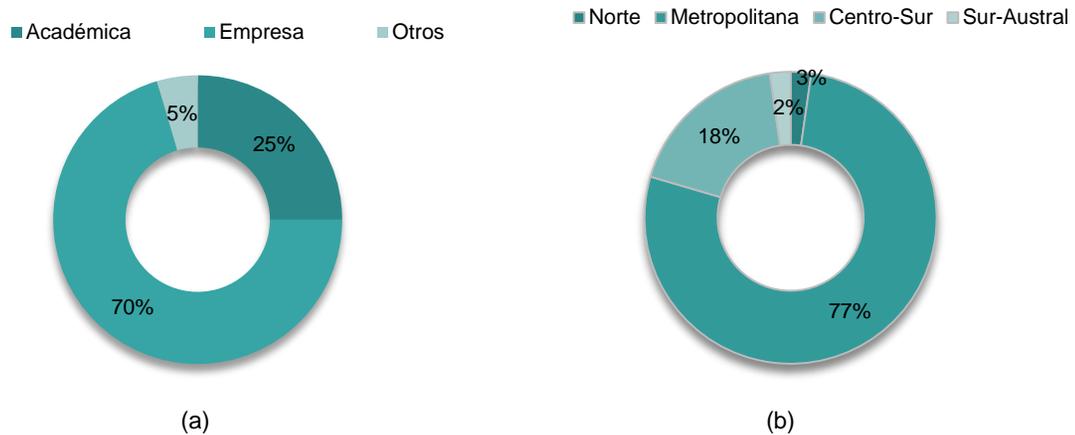


Figura 3.14. Caracterización de patentes del grupo de análisis (2013 – 2018) según: (a) Tipo de afiliación y (b) Localización (N=44). Elaboración propia

Ampliando el análisis por región de localización del solicitante de las patentes del grupo de análisis, en la Figura 3.15 (a) se observa la distribución de patentes a lo largo de Chile. Luego de la Región Metropolitana destaca, pero en menor medida, la Región del Biobío con un 9% del total de patentes identificadas, le siguen las regiones de Valparaíso y del Libertador General Bernardo O’Higgins ambas con un 5%, y finalmente tenemos las regiones de Atacama y de Los Lagos ambas con un 2% del total de patentes identificadas. Nuevamente se observa que la Región Metropolitana es la destacada, esto se debe a que las instituciones con mayor producción científica y tecnológica se encuentran en la ciudad de Santiago.

Para profundizar el análisis anterior, hemos ajustado la distribución de patentes en regiones de acuerdo al número de habitantes en la respectiva región. En la Figura 3.15 (b) se observa el número de patentes por millón de habitantes en las regiones de Chile. En esta comparativa, la Región Metropolitana sigue siendo la destacada, sin embargo, también resalta la Región de Atacama con 3 patentes por millón de habitantes.

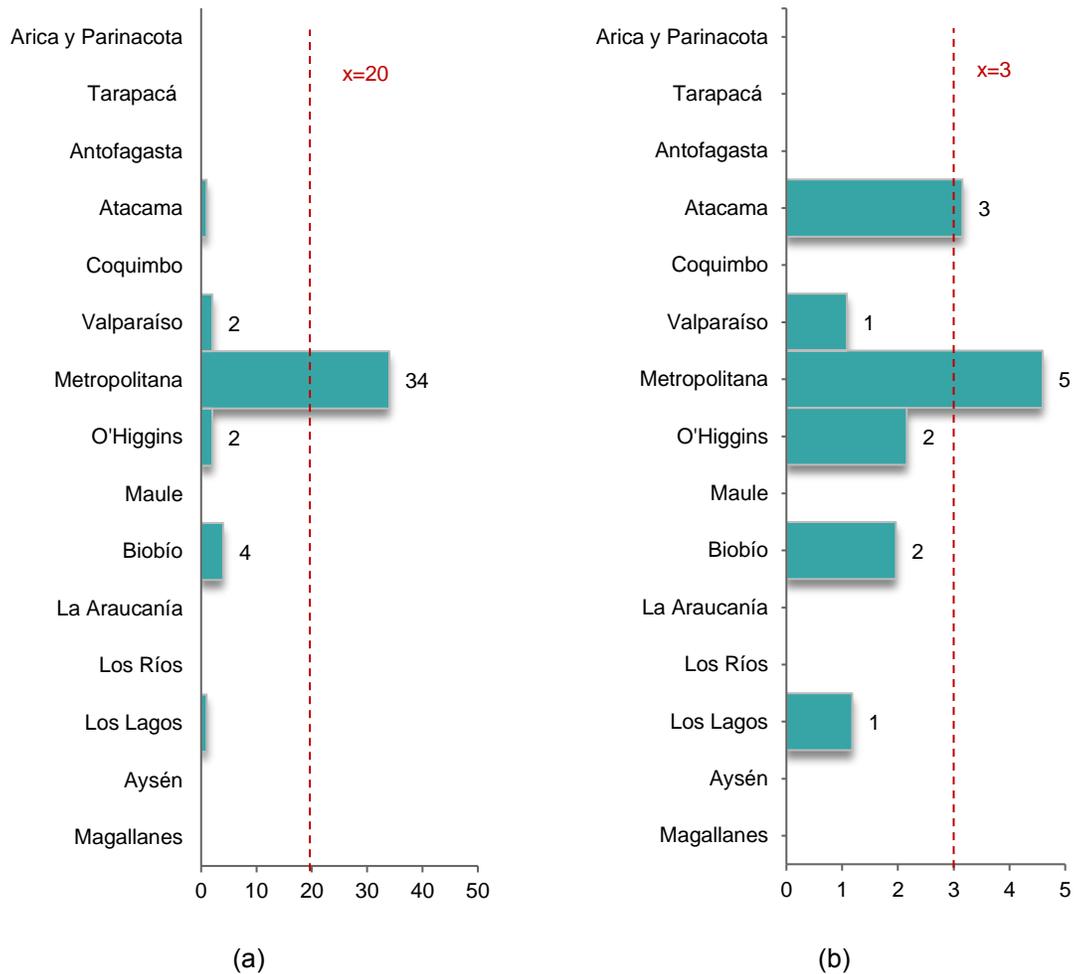


Figura 3.15. Distribución regional de patentes del grupo de análisis (2013 – 2018): a) Cantidad absoluta, (b) Cantidad por millón de habitantes (N=44). Elaboración propia

En cuanto a la producción de patentes, se presenta en la Figura 3.16, la evolución en número de patentes solicitadas durante los años de estudio considerados. Desde esta figura, se puede observar que la tendencia de la cantidad de solicitudes de patentes entre los años 2013 y 2018 no presenta variaciones, puesto que el rango varía entre 3 y 5 solicitudes al año.

Otro aspecto a considerar, es el estado de las solicitudes de patentes identificadas, como se observa en la Figura 3.16, el número mínimo de patentes concedidas ha disminuido a cero a partir del año 2016, lo que se asocia a los plazos existentes entre la presentación de la solicitud y la resolución de ella, que suelen tomar varios años antes de publicar el estado definitivo de cada una.



Figura 3.16. Evolución de patentes del grupo de análisis (2013 – 2018) (N=27). Elaboración propia

3.4 Acciones de difusión, divulgación y aplicación de conocimiento

En esta sección se presentan ejemplos de acciones desarrolladas por los actores institucionales del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica fuera de las categorías de producción científica y tecnológica. Particularmente, se muestran actividades de difusión y divulgación científica, así como iniciativas de aplicación de conocimiento.

3.4.1 Eventos de difusión y divulgación

Siguiendo la metodología descrita al inicio de este capítulo, como resultado de la búsqueda realizada utilizando las palabras clave documentadas en la Tabla 7.1 para el desafío país Revolución Tecnológica, hemos identificado un conjunto de 48 eventos de difusión y/o divulgación; ellos conforman el grupo de análisis para la presente sección. Para realizar el análisis hemos clasificado estos eventos en cinco categorías:

- › Congresos: eventos de una duración superior a los dos días, que se realizan con cierta periodicidad (generalmente, anual) y cuyo fin es actualizar conocimientos.
- › Reuniones: eventos de duración inferior a las dos horas, que puede ser único en el tiempo, que está planificado y que tiene invitados particulares que varían de acuerdo a su objetivo, por lo que tiene un despliegue de menor tamaño y cuyo fin es informar o tomar acuerdos según temas contingentes.
- › Seminarios: eventos de duración de entre una y cuatro horas y que puede extenderse entre un día y varias semanas, con diferentes expositores y cuyo fin es abordar un tema en profundidad, con el propósito de enseñar y actualizar conocimiento en los asistentes, entregando un diploma por participación o como expositor.

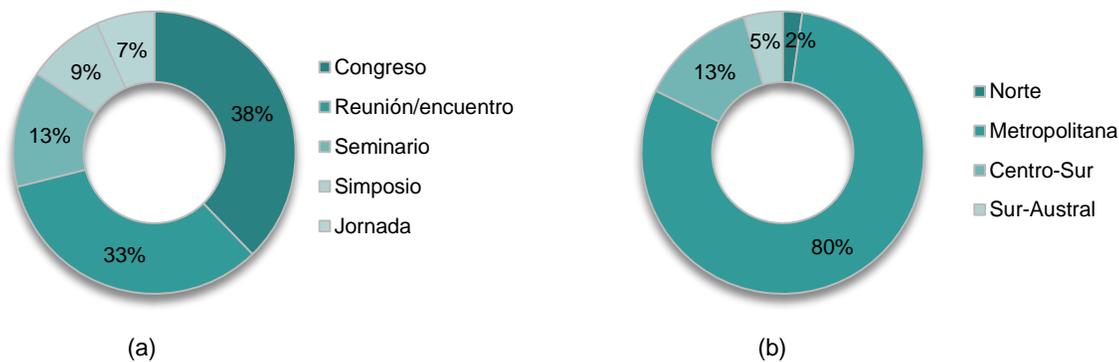
- › Simposios: eventos que poseen una duración de, a lo más, un día, en el que participan diversos especialistas expositores, cuyo fin es abordar un tema desde diferentes perspectivas.
- › Jornadas: eventos de duración igual o inferior a dos días, que poseen cierta periodicidad y cuyo fin es actualizar conocimientos.

Utilizando estas categorías, en la Figura 3.17 (a) se observa que el 38% de los eventos del grupo de análisis corresponde a congresos, seguido de reuniones, con un 33%. En menor proporción se identificaron seminarios (13%), simposios (9%) y jornadas (7%).

En cuanto a la localización de los eventos de difusión y divulgación que reúnen actores del Ecosistema Nacional de CTCI relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica, tal como se muestra en la Figura 3.17 (b), el 80% de los encuentros identificados se ha realizado en la Región Metropolitana. La macrozona centro sur (desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío) acumula un 13% de los encuentros, mientras que la macrozona sur-austral (desde Araucanía hasta Magallanes) concentra el 4% de los encuentros y la macrozona norte (desde Arica y Parinacota hasta Coquimbo) acumula sólo el 2% de los encuentros identificados en relación al desafío país Revolución Tecnológica.

Respecto de los temas que abordan los eventos del grupo de análisis, de acuerdo a la categorización realizada según las palabras claves definidas para el desafío país Revolución Tecnológica, se observa en la Figura 3.17 (c) que un 44% versa sobre aprendizaje automático, seguido de un 18% de los eventos abordando aprendizaje profundo y un 11% sobre inteligencia artificial. En menores proporciones se identificaron eventos sobre automatización, ciberseguridad y tecnologías de la información y la comunicación, que acumulan en conjunto el 18%. Otros temas abordados en los eventos identificados son biotecnología, criptomoneda, datos masivos y revolución tecnológica.

Finalmente, en relación a los organizadores de los eventos de difusión y divulgación que reúnen actores del Ecosistema Nacional de CTCI relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica, identificamos un total de 48 actores institucionales, de los cuales el 73% corresponde a entidades nacionales. Como se observa en la Figura 3.17 (d), los organizadores son, en su mayoría, instituciones del ámbito académico, con un 42% de participación, seguidos de empresas con un 31%. Una menor participación en la organización de los eventos se registró por parte de fundaciones, con un 8% y otras organizaciones tales como asociaciones de profesionales especialistas y asociaciones de estudiantes, con 19%.



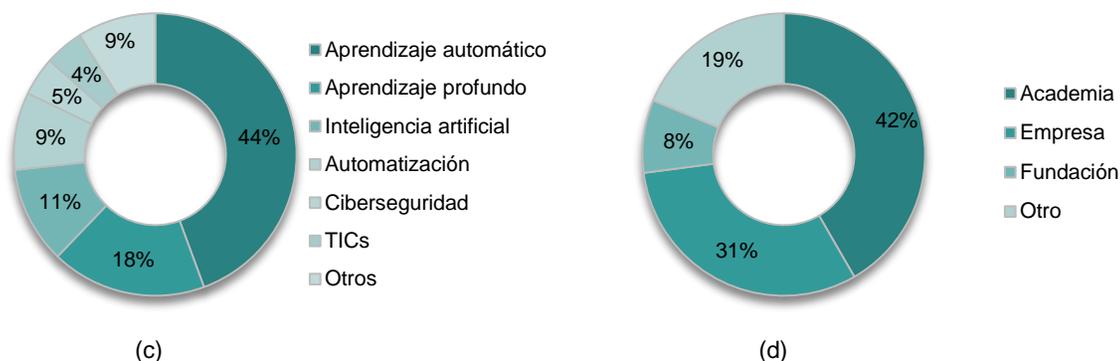


Figura 3.17. Caracterización de eventos del grupo de análisis (2013 – 2018) según: (a) Tipo, (b) Localización, (c) Tema del evento (N=45) y (d) Ámbito del organizador (N=48).

Elaboración propia

3.4.2 Otras iniciativas de aplicación de conocimiento

Para la identificación de iniciativas de aplicación de conocimiento relacionadas con la Revolución Tecnológica, resulta necesario delimitar su ámbito de acción a las que resulten relevantes para el Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica, debido a que casi cualquier acción realizada puede ser entendida, preliminarmente, como una iniciativa. Por ello, las iniciativas presentadas se constituyen por todas aquéllas que aplican conocimiento para facilitar la adaptación del Estado, de las empresas, de la institucionalidad y de la población en general ante los cambios tecnológicos y las demandas e impactos que éstos producen.

Siguiendo la metodología descrita al inicio de este capítulo, como resultado de la búsqueda realizada utilizando las palabras clave documentadas en la para el desafío país Revolución Tecnológica, hemos identificado 49 iniciativas de aplicación de conocimiento, que presentamos de acuerdo a su clasificación según su propósito y de acuerdo a su ámbito de origen; estas iniciativas conforman el grupo de análisis para la presente sección. El análisis de la distribución según zona geográfica no resulta relevante, debido a que la totalidad de las iniciativas identificadas pertenecen a entidades ubicadas en la Región Metropolitana.

Como se presenta en la Figura 3.18, las iniciativas que mayor número alcanzan son las que se agrupan en la categoría *Modernización de servicios*, con 14 casos. Éstas apuntan a acciones que favorecen la aplicación de tecnología en atención de los usuarios, o bien que buscan impactar directamente en mejorar el bienestar de las personas. Aquí, instituciones del Estado han implementado servicios de atención ciudadana y han facilitado el acceso de distinto tipo de información a través de plataformas digitales, facilitando, además, la realización de diferentes trámites.

En la categoría *Modernización del Estado*, en tanto, identificamos 11 iniciativas, que se orientan fundamentalmente por acciones dirigidas a implementar herramientas digitales para ejecutar acciones de gobernanza y para la gestión de acciones de administración que fomentan la transparencia y la institucionalidad estatal en diversas áreas. Posteriormente, se encuentra la categoría *Educación y capacitación*, constituida por también por 11 iniciativas que persiguen formar, fomentar, fortalecer o

financiar conocimientos para del uso o para el desarrollo de nuevas tecnologías en diferentes tipos de público: profesionales, personal docente, público general y población escolar. El nivel de complejidad de esta formación varía desde el uso de Tecnologías de Información y Comunicación para escolares hasta la formación de capital humano avanzado para el desarrollo tecnológico.

Identificamos otras cinco iniciativas que conforman la categoría *Regulación*. Estas acciones corresponden a nuevas leyes, normativa y acciones de protección de derechos para afrontar legalmente la incertidumbre producida por el uso de datos privados en el marco de la transformación digital, así como para regular diferentes operaciones, principalmente comerciales, que utilicen medios digitales para funcionar.

Por otra parte, en la categoría *Innovación organizacional* identificamos cuatro iniciativas, que se caracterizan por realizar transformaciones internas en instituciones que conforman el Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica. En este sentido, se busca especificar funciones para enfrentar las demandas que implica la transformación digital, incorporando no sólo nuevas divisiones, departamentos o reparticiones en instituciones de carácter público y privado, sino además generando organizaciones nuevas para este propósito. Finalmente, como muestra la Figura 3.18, identificamos otras cuatro iniciativas que clasificamos en la categoría *Modernización productiva*, dirigida principalmente al sector minero del país, y cuyo objetivo es aumentar la productividad, la competitividad o la sostenibilidad de la producción industrial.

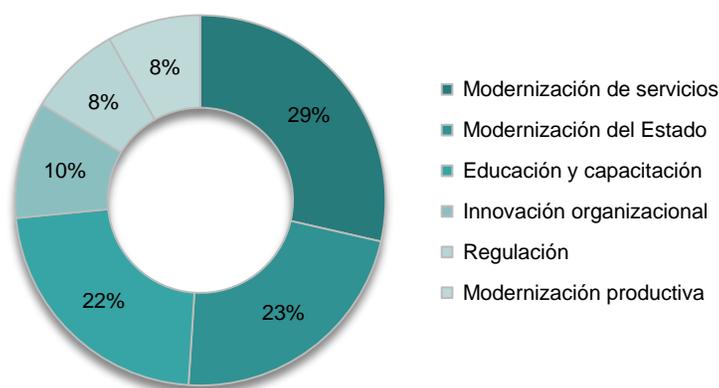


Figura 3.18. Cuota de iniciativas de aplicación de conocimiento del grupo de análisis (2013 – 2018) según propósito. Elaboración propia

La segunda categorización de análisis que construimos nos permite describir las iniciativas de aplicación de conocimiento en función de su ámbito de origen. En este sentido, a partir del análisis efectuado surgen tres categorías, correspondientes a iniciativas de origen público, de origen privado y de origen académico, de acuerdo a la principal organización impulsora de estas acciones. Las iniciativas públicas son todas aquellas que nacen desde alguna repartición o empresa del Estado. Las iniciativas privadas, en tanto, corresponden a las acciones de aplicación de conocimiento impulsadas por fundaciones de carácter privado, dejando fuera del análisis a las empresas privadas y

organizaciones con fines de lucro¹⁷. Finalmente, las acciones de origen académico son todas las que provienen desde instituciones de educación.

De esta manera, 45 de las 49 iniciativas identificadas del grupo de análisis corresponden a aquellas de origen público. Mucho más atrás se ubican las iniciativas de aplicación de conocimiento de origen académico, con tres categorías, y las de origen privado, que suman sólo una iniciativa. La Figura 3.19 muestra la distribución porcentual de estas categorías.

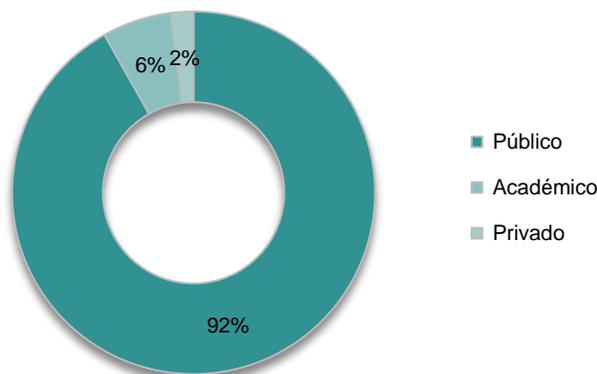


Figura 3.19. Cuota de iniciativas de aplicación de conocimiento del grupo de análisis (2013 – 2018) según su ámbito de origen. Elaboración propia

La gran diferencia existente entre las categorías presentadas se puede comprender por la presentación del Programa Agenda Digital 2020, desde el cual identificamos una considerable cantidad de iniciativas de aplicación de conocimiento. Junto con ello, buena parte de las acciones implementadas por instituciones de educación superior han sido presentadas en la producción científica, tecnológica y en los programas académicos relacionados con el Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica. Por último, las iniciativas de origen privado resultaron menores también debido a la exclusión de empresas y otros organismos privados de la selección de estas acciones.

3.5 Programas académicos de formación y especialización

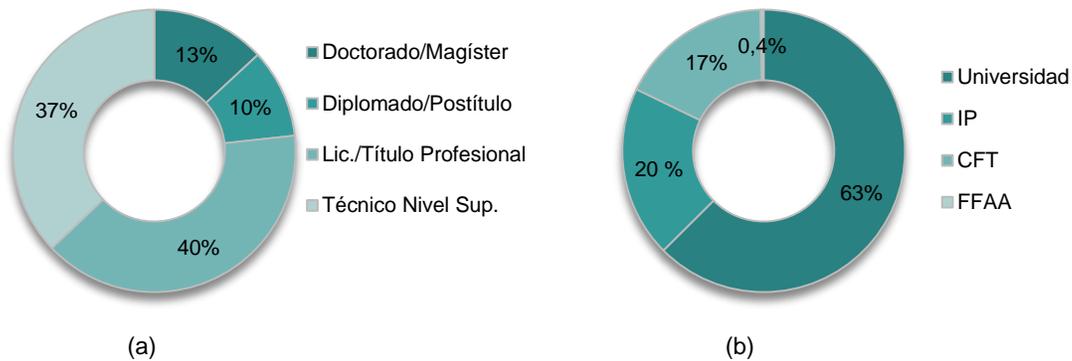
Siguiendo la metodología descrita al inicio de este capítulo, a partir de la revisión de los 17.641 programas de formación y especialización para el año 2017 en Chile, hemos identificado 275 programas directamente relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. De éstos, 102 programas conducen al título de Técnico de Nivel Superior, 109 programas conducen al grado de Licenciado u otorgan un Título Profesional, 4 programas otorgan certificados de Postítulo y 24 corresponden a Diplomado, 30 programas conducen al grado de Magíster, mientras que 6 al grado de Doctorado.

¹⁷ Decidimos excluir empresas privadas debido al sesgo que podría producir, por cuanto la información acerca de las acciones, principalmente las de carácter interno, no se encuentra necesariamente disponible de manera abierta, dificultando el acceso a la información.

Junto a lo anterior, identificamos 1.147 y 1.095 programas de formación y especialización impartidos por universidades, institutos profesionales y centros de formación técnica en Chile que son afines o habilitantes para el estudio de la Revolución Tecnológica, respectivamente. En este contexto usamos el término «afines» para enfatizar que en estos programas se imparten conocimientos relacionados con el desafío país, sin que esto necesariamente implique que sus egresados tengan que desempeñarse laboralmente en el ámbito de la Revolución Tecnológica, y utilizamos en término «habilitante» para indicar que en estos programas se entregan los conocimientos necesarios para realizar una especialización en temas relacionados con el estudio de la Revolución Tecnológica.

En la Figura 3.20 se caracterizan los programas identificados utilizando las siguientes variables: i) Título y/o grado a obtener en el programa, ii) Tipo de institución que ofrece el programa, iii) Campo científico-tecnológico del programa, iv) Dimensión principal de estudio del programa, v) Localización de la institución que ofrece el programa.

De los 275 programas directamente relacionados con el estudio de la Revolución Tecnológica, un 23% corresponde a programas de especialización, mientras que un 77% corresponde a programas de formación. En la Figura 3.20 (a), se observa que un 40% corresponde a programas de formación conducentes a licenciatura/título universitario, seguido de programas de formación de técnicos de nivel superior (37%). En contraste, los programas directamente relacionados con el estudio de la Revolución Tecnológica que tienen una menor participación, son los programas de especialización conducentes a los grados de doctorado/magíster (13%) y los programas conducentes a diplomados/postítulos (10%).



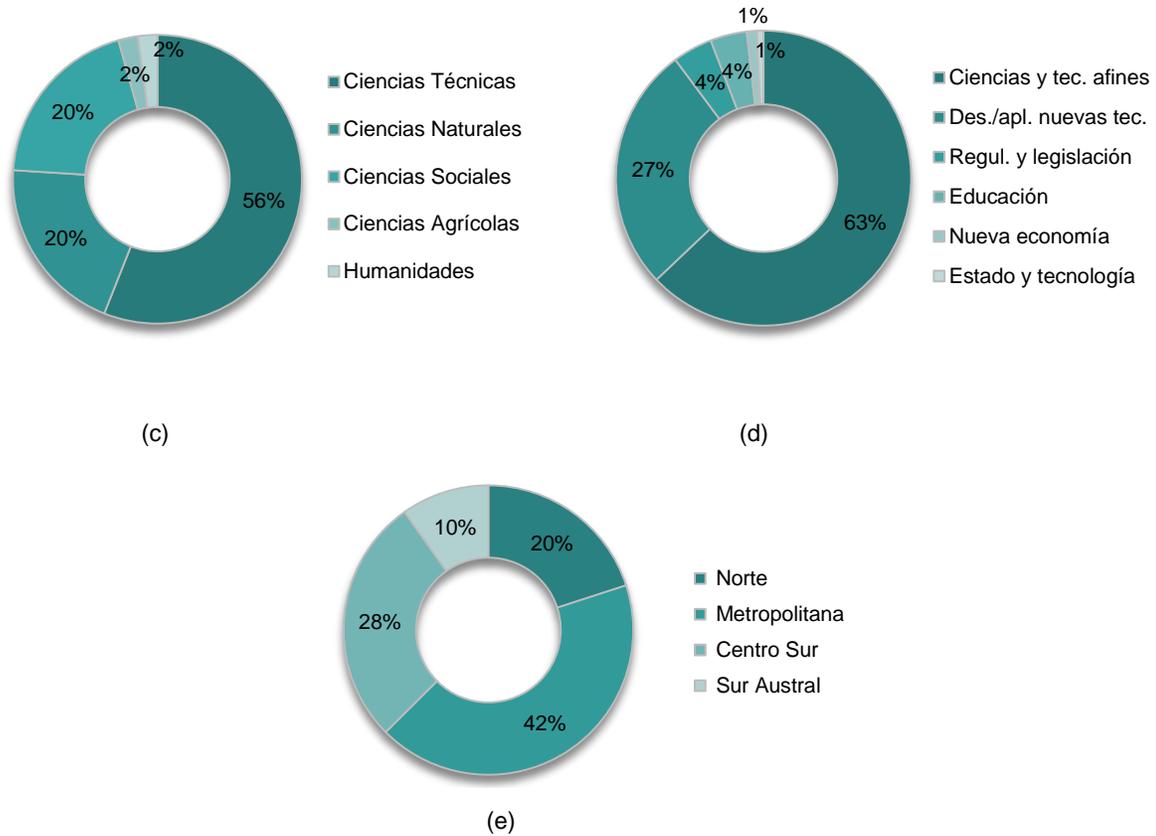


Figura 3.20. Caracterización de programas académicos directamente relacionados con el estudio de Revolución Tecnológica en Chile (2017), según (a) Nivel del programa, (b) Tipo de institución, (c) Campo de conocimiento, (d) Dimensión principal de estudio, (e) Macrozona (N=275). Elaboración propia

Por otro lado, el 63% de los programas se imparte en Universidades, mientras que los Institutos profesionales y Centros de Formación Técnica tienen una participación de un 20% y 17% respectivamente, como se muestra en la Figura 3.20 (b). En una menor cuota se imparten programas en las Fuerzas Armadas (0,4%).

Con respecto a la categorización de los programas de formación y especialización según campos de conocimiento científico-tecnológico de acuerdo al Nivel 1 del sistema de clasificación ÖFOS, en la Figura 3.20 (c) se puede observar que los programas se concentran principalmente en las Ciencias Técnicas con un 56%, luego le siguen las Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, con el 20% cada una y en menor medida las Ciencias Agrícolas y Humanidades, con el 2% cada una.

En cuanto a la clasificación de los programas según las dimensiones de estudio del desafío país Revolución Tecnológica, en la Figura 3.20 (d) se puede observar que un 63% de los programas identificados está directamente relacionado con la dimensión ciencias y tecnologías afines, por ejemplo: Técnico en Programación Computacional, Ingeniería Electrónica, Magister en Telecomunicaciones y Doctorado en Ingeniería Informática. En tanto, un 27% de los programas imparte conocimientos

en temas de desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías. En esta categoría se encuentran programas tales como: Técnico de Nivel Superior en Programación de Microcomputadores, Ingeniería en Automatización y Robótica y Diplomado sobre Estándares en Informática en Salud. Un 4% de los programas se concentra en la dimensión regulación y legislación, tales como: Ingeniería en Ciberseguridad y Magíster en Derecho Informático. La siguiente dimensión acumula un 4% de los programas y corresponde a la dimensión educación, con programas tales como: Diplomado en Integración Didáctica de Tecnologías en la Docencia Universitaria y Magíster en Modelado del Conocimiento para Entornos Educativos Virtuales. La categoría estudio de nueva economía acumula el 1%, con programas tales como: Magíster en Ingeniería de Negocios con Tecnologías de la Información, Diplomado en Business Analytics, Diplomado E-Business y Técnico de Nivel Superior en Comercio Exterior y Mercados Digitales. Finalmente, el 1% de los programas identificados está directamente relacionado con estado y tecnología, por ejemplo: Diplomado en Gobierno Electrónico y Magíster en Gobierno Electrónico.

Finalmente, en la Figura 3.20 (e) se muestran la distribución geográfica de los programas de formación y especialización identificados. Esta figura revela que la Región Metropolitana concentra el 42% de los programas; la macrozona centro sur (desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío) acumula un 28% de estos programas, mientras que la macrozona norte (desde Arica y Parícuta hasta Coquimbo) concentra un 20% de los programas y la macrozona sur-austral (desde Araucanía hasta Magallanes) sólo concentran un 10% de los programas directamente relacionados con el estudio de la Revolución Tecnológica.

Los programas identificados se distribuyen en las regiones de Chile con un patrón similar al de la población nacional, como se puede verificar en la Figura 3.21 (a). Las regiones Metropolitana (43%), de Valparaíso (11%) y del Biobío (11%) concentran un 64% de estos programas. Observamos que en las regiones extremas del norte y sur del país se imparten relativamente pocos programas directamente relacionados con el estudio de la Revolución Tecnológica.

Junto a lo anterior, de la Figura 3.21 (a), podemos comprobar que la concentración de programas de especialización en las regiones Metropolitana y de Valparaíso, es del 78% de éstos; mientras que diez regiones acumulan el 22% restante, en tanto que en 4 regiones no existen programas de especialización. Los programas de especialización considerados son: Doctorado, Magíster, Diplomado y Postítulo. En cuanto a los programas de formación, de la Figura 3.21 (a), destacan las regiones: Metropolitana (35%), la del Biobío (14%), la de Valparaíso (11%) y la de Antofagasta (8%), que juntas representan el 69% del total de programas de formación identificados para el estudio de Revolución Tecnológica.

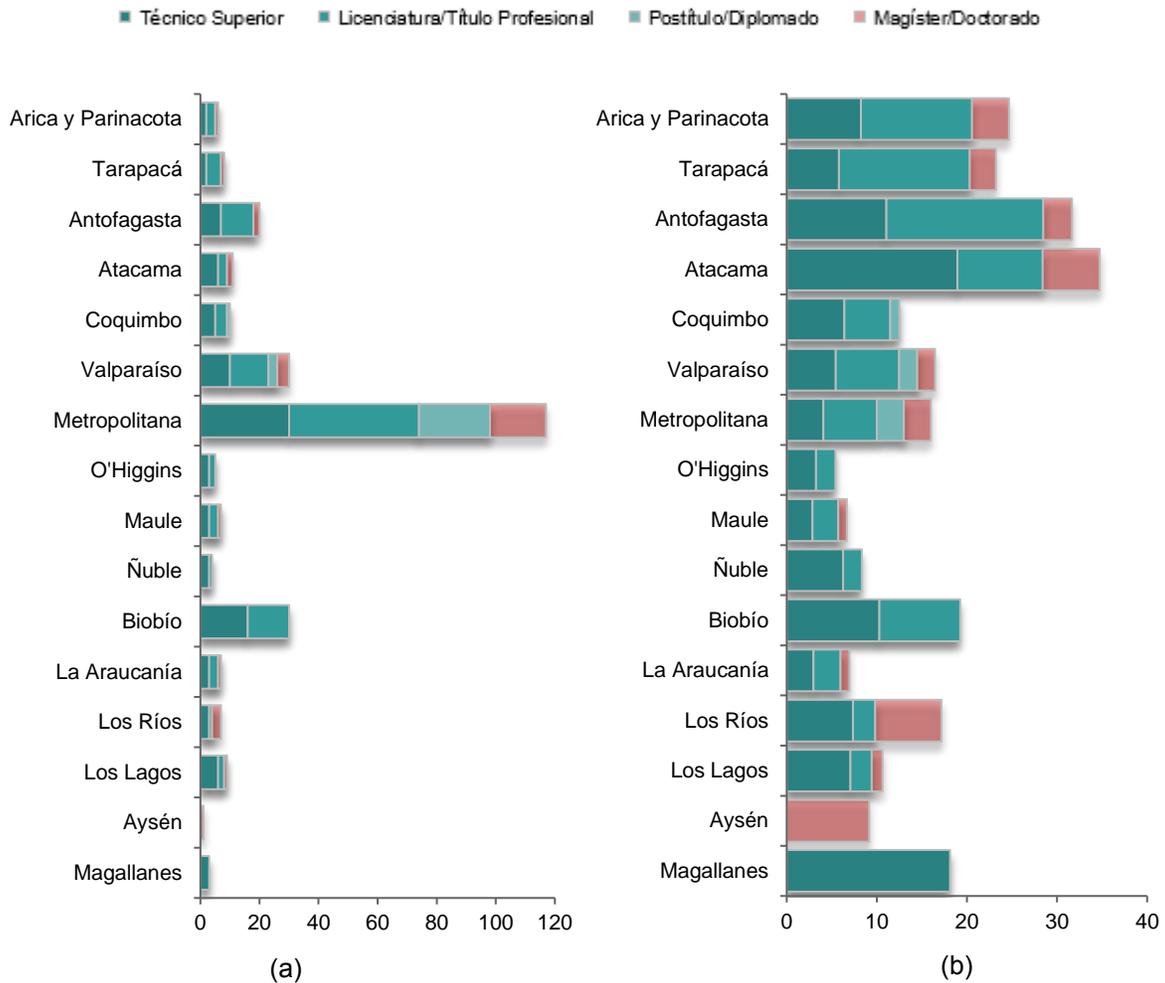


Figura 3.21. Distribución de programas académicos directamente relacionados para el estudio de Revolución Tecnológica en Chile (2017), según su localización: (a) Cantidad de programas, (b) Cantidad de programas por millón de habitantes (N=275). Elaboración propia

En cuanto a la distribución de programas de formación y especialización por nivel del programa y campos de conocimiento (Nivel 1 de sistema de clasificación ÖFOS), en la Figura 3.22 se puede observar que la participación de programas directamente relacionados se concentra en el estudio de Ciencias Técnicas, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales, acumulando un 96% del total de programas identificados para el estudio de la Revolución Tecnológica. En los programas de especialización destacan las Ciencias Naturales y las Ciencias Técnicas, con un 39% y 41% del total de programas de formación directamente relacionados respectivamente. En cuanto a los programas de formación, destacan las Ciencias Técnicas con un 54%, las Ciencias Naturales con una 11% y las Ciencias Sociales con un 11% del total de programas de formación directamente relacionados con el estudio de la Revolución Tecnológica.

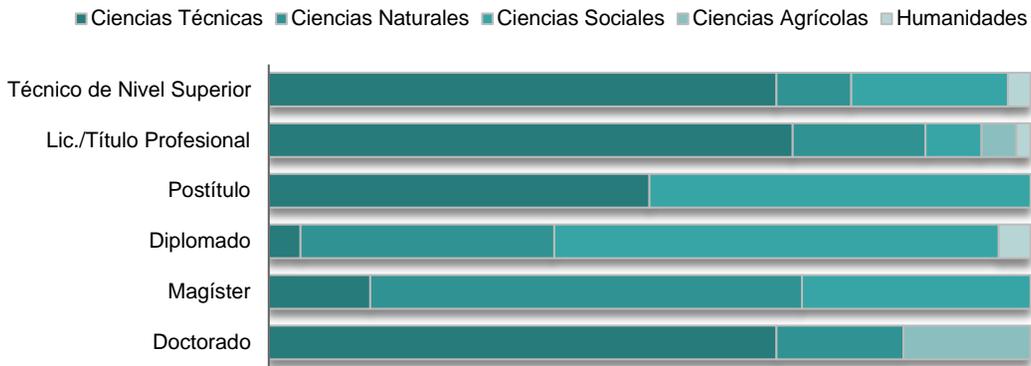


Figura 3.22. Distribución de programas académicos directamente relacionados para el estudio de Revolución Tecnológica en Chile (2017), por nivel del programa, según el Nivel 1 del sistema de clasificación ÖFOS (N=275). Elaboración propia

Para finalizar esta sección, en la Figura 3.23 sintetizamos la distribución de áreas de conocimiento según el Nivel 4 del sistema de clasificación ÖFOS en las que se desenvuelven los programas de formación y especialización directamente relacionados con el estudio de la Revolución Tecnológica. En la figura mencionada, se puede observar que los programas de especialización directamente relacionados con el estudio Revolución Tecnológica conducentes al grado de doctorado/magíster se enfocan en nueve áreas de conocimiento, mientras que los diplomado/postítulos se concentran en ocho áreas de científico-tecnológico. En cuanto a los programas de formación directamente relacionados con el estudio de la Revolución Tecnológica conducentes al grado de licenciatura y/o a título universitario se concentran en nueve áreas de conocimiento científico-tecnológico, mientras que los programas de técnico superior se acumulan en siete áreas del conocimiento científico-tecnológico.

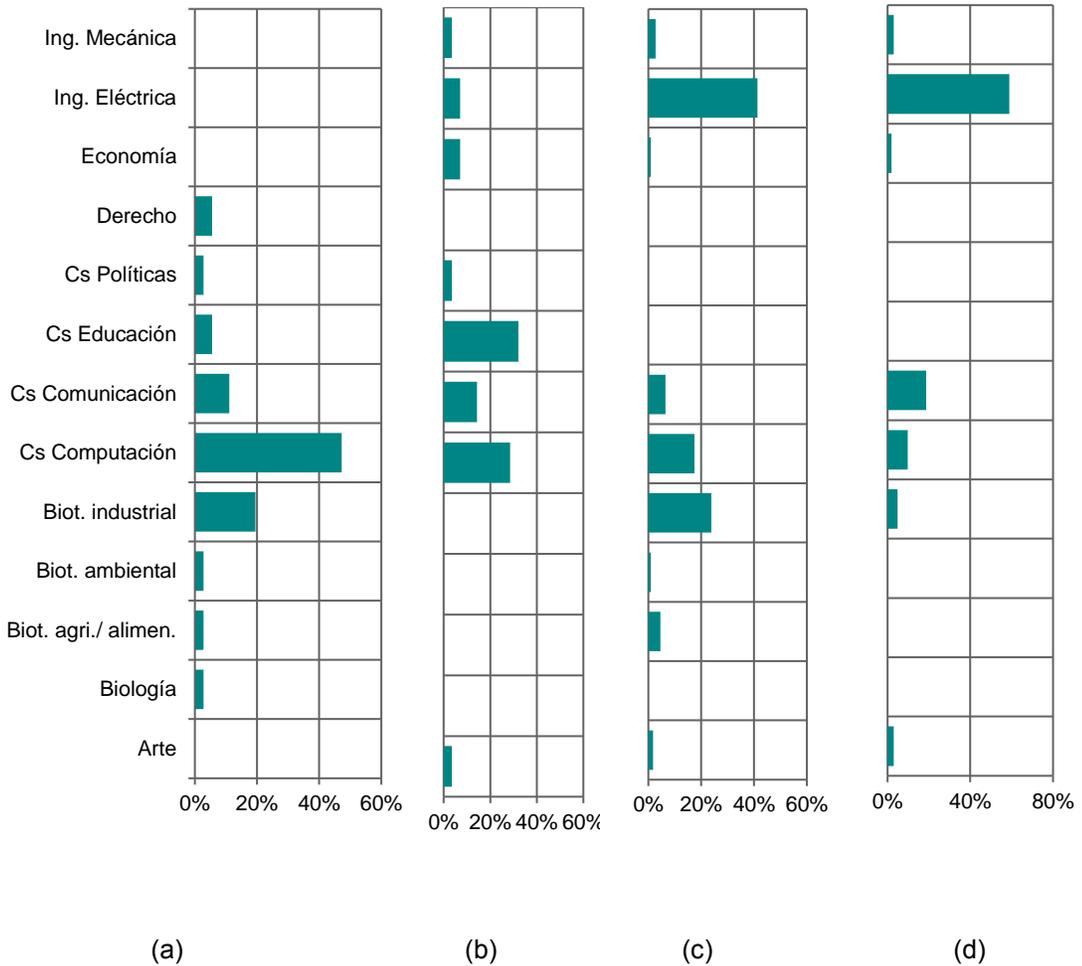


Figura 3.23. Distribución de programas académicos directamente relacionados con el estudio de la Revolución Tecnológica (2017) por nivel del programa: (a) Doctorado/magíster, b) Diplomado/postítulo, (c) Licenciatura/título profesional, y (d) Técnico superior (N=275). Elaboración propia

A modo de ejemplo, en la Tabla 5.3. mostramos una selección de programas de formación y especialización con las respectivas instituciones que los imparten, la principal dimensión de estudio de Revolución Tecnológica que pueden abordar. La selección de los ejemplos se sustenta en el criterio de máxima variabilidad, eligiendo de esta forma programas que muestren diversas combinaciones de las variables presentadas.

Tabla 5.3. Ejemplos de programas de formación y especialización directamente relacionados con el estudio de la Revolución Tecnológica (2017)

Categoría	Programa	Institución	Dimensión principal
Doctorado	Doctorado en Ciencias de la Computación	U Concepción	Ciencias y tecnologías afines
Doctorado	Doctorado en Computación	U Chile	Ciencias y tecnologías afines
Doctorado	Doctorado en Ingeniería Electrónica	UTFSM	Ciencias y tecnologías afines
Doctorado	Doctorado en Ingeniería Informática	PUC Chile	Ciencias y tecnologías afines
Magíster	Magíster de Ingeniería en Seguridad de la Información	U Mayor	Regulación y legislación
Magíster	Magíster en Derecho y Nuevas Tecnologías	U Chile	Regulación y legislación
Magíster	Magíster en Gobierno Electrónico	UTEM	Estado y tecnología
Magíster	Magíster en Procesamiento y Gestión de la Información	PUC Chile	Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías
Diplomado	Diplomado E-Business	UTEM	Nueva economía
Diplomado	Diplomado Educación Matemática y Tecnologías Digitales	U Diego Portales	Educación
Diplomado	Diplomado Educación Tecnológica y Robótica Educativa	U Alberto Hurtado	Educación
Diplomado	Diplomado de Fundamentos de Informática en Salud	U Central de Chile	Ciencias y tecnologías afines
Lic. /Título Profesional	Ingeniería Civil en Automatización	U Bío Bío	Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías
Lic. /Título Profesional	Ingeniería en Ciberseguridad	U Tecnológica	Regulación y legislación
Técnico Nivel Superior	Técnico Nivel Superior en Ciber Seguridad	IP Los Leones	Regulación y legislación
Técnico Nivel Superior	Técnico Nivel Superior en Comercio Electrónico	CFT CCS	Nueva economía
Técnico Nivel Superior	Técnico Nivel Superior en Informática y Seguridad	IP del Valle Central	Regulación y legislación
Técnico Nivel Superior	Técnico Nivel Superior en Telecomunicaciones Digitales	CFT Austral	Ciencias y tecnologías afines

Elaboración propia

4 Actores del Ecosistema

En este capítulo se presentan los actores del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) que tienen relación con el desafío país Revolución Tecnológica. En primer lugar, en las secciones 5.1 y 5.2 se presentan, respectivamente, los actores individuales desde publicaciones científicas y desde otras fuentes. Finalmente, en la sección 5.3, se caracterizan los actores institucionales.

4.1 Actores individuales desde publicaciones científicas

En esta sección se presentan los actores individuales del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica que cuentan con publicaciones científicas en general, es decir investigadores, y aquellos que pueden ser considerados investigadores especialistas. En ambos casos las variables utilizadas para la caracterización del grupo de análisis son: i) Grados académicos, ii) Máximo grado académico, iii) País de localización de la institución del máximo grado, iv) Campo científico-tecnológico del máximo grado, v) Tipo de afiliación del investigador, y vi) Localización de la entidad de afiliación del investigador.

4.1.1 Investigadores en Revolución Tecnológica

A partir de la información recolectada desde las fuentes primarias y secundarias anteriormente mencionadas hemos identificado un grupo de análisis con un total de 1.914 profesionales con publicaciones relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica afiliados a entidades establecidas en Chile. De este grupo de investigadores, hemos logrado obtener información completa para 1.688 investigadores, lo que representa un 88% del total de investigadores identificados. Dentro de ellos tenemos investigadores trabajando en universidades, centros de investigación e institutos públicos, docentes asociados a programas de postgrado y postítulo, así como investigadores trabajando en empresas privadas y organismos públicos.

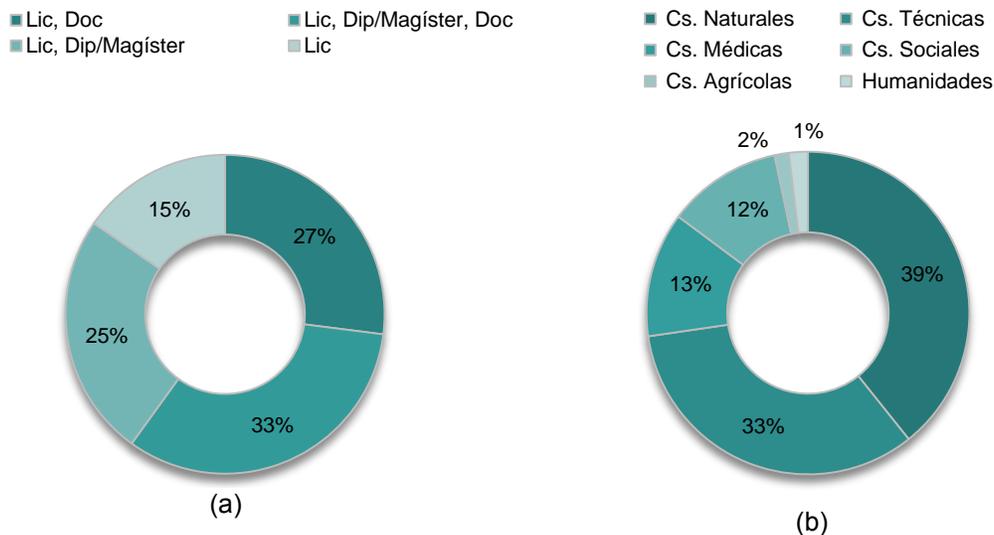
En la Figura 4.1 (a) se observa el detalle de la totalidad de los grados académicos y otras especializaciones de los profesionales del grupo de análisis. De acá se obtiene que un 60% de estos profesionales posee un doctorado como máximo grado académico. Un 27% de los actores identificados ha alcanzado este grado luego de una licenciatura, en tanto que un 33% de estos profesionales lo ha alcanzado con un grado intermedio de diplomado o magíster, aun cuando de este último grupo 88% posee los grados de licenciado y magíster, y solo un 6% estudios de diplomado.

Un 25% de los profesionales identificados a partir del análisis de eventos posee un posee un diplomado o magíster como máximo grado académico; de este grupo un 24% posee un diplomado, un 11% posee un diplomado y un magíster, mientras que un 65% posee un magíster. Finalmente, un 15% de los actores posee sólo el grado de licenciado. De este modo, el 85% del total de los investigadores identificados tiene algún nivel de estudios de especialización, sobre estudios de pregrado.

El análisis de los campos y áreas científico-tecnológicas del máximo nivel de especialización del grupo de investigadores con el desafío país Revolución Tecnológica nos indica que un 39% de éstos se especializa en Ciencias Naturales, un 33% se especializa en Ciencias Técnicas, un 13% se especializa en Ciencias Médicas, un 12% en Ciencias Sociales, un 2% en Humanidades y un 1% se especializa Ciencias Agrícolas, como se indica en la Figura 4.1 (b).

En relación al tipo de afiliación, en la Figura 4.1 (c) se observa que un 90% de los investigadores grupo de análisis tiene su afiliación principal en una universidad o centro de investigación, en tanto que un 5% de ellos está afiliado a entidades privadas, un 2% se desempeña en un organismo público y un 3% pertenece a otro tipo de instituciones, tales como fundaciones e instituciones multilaterales.

Finalmente, en la Figura 4.1 (d) se muestra la distribución geográfica del grupo de investigadores relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. Esta figura revela que la Región Metropolitana concentra el 57% de los profesionales; la macrozona centro sur (desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío) acumula un 28% de estos actores y que las macrozonas norte (desde Arica y Parinacota hasta Coquimbo) y sur-austral (desde Araucanía hasta Magallanes) sólo concentran un 7% y 8% respectivamente de los investigadores.



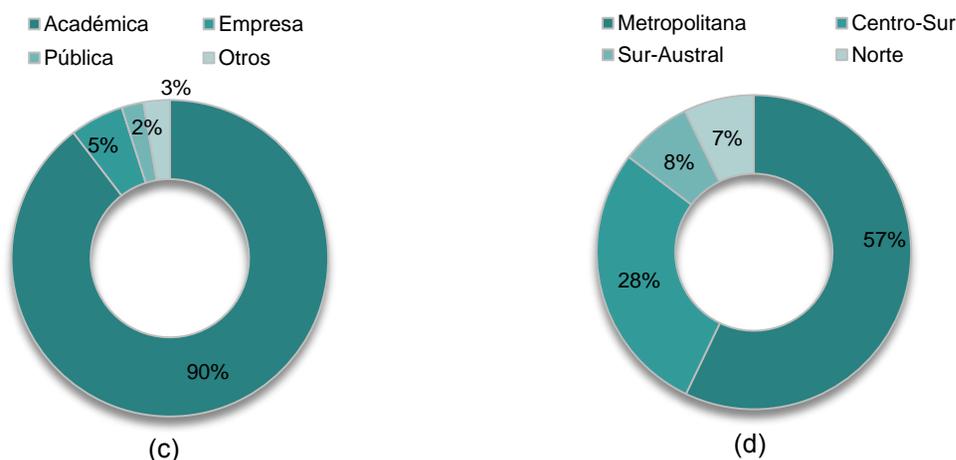


Figura 4.1. Caracterización de investigadores según (a) Grados académicos, (b) Campo del máximo grado académico, (c) Tipo de afiliación y (d) Localización de entidad de afiliación (N=1.688). Elaboración propia

A continuación, centraremos nuestro análisis en el grupo de investigadores especialistas identificados a partir de este grupo de investigadores relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica.

4.1.2 Investigadores especialistas en Revolución Tecnológica

Del grupo de investigadores afiliados a entidades establecidas en el país, hemos identificado un grupo de análisis compuesto por 303 especialistas con publicaciones relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica. De este grupo de investigadores especialistas, hemos logrado obtener información completa para 300 profesionales, lo que representa un 99% del total de especialistas identificados. En el marco del presente estudio hemos definido como investigador especialista un investigador que posee al menos dos publicaciones y un impacto acumulado SJR (Scientific Journal Ranking) mayor o igual al promedio total. El índice SJR es un indicador de impacto de revistas y es uno de los indicadores con mayor reconocimiento, dada su forma de valorar la cantidad y calidad de las citas. Dentro de ellos tenemos investigadores trabajando en universidades, centros de investigación e institutos públicos, docentes asociados a programas de postgrado y postítulo, así como investigadores trabajando en empresas privadas y organismos públicos.

En la Figura 4.2 (a) se observa el detalle de la totalidad de los grados académicos y otras especializaciones de los profesionales del grupo de análisis. De acá se obtiene que un 82% de estos profesionales posee un doctorado como máximo grado académico. Un 32% de los actores identificados ha alcanzado este grado luego de una licenciatura, en tanto que un 50% de estos profesionales lo ha alcanzado con un grado intermedio de diplomado o magíster, aun cuando de este último grupo 89% posee los grados de licenciado y magíster, y solo un 7% estudios de diplomado.

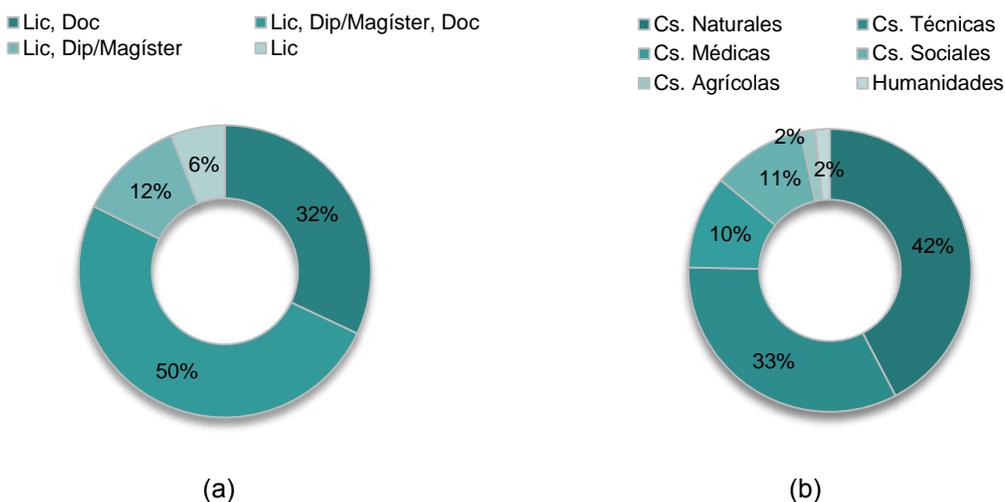
Un 12% de los profesionales identificados a partir del análisis de eventos posee un diplomado o magíster como máximo grado académico; de este grupo un 20% posee un diplomado, un 20% posee un diplomado y un magíster, mientras que un 60% posee un magíster. Finalmente, un

6% de los actores posee sólo el grado de licenciado. De este modo, el 94% del total de los investigadores especialistas identificados tiene algún nivel de estudios de especialización, sobre estudios de pregrado.

El análisis de los campos y áreas científico-tecnológicas del máximo grado académico de los investigadores especialistas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica nos indica que un 42% de éstos se especializa en Ciencias Naturales, un 33% se especializa en Ciencias Técnicas, un 11% se especializa en Ciencias Sociales, un 10% se especializa en Ciencias Médicas y sólo un 2% se especializa en Ciencias Agrícolas o en Humanidades respectivamente, como se indica en la Figura 4.2 (b). En comparación con los investigadores en general, se observa que los investigadores especialistas concentran en una mayor proporción sus estudios de especialización en Ciencias Naturales.

En cuanto a el país en que se cursó el máximo grado obtenido de los investigadores especialistas en el grupo de análisis, se puede observar en la Figura 4.2 (c), que un 43% de los investigadores especialistas obtuvo su máximo grado en Chile, mientras que un 32% de los investigadores especialistas alcanzó su máximo grado en Europa, un 16% de ellos obtuvo su máximo grado en EEUU o Canadá y un 10% alcanzó su nivel máximo de estudios en otros países, tales como Brasil, Argentina, Japón, entre otros.

En relación al tipo de afiliación, en la Figura 4.2 (d) se puede observar que un 93% de los investigadores especialistas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica tiene su afiliación principal en una universidad o centro de investigación, en tanto que un 3,7% de ellos está afiliado a entidades multilaterales, un 0,3% se desempeña en un organismo público y un 3% se desempeña en otro tipo de instituciones. En comparación con los investigadores en general, se observa que los investigadores especialistas se encuentran afiliados en una mayor proporción a instituciones académicas y en una menor proporción a empresas.



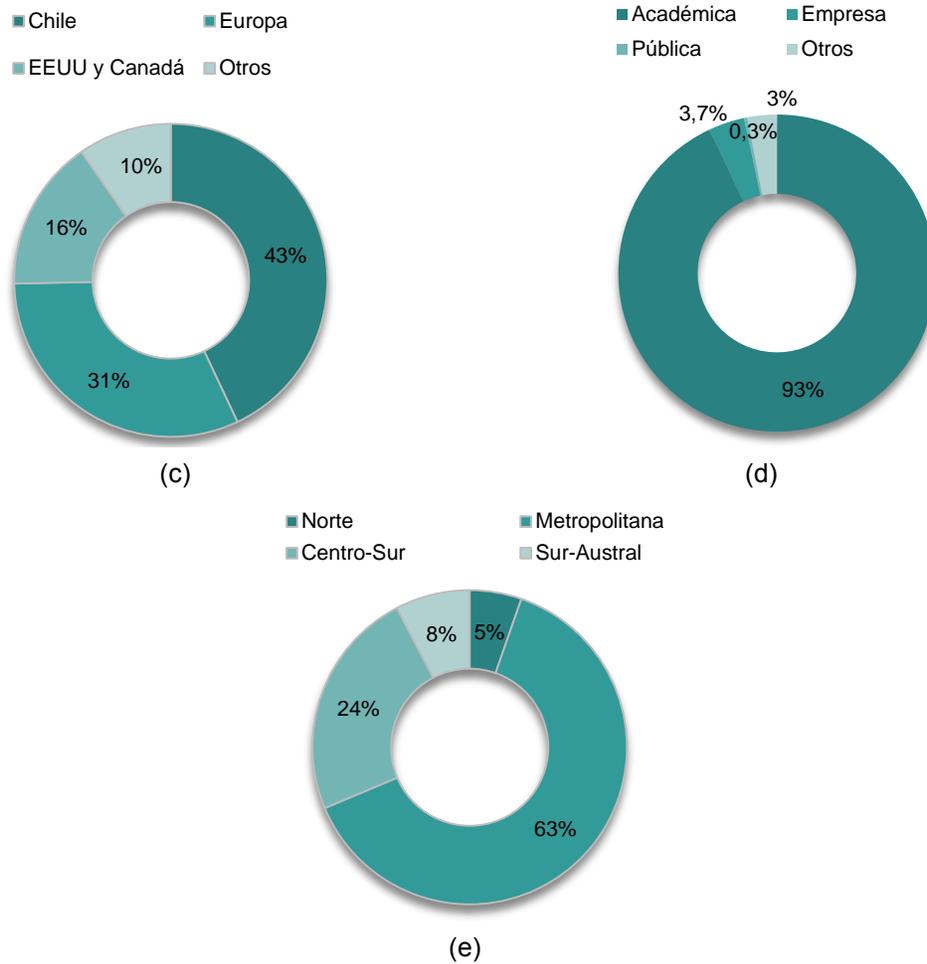


Figura 4.2. Caracterización de investigadores especialistas según (a) Grados académicos, (b) Campo del máximo grado académico, (c) País de localización de la institución máximo grado (d) Tipo de afiliación y (e) Localización de entidad de afiliación (N=300). Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 4.2 (e) se muestra la distribución geográfica de los investigadores especialistas del grupo de análisis. Este gráfico revela que la Región Metropolitana concentra el 63% de los profesionales; la macrozona centro sur (desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío) acumula un 24% de estos actores, la macrozona norte (desde Arica y Parinacota hasta Coquimbo) acumula un 8% y la macrozona sur-austral (desde Araucanía hasta Magallanes) sólo concentra un 5% de los especialistas. Los investigadores especialistas se encuentran concentrados en una mayor proporción en las macrozonas Metropolitana y Centro-sur, en comparación con los investigadores en general.

Debido a la relevancia de los investigadores especialistas afiliados a universidades y centros de investigación para el análisis de las capacidades científicas, en lo que sigue nos concentramos en este tipo de actores (N=279). Al analizar las características de los investigadores académicos utilizando las mismas variables de caracterización utilizadas anteriormente, las proporciones mostradas en la Figura 4.2 se mantienen.

Respecto de la distribución de los investigadores especialistas académicos a nivel regional, en la Figura 4.3 (a) nuevamente se puede apreciar una clara predominancia de la Región Metropolitana con una cuota del 63% del total de éstos. La siguiente región con mayor cuota de participación de estos especialistas es la de Valparaíso con un 15% del total. Luego destacan, aunque en menor medida, las regiones de La Araucanía y del Biobío, con participaciones entre el 5% y 8%. Por otra parte, de la Figura 4.3 (a) en cuanto a investigadores especialistas académicos con doctorado, la concentración en la Región Metropolitana es aún más alta. En efecto, esta acumula un 63% sobre el total de doctorados. Para profundizar el análisis anterior, hemos ajustado la distribución de investigadores especialistas académicos en las regiones de acuerdo al número de habitantes en la región respectiva.

En la Figura 4.3 (b) se puede observar el número de investigadores especialistas académicos por millón de habitantes en las regiones de Chile. En esta comparativa, la Región Metropolitana y la Región de Valparaíso siguen siendo las destacadas. En cuanto a investigadores especialistas académicos con doctorado, en este caso nuevamente resalta que la posición de la Región Metropolitana, con 20 doctorados por millón de habitantes; le sigue la Región de Valparaíso y la Región de La Araucanía con 18 doctorados por millón de habitantes respectivamente. Más abajo se encuentra la Región de Arica y Parinacota con 12 doctorados por millón de habitantes, así como las regiones de Antofagasta, del Biobío y del Maule con 8, 7 y 6 doctorados por millón de habitantes, respectivamente.

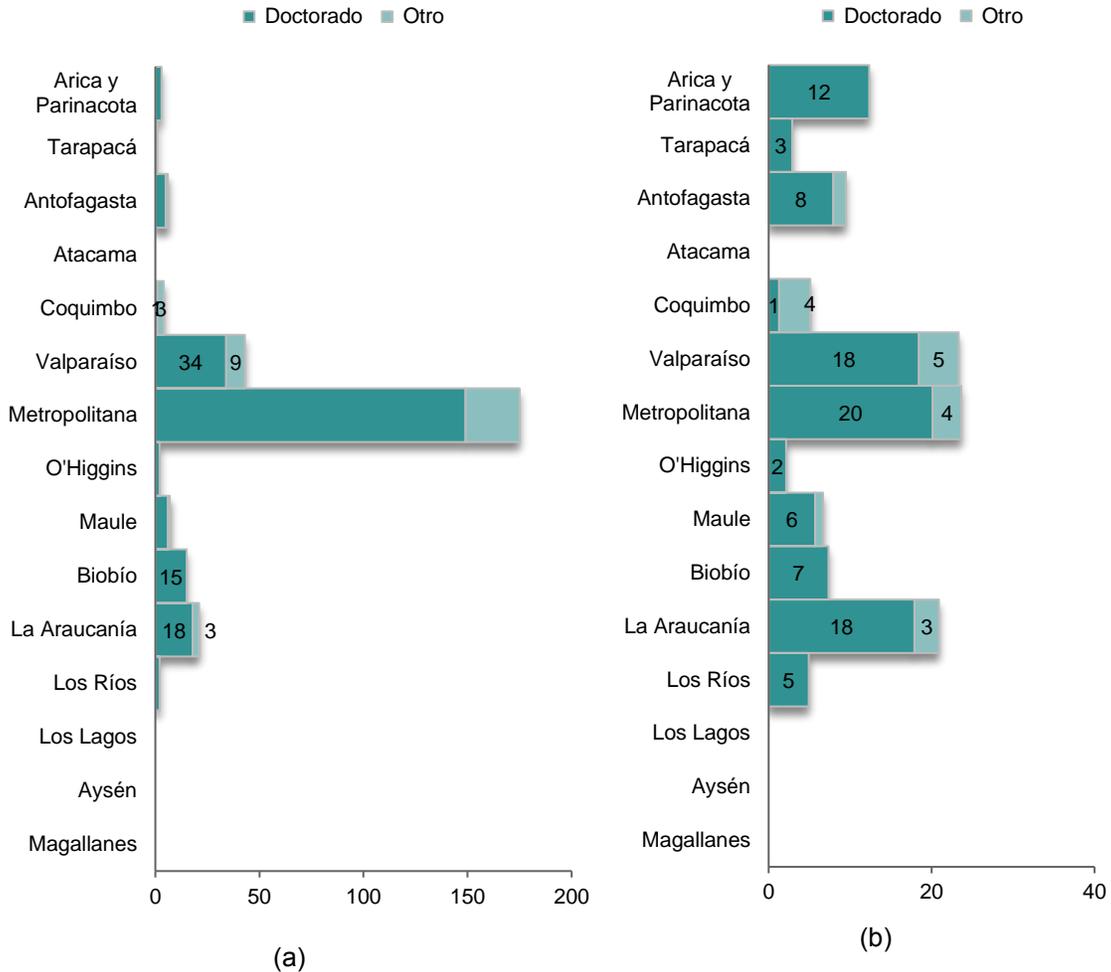


Figura 4.3. Distribución de investigadores especialistas académicos por región según máximo grado académico: (a) Número de investigadores especialistas académicos y (b) Número de investigadores especialistas académicos por millón de habitantes (N=279). Elaboración propia

De los gráficos anteriores es posible observar que el número de investigadores especialistas académicos en las regiones del país está correlacionado positivamente con la población regional. En la Figura 4.4 (a) se presenta la relación entre estas dos variables. De acá es posible confirmar que la correlación mencionada es tan alta, que la población regional explica en un 95% el número de investigadores especialistas académicos en las regiones del país. Así también, a partir del modelo presentado en este gráfico, es posible visualizar qué regiones del país tienen un número de investigadores especialistas académicos inferior o superior respecto al valor esperado (24,18 por millón de habitantes). En este sentido, por ejemplo, destaca positivamente la Región de Valparaíso y negativamente la Región del Biobío. Por otra parte, en la Figura 4.4 (b) mostramos la relación entre el número de doctorados e investigadores especialistas académicos en las regiones del país. En este gráfico también podemos observar una alta correlación entre estas variables y que el número de investigadores especialistas académicos con doctorado en una región queda explicado en un 99% por la cantidad de expertos en la misma, con un valor esperado de 84,95 profesionales con doctorado

por cada cien expertos. En síntesis, estas dos variables explican en más del 95% los resultados anteriores en cuanto al número de investigadores especialistas académicos en regiones y el número de investigadores especialistas académicos con doctorado en regiones.

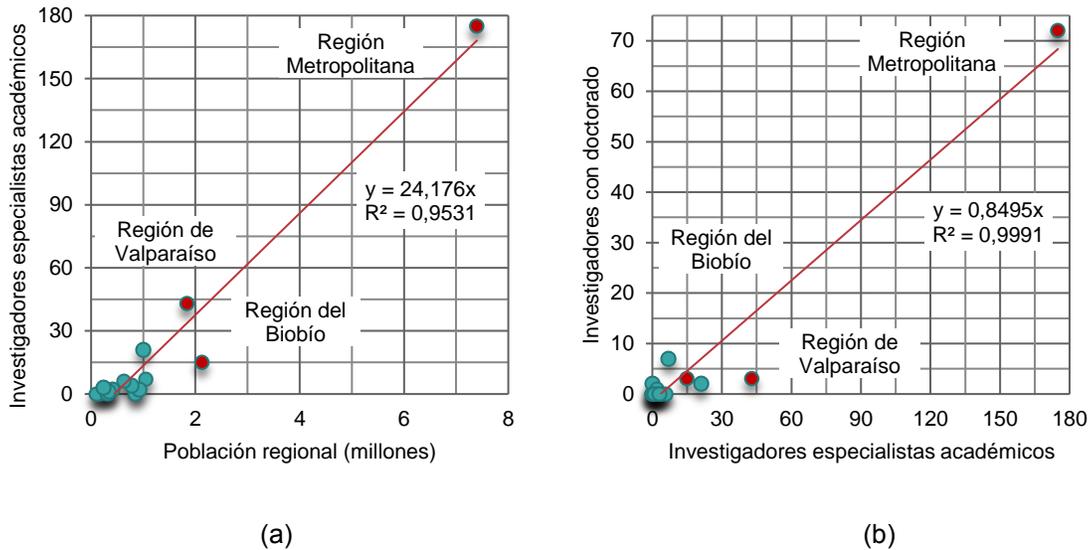


Figura 4.4. Modelos de regresión lineal para explicar: (a) El número de investigadores especialistas y (b) El número de investigadores especialistas con doctorado; ambos en las regiones del país. Elaboración propia

En la Figura 4.5 mostramos el resultado de organizar a los investigadores especialistas académicos según su entidad de afiliación. De las 36 entidades en el grupo de análisis, 2 tienen más de 47 académicos con el grado de doctor, a saber: Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad de Chile. Mientras que una primera categoría, compuesta por 7 de estas entidades acumulan el 70% de investigadores especialistas académicos sobre el total, a saber: Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Universidad Federico Santa María, Universidad de la Frontera, Universidad de Santiago de Chile y Universidad Nacional Andrés Bello. Una segunda categoría de estas entidades está compuesta por 11 universidades que acumulan un 19% de investigadores especialistas académicos sobre el total y una tercera categoría de estas entidades está compuesta por 18 instituciones que acumulan el 11% de investigadores especialistas académicos sobre el total.

Para complementar el análisis anterior revisamos la cuota de investigadores especialistas académicos con doctorado en cada entidad de afiliación. Un 85% de los investigadores especialistas académicos identificados tiene un grado de doctorado. Sin embargo, un análisis más detallado de las universidades que concentran la mayor parte de los investigadores especialistas académicos muestra que la primera categoría de 7 universidades mencionada anteriormente tiene en promedio una cuota de investigadores especialistas académicos con doctorado que alcanza el 70% del total, en tanto que la segunda categoría de 11 instituciones tiene una cuota de investigadores especialistas académicos con doctorado del 20%, mientras que la tercera categoría posee sólo un 10% de investigadores especialistas académicos con doctorado por sobre el total.

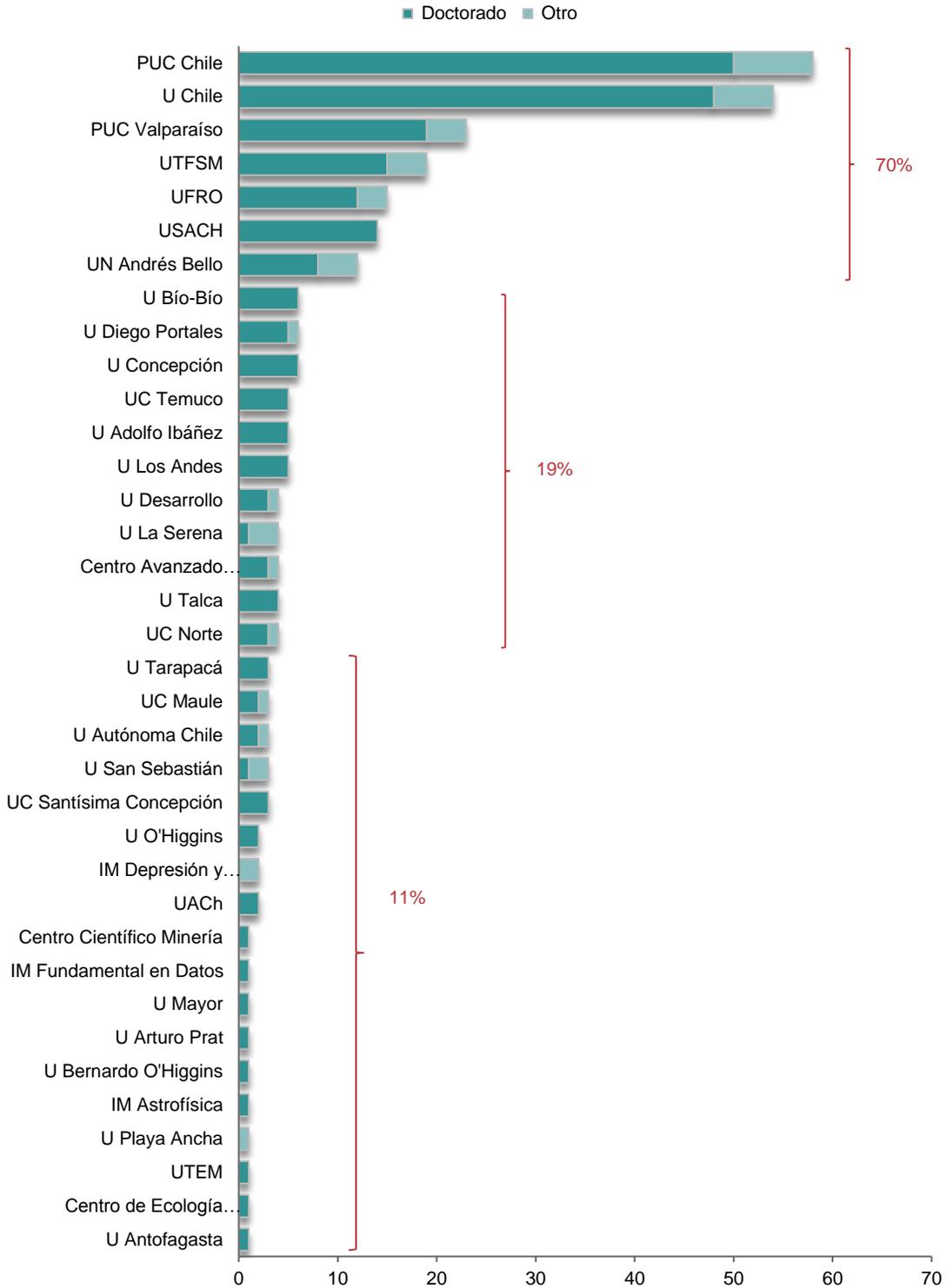


Figura 4.5. Distribución de investigadores especialistas académicos, por entidad de afiliación principal según máximo grado académico. Elaboración propia

Tal como hemos mencionado al inicio de esta sección, el grupo de análisis consta de 300 investigadores especialistas académicos, que tienen al menos 2 o más publicaciones indexadas y con un impacto acumulado mayor al promedio total, según el índice SJR (Scientific Journal Ranking). De los 300 investigadores especialistas académicos, 279 pertenecen a la academia y 21 a otro tipo de organizaciones. Los investigadores especialistas académicos con publicaciones indexadas representan un total de 704 publicaciones de un total de 1.166 publicaciones identificadas con palabras clave relacionadas con el estudio Revolución Tecnológica. Considerando las 1.166 publicaciones identificamos un total de 1.914 investigadores, de los que 303 corresponden a investigadores especialistas y 1.611 corresponden a investigadores no especialistas.

4.2 Actores individuales desde otras fuentes

En esta sección se presentan los actores individuales del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica desde otras fuentes, a saber: 1) Proyectos de investigación y desarrollo, 2) Eventos de difusión y divulgación, 3) Patentes. Finalmente se presentan los actores individuales desde estas fuentes que pueden ser considerados especialistas. Las variables utilizadas para la caracterización del grupo de análisis son: i) Grados académicos, ii) Máximo grado académico, iii) País de localización de la institución del máximo grado, iv) Campo científico-tecnológico del máximo grado, v) Tipo de afiliación del actor, y vi) Localización de la entidad de afiliación del actor.

4.2.1 Actores individuales desde proyectos de investigación y desarrollo

A partir de las bases de datos de proyectos de investigación y/o desarrollo relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica cofinanciados con fondos públicos, principalmente por Conicyt y Corfo, hemos identificado 471 actores individuales relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. Para el 51% de estos actores hemos logrado obtener la información requerida para su caracterización; estos 239 actores conforman el grupo de análisis para la presente sección.

En la Figura 4.6 (a) se observa el detalle de la totalidad de los grados académicos y otras especializaciones de los profesionales del grupo de análisis. De acá se obtiene que un 84% de estos profesionales posee un doctorado como máximo grado académico. La mitad de estos actores ha alcanzado este grado luego de una licenciatura, en tanto que la otra mitad lo ha alcanzado con un grado intermedio de diplomado o magíster, aun cuando de este último grupo 93% posee los grados de licenciado y magíster, y solo un 6% estudios de diplomado.

Un 7% de los profesionales identificados a partir del análisis de proyectos de investigación y desarrollo posee un diplomado o magíster como máximo grado académico; de este grupo un 25% posee un diplomado, un 13% posee un diplomado y un magíster, mientras que un 62% posee un magíster. Finalmente, un 9% de los actores posee sólo el grado de licenciado. De este modo, el 91% del total de actores individuales identificados a partir de proyectos de investigación y desarrollo relacionados con Revolución Tecnológica tiene algún nivel de estudios de especialización, sobre estudios de pregrado.

El análisis de los campos y áreas científico-tecnológicas del máximo grado académico del grupo de profesionales identificados a partir de los proyectos de investigación y/o desarrollo cofinanciados con

fondos públicos y relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica indica que un 47% de éstos se especializa en Ciencias Naturales, un 35% se especializa en Ciencias Técnicas, un 8% en Ciencias Sociales, un 5% se especializa en Ciencias Médicas, un 3% en Ciencias Agrícolas y un 2% en Humanidades como se indica en la Figura 4.6 (b).

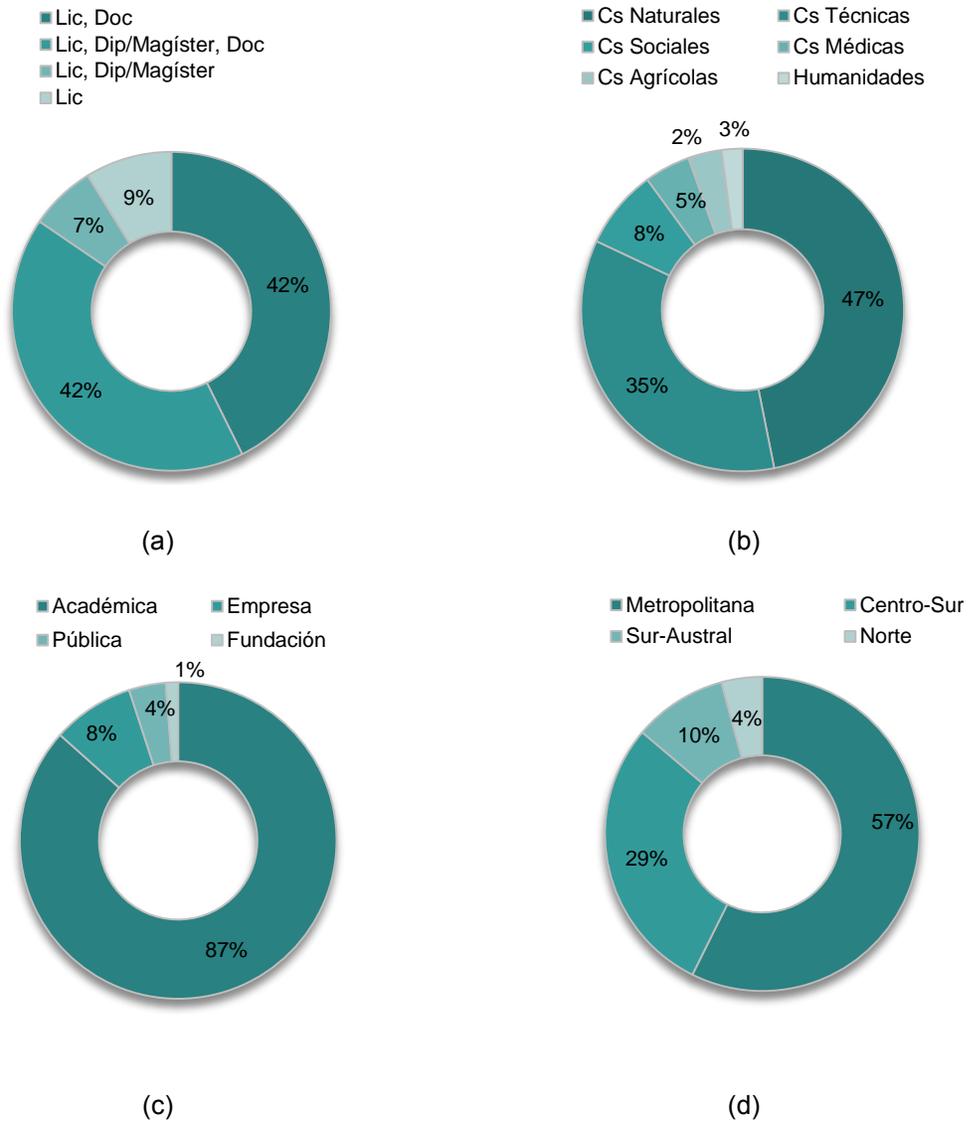


Figura 4.6. Caracterización de actores individuales desde proyectos de investigación y desarrollo, según: (a) Grados académicos, (b) Campo del máximo grado académico, (c) Tipo de afiliación y (d) Localización de entidad de afiliación (N=239). Elaboración propia

En relación al tipo de afiliación, en la Figura 4.6 (c) se observa que un 87% de ellos tiene su afiliación principal en una universidad o centro de investigación, en tanto que un 8% de ellos está afiliado a

entidades privadas, un 4% se desempeña en un organismo público y un 1% pertenece a Fundaciones

Finalmente, en la Figura 4.6 (d) se muestra la distribución geográfica del grupo de profesionales identificados a partir de los proyectos de investigación y/o desarrollo cofinanciados con fondos públicos y relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. Este gráfico revela que la Región Metropolitana concentra el 57% de los profesionales; la macrozona centro sur (desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío) acumula un 29% de estos actores y que las macrozonas sur-austral (desde Araucanía hasta Magallanes) y norte (desde Arica y Parinacota hasta Coquimbo) sólo concentran un 10% y 4% respectivamente de los actores.

4.2.2 Actores individuales desde patentes

A partir de la búsqueda de patentes relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica, se han identificado 48 actores individuales que han tramitado al menos una patente. Para el 83% de estos actores hemos logrado obtener la información requerida para su caracterización; estos 40 actores conforman el grupo de análisis para la presente sección.

En la Figura 4.7 (a) se observa el detalle de la totalidad de los grados académicos y otras especializaciones de los profesionales del grupo de análisis. De acá se obtiene que un 23% de estos profesionales posee un doctorado como máximo grado académico. Un 7% de los actores identificados ha alcanzado este grado luego de una licenciatura, en tanto que un 17% de estos profesionales lo ha alcanzado con un grado intermedio de diplomado o magíster, y de este último grupo 100% posee los grados de licenciado y magíster.

Un 23% de los profesionales identificados a partir del análisis de patentes posee un diplomado o magíster como máximo grado académico; de este grupo un 56% posee un diplomado, un 11% posee un diplomado y un magíster, mientras que un 33% posee un magíster. Finalmente, un 53% de los actores posee sólo el grado de licenciado. De este modo, en este caso solo el 43% del total de actores individuales identificados a partir de patentes relacionadas con Revolución Tecnológica tiene algún nivel de estudios de especialización, sobre estudios de pregrado.

El análisis de los campos y áreas científico-tecnológicas del máximo grado académico de los profesionales identificados a partir de patentes, de este grupo de actores nos indica que un 15% de éstos se especializa en Ciencias Naturales, un 62% se especializa en Ciencias Técnicas, un 15% en Ciencias Sociales y un 8% se especializa en Ciencias Agrícolas como se indica en la Figura 4.7 (b).

En relación al tipo de afiliación, en la Figura 4.7 (c) se observa que un 30% de los profesionales del grupo de análisis tiene su afiliación principal en una universidad o centro de investigación, en tanto que un 65% de ellos está afiliado a entidades privadas, un 2% se desempeña en una fundación y un 3% pertenece a otro tipo de organizaciones, relacionadas a actividades desarrolladas de manera independiente.



Figura 4.7. Caracterización de actores individuales desde patentes según: (a) Grados académicos, (b) Campo del máximo grado académico, (c) Tipo de afiliación y (d) Localización de entidad de afiliación (N=40). Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 4.7 (d) se muestra la distribución geográfica de los profesionales identificados a partir de patentes. Este gráfico revela que la Región Metropolitana concentra el 70% de los profesionales; la macrozona centro sur (desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío) acumula un 22% de estos actores y que las macrozonas sur-austral (desde Araucanía hasta Magallanes) y norte (desde Arica y Parinacota hasta Coquimbo) sólo concentran un 5% y 3% respectivamente de los actores.

4.2.3 Actores individuales desde eventos de difusión y divulgación

A partir de la búsqueda de eventos de difusión y divulgación relacionados al desafío país Revolución Tecnológica, se han identificado 215 actores individuales que han participado como conferencistas,

pero no tienen publicaciones científicas. Para el 95% de estos actores hemos logrado obtener la información requerida para su caracterización; estos 204 actores conforman el grupo de análisis para la presente sección.

En la Figura 4.8 (a) se observa el detalle de la totalidad de los grados académicos y otras especializaciones de los profesionales del grupo de análisis. De acá se obtiene que un 36% de estos profesionales posee un doctorado como máximo grado académico. Un 17% de los actores identificados ha alcanzado este grado luego de una licenciatura, en tanto que un 19% de estos profesionales lo ha alcanzado con un grado intermedio de diplomado o magíster, aun cuando de este último grupo 92% posee los grados de licenciado y magíster, y solo un 3% estudios de diplomado.

Un 39% de los profesionales identificados a partir del análisis de eventos posee un diplomado o magíster como máximo grado académico; de este grupo un 24% posee un diplomado, un 9% posee un diplomado y un magíster, mientras que un 67% posee un magíster. Finalmente, un 25% de los actores posee sólo el grado de licenciado. De este modo, el 75% del total de actores individuales identificados a partir de eventos de difusión y divulgación relacionados con Revolución Tecnológica tiene algún nivel de estudios de especialización, sobre estudios de pregrado.

El análisis de los campos y áreas científico-tecnológicas del máximo grado académico de los profesionales identificados a partir de eventos relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica, nos indica que un 30% de éstos se especializa en Ciencias Naturales, un 29% se especializa en Ciencias Técnicas, un 36% en Ciencias Sociales y un 5% se especializa en Ciencias Médicas como se indica en la Figura 4.8 (b).

En relación al tipo de afiliación, en la Figura 4.8(c) se observa que un 42% de los profesionales del grupo de análisis tiene su afiliación principal en una universidad o centro de investigación, en tanto que un 47% de ellos está afiliado a entidades privadas, un 8% se desempeña en un organismo público y un 3% pertenece a otro tipo de instituciones, tales como fundaciones y organismos multilaterales.

Finalmente, en la Figura 4.8(d) se muestra la distribución geográfica de los profesionales identificados a partir de eventos relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. Esta figura revela que la Región Metropolitana concentra el 87% de los profesionales; la macrozona centro-sur (desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío) acumula un 10% de estos actores y que las macrozonas sur-austral (desde Araucanía hasta Magallanes) y norte (desde Arica y Parinacota hasta Coquimbo) sólo concentran un 1% y 2% respectivamente de los actores.

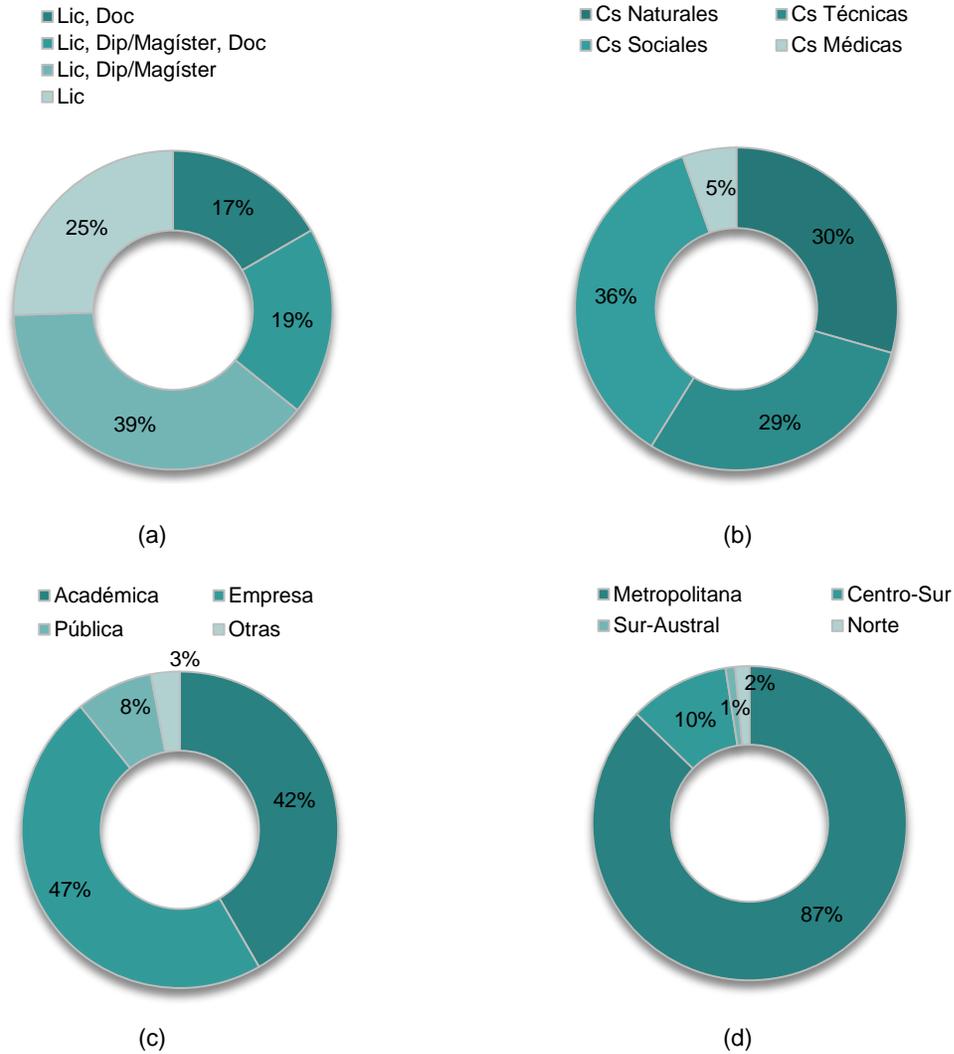


Figura 4.8. Caracterización de actores individuales desde eventos, según: (a) Grados académicos, (b) Campo del máximo grado académico, (c) Tipo de afiliación y (d) Localización de entidad de afiliación (N=204). Elaboración propia

4.2.4 Otros especialistas en Revolución Tecnológica

A partir de los profesionales identificados en los proyectos de investigación y desarrollo, eventos de difusión y divulgación y en patentes relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica, hemos identificado 28 actores que consideramos especialistas. Estos profesionales destacan por el número y magnitud de proyectos de investigación y desarrollo en que participan, el número y tipo de eventos en los que han sido conferencistas.

De los 28 especialistas identificados un 46% de ellos fue seleccionado por su participación en proyectos, un 36% de ellos fue seleccionado por su participación en eventos, y el 18% restante fue seleccionado por su participación combinada tanto en proyectos de investigación y desarrollo como en eventos de difusión y divulgación. Para el 86% de estos especialistas hemos logrado obtener la

información requerida para su caracterización; estos 24 actores conforman el grupo de análisis para la presente sección.

En la Figura 4.9 (a) se observa el detalle de la totalidad de los grados académicos y otras especializaciones de los profesionales del grupo de análisis. De acá se obtiene que un 75% de estos profesionales posee un doctorado como máximo grado académico. Un 42% de estos actores ha alcanzado este grado luego de una licenciatura, en tanto que un 33% lo ha alcanzado con un grado intermedio de diplomado o magíster, aun cuando de este último grupo 88% posee los grados de licenciado y magíster, y solo un 12% estudios de diplomado.



Figura 4.9. Caracterización de especialistas identificados de otras fuentes según: (a) Grados académicos, (b) Campo del máximo grado académico, (c) Tipo de afiliación y (d) Localización de entidad de afiliación (N=24). Elaboración propia

Un 21% de los profesionales identificados a partir del análisis de eventos posee un diplomado o magíster como máximo grado académico; de este grupo un 20% posee un diplomado, mientras que un 80% posee un magíster. Finalmente, un 4% de los actores posee sólo el grado de licenciado. De este modo, el 96% del total de actores individuales que califican como especialistas en Revolución Tecnológica tiene algún nivel de estudios de especialización, sobre estudios de pregrado. El análisis de los campos científico-tecnológicos del máximo nivel de especialización de este grupo de especialistas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica indica que un 50% de éstos se especializa en Ciencias Naturales, mientras que un 21% se especializa en Ciencias Técnicas, un 25% se especializa en Ciencias Sociales y un 4% se especializa en Ciencias Médicas como se muestra en la Figura 4.9 (b).

En relación al tipo de afiliación, en la Figura 4.9 (c) se observa que un 71% de los profesionales de grupo de análisis tiene su afiliación principal en una universidad o centro de investigación, en tanto que un 12% de ellos está afiliado a entidades privadas y un 17% se desempeña en entidades públicas.

Finalmente, en la Figura 4.9 (d) se muestra la distribución geográfica del grupo de especialistas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica identificados desde proyectos de investigación y desarrollo, patentes y eventos de difusión y divulgación. Este gráfico revela que la Región Metropolitana concentra el 75% de los profesionales y la macrozona centro-sur (desde la Región de Valparaíso hasta la Región del Biobío) acumula un 25% de estos actores relacionados al desafío país Revolución Tecnológica.

Para complementar el análisis anterior revisamos la afiliación de los profesionales de grupo de análisis. En la Figura 4.10 se observa que la Universidad de Chile concentra el 46% de estos especialistas; todos ellos con doctorado. El resto de estos actores se distribuye en 10 entidades; en las otras cuatro universidades donde se encuentran afiliados estos especialistas ellos también poseen doctorado.

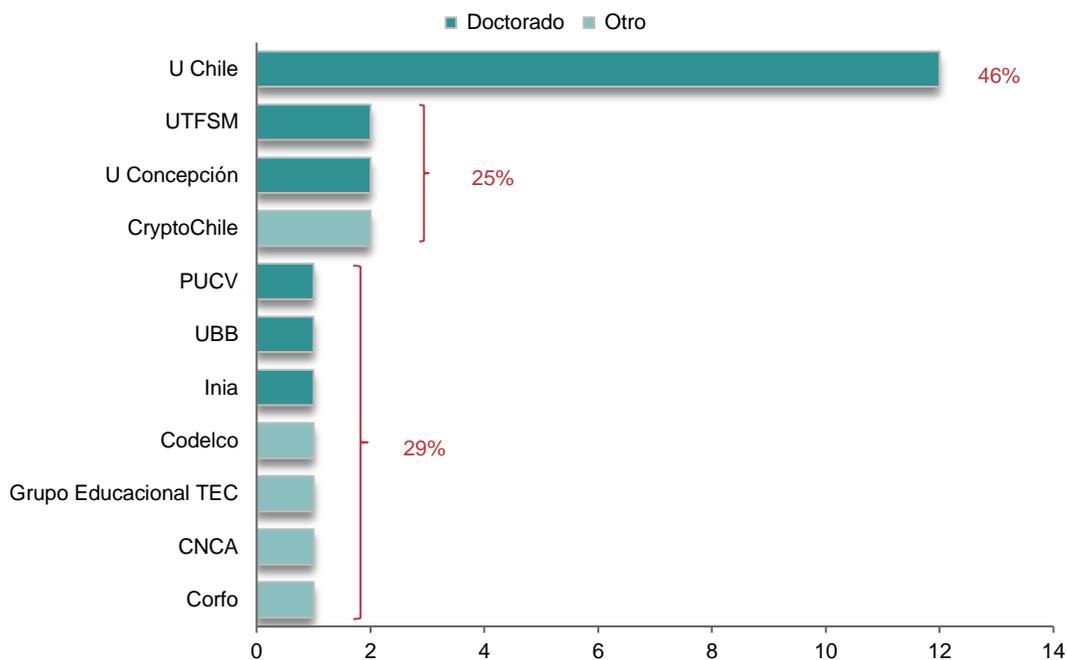


Figura 4.10. Distribución de especialistas identificados desde otras fuentes , por entidad de afiliación principal según máximo grado académico. Elaboración propia

Al comparar los especialistas identificados desde publicaciones científicas con los especialistas identificados desde proyectos de investigación y desarrollo, eventos de difusión y divulgación y patentes se observa una distribución similar, pero con un nivel de especialización menor en el caso de estos últimos, ya que del total de los investigadores especialistas el 84% de ellos posee como máximo grado un magíster, diplomado o doctorado, mientras que dentro de los especialistas identificados desde otras fuentes sólo un 75% de ellos posee como máximo grado un magíster, diplomado o doctorado.

En cuanto al campo científico del máximo grado alcanzado por los investigadores especialistas y por los especialistas identificados desde otras fuentes, ambos se especializan principalmente en Ciencias naturales con un 47% y un 50% respectivamente. Por otro lado, en cuanto al tipo de entidad al que pertenecen los investigadores especialistas y los especialistas identificados desde otras fuentes, ambos están afiliados principalmente a instituciones académicas, con un 87% y un 71% respectivamente. Finalmente, en relación a la localización de los especialistas, se observa un nivel de concentración mayor en la Región Metropolitana, con un 57% y un 75% para los investigadores especialistas y los especialistas identificados desde otras fuentes, respectivamente.

4.3 Actores institucionales relevantes del Ecosistema

A nivel institucional, los actores del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica corresponden no sólo a aquellas personas jurídicas en donde se realizan actividades de investigación científica, desarrollo

tecnológico, o innovación en un sentido amplio en materia de Revolución Tecnológica, pues incluye también a las instituciones públicas, privadas y académicas que apoyan o fomentan estas actividades, o bien que aplican e implementan acciones concretas en función del conocimiento que se construye desde el Ecosistema. Por lo tanto, describir estos actores resulta y como se relacionan fundamental para comprender dinámicas propias del Ecosistema Nacional de CTCI en relación con el desafío país Revolución Tecnológica.

En la Figura 4.11 presentamos un esquema del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el desafío país Revolución Tecnológica que incluye ejemplos de los actores institucionales más relevantes. En él se distingue el sistema político y administrativo, los intermediarios, el sistema industrial y el sistema de investigación y educación.

En la misma figura se presenta un marco general del Ecosistema, compuesto por infraestructura y servicios para la innovación que involucra a entidades financieras, proveedores de capital de riesgo, derechos de propiedad intelectual, normas técnicas, etc., que proveen recursos y regulan los procesos de investigación científica, desarrollo tecnológico, e innovación en un sentido amplio. La generación de conocimiento puede ser demandada por productores, consumidores y el Estado, y que se encuentra influenciada por el marco tributario, legal, cultural, laboral, entre otros, propios del país y de cada región.

El marco institucional en que se desarrollan las actividades clave del Ecosistema está determinado por el **Sistema Político** del país, donde la figura del Presidente de la República es cabeza del Poder Ejecutivo y actúa como Jefe del Gobierno y Jefe de Estado, asesorado por el Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo. Asimismo, se encuentra el Congreso Nacional bicameral, compuesto por el Senado y la Cámara de Diputados. Junto con ello, la **Administración Central del Estado** se realiza, por una parte, a través de los Ministerios, destacando en el Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica: el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, entre cuyas labores está el fomento a la innovación, la productividad y la modernización de la estructura productiva nacional; el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, que si bien fue creado muy recientemente, resulta clave para cualquier desafío país del Ecosistema de CTCI; el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, orientado, entre otros, a consolidar la conectividad digital a nivel nacional; y finalmente, una serie de otras carteras ministeriales que participan del Ecosistema a nivel sectorial, como el Ministerio de Energía, Ministerio de Salud o el Ministerio del Interior y Seguridad Pública.

Por otra parte, la **Administración Regional del Estado** está a cargo de los Gobiernos Regionales, que administran recursos desde el Gobierno central para el desarrollo de las regiones, lo cual incluye actividad relacionada con el Ecosistema de CTCI mediante la distribución de los recursos del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR), dentro del cual cobra particular relevancia el Fondo de Innovación a la Competitividad (FIC-R) asignado a los gobiernos regionales con fines de inversión en innovación en un sentido bastante amplio. Desde este fondo se financian algunas de las actividades de los Comités de Desarrollo Productivo Regionales y de algunas Corporaciones de derecho privado, por ejemplo, Desarrolla Biobío.

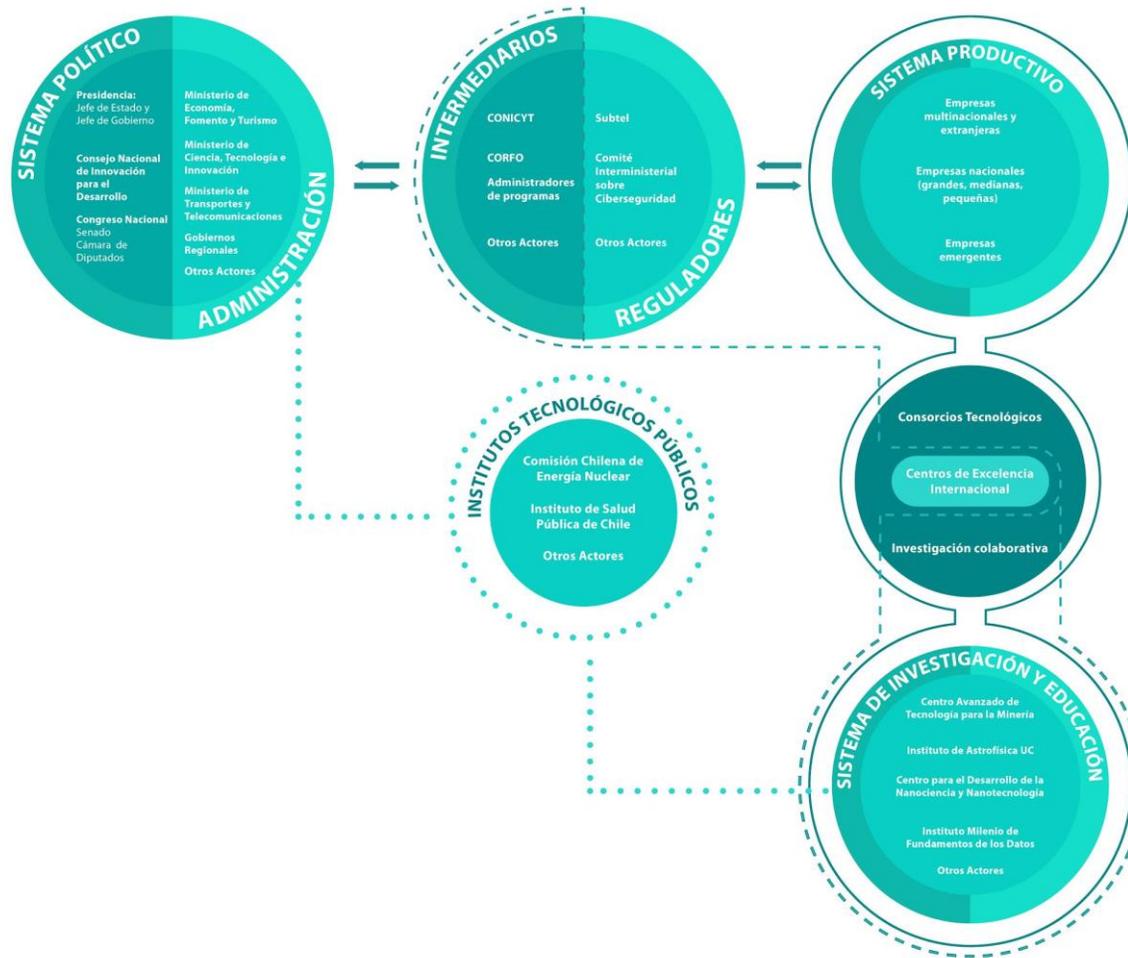


Figura 4.11. Principales actores institucionales del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica. Elaboración propia

Los **Intermediarios** que se muestran en la Figura 4.11 corresponden a organismos públicos, principalmente en los ámbitos de fomento que definen políticas y diseñan programas, los administradores públicos y privados de estos programas, fundaciones privadas y públicas, así como organismos públicos que proveen recursos monetarios a privados fomentando la ciencia, la tecnología, el conocimiento y/o la innovación. En este último grupo dos actores centrales son Conicyt y Corfo, incluyendo el Comité InnovaChile, por cuanto son los encargados de fomentar la ciencia y la tecnología, por una parte, y de aplicarla relacionando la actividad científica con el sector productivo, por otra. Desde estos intermediarios se financian entidades cuyo propósito consiste en realizar investigación aplicada y/o realizar transferencia de conocimiento, por ejemplo, los Centros de Excelencia Internacional y los Centros de Extensión Tecnológica.

Existen, además, organismos con **funciones regulatorias**, donde resalta la Subsecretaría de Telecomunicaciones, en su calidad de organismo que coordina, controla y supervisa que la actividad de empresas públicas y privadas de telecomunicaciones cumplan con la normativa vigente, junto con el Comité Interministerial sobre Ciberseguridad, encargado de regular la protección de datos en entornos digitales.

Por su parte, el **Sistema productivo** mostrado en la Figura 4.11 está compuesto por empresas públicas y privadas, aquellas con capitales nacionales y extranjeros, grandes, medianas, pequeñas así como empresas emergentes, particularmente aquellas de base científica y/o tecnológica. Las empresas nacionales donde hemos identificado especialistas con evidencia de capacidades humanas y/o tecnológicas en el ámbito de la Revolución Tecnológica se clasifican principalmente en empresas de ingeniería de consulta, ingeniería tradicional, prestaciones médicas, así como grandes distribuidores y usuarios de tecnologías de información clave, tales como Sonda, Adexus y Coasin. Dentro de las empresas con capitales extranjeros en este mercado destacan IBM y Microsoft, y en menor grado SAP y Oracle. El sistema productivo interactúa con Sistema de investigación y educación a través de diversos programas e iniciativas, tales como los Consorcios Tecnológicos y los Centros de Excelencia Internacional, financiados por Corfo, así como por proyectos investigación colaborativa, fundamentalmente de carácter aplicado, que permite financiar investigación y añadir valor al conocimiento generado.

Dentro del **Sistema de investigación y educación** mostrado en la Figura 4.11 destacan los centros de investigación asociados a instituciones de educación superior. Estas instituciones juegan un rol clave en la generación y transferencia del conocimiento. Durante la realización del estudio hemos podido identificar 41 universidades y 11 centros de investigación nacionales que tienen investigadores con evidencia de realizar investigación científica, desarrollo tecnológico o participar en proyectos de innovación en un sentido amplio en el ámbito de la Revolución Tecnológica. De las universidades identificadas destacan la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica con diversos centros e institutos. Asimismo, se posiciona como relevante el Instituto Milenio de Fundamento de los Datos, dirigido por académicos de la Pontificia Universidad Católica de Chile y de la Universidad de Chile. Si bien no son las únicas universidades con actividad relevante en el Ecosistema de CTCI, la magnitud comparativa de su actividad científica frente al resto de las instituciones de educación superior en Chile permite incluirlas como actores institucionales relevantes por sí solas.

Finalmente, se encuentra un conjunto de **Institutos Tecnológicos Públicos**, que vinculan la administración con el sistema de investigación y dentro de los que, si bien poseen alcances sectoriales, destacan la Comisión Chilena de Energía Nuclear y, en menor medida, el Instituto de Salud Pública.

Cabe recalcar que los actores mencionados anteriormente constituyen únicamente la estructura institucional del Ecosistema, por lo tanto, existe una serie de otros actores institucionales que no son mencionados en este capítulo pero que actúan en conjunto con los revisados aquí. Estos últimos resultan relevantes, así, tanto por su alta cuota de participación en actividades de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación relacionada al desafío país Revolución Tecnológica como por los objetivos institucionales que presentan y que se vinculan directa y transversalmente a dicho desafío.

5 Relaciones entre los actores del Ecosistema

En este capítulo se presentan redes de colaboración que conforman actores del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. En las secciones 6.1 a 6.4 se caracteriza la red de colaboración científica del Ecosistema Nacional de CTCI para el estudio de temas relacionados con la Revolución Tecnológica a nivel de investigadores, instituciones, país, así como por dimensiones de estudio, respectivamente. Finalmente, en la sección 6.5 se presenta la red de colaboración de otros actores otros actores del Ecosistema Nacional de CTCI en iniciativas de aplicación de conocimiento en general.

5.1 Red de colaboración de investigadores

La red de colaboración de investigadores se basa en el análisis de 1.166 publicaciones científicas identificadas en periodo 2013 – 2018 relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica. Al momento de la publicación, al menos un autor de estas publicaciones se encontraba asociado a una entidad establecida en Chile. En la representación gráfica de la red de colaboración de investigadores que se exhibe en la Figura 5.1, los nodos simbolizan a cada uno de los autores identificados en las publicaciones científicas, diferenciados por color según el país de origen de su afiliación¹⁸. El tamaño de cada nodo varía en función directamente proporcional con el número de publicaciones que posee cada autor, en tanto que las aristas que unen cada par de nodos representan la colaboración realizada entre un par de autores para la producción de un artículo científico, y su grosor varía en función directamente proporcional con la cantidad de publicaciones en que dichos autores han colaborado.

¹⁸ Para los análisis realizados en este capítulo, en el caso que un investigador tenga más de una publicación, para la afiliación se considera la última publicación identificada.

La estructura de esta red se compone de un total de 3.824 nodos, de los cuales 1.914 corresponden a investigadores afiliados a instituciones establecidas en Chile y a 1.910 autores afiliados a instituciones establecidas fuera de Chile. En esta red se identifican 17.033 colaboraciones, pese a ello la densidad de la red es baja; en efecto de todas las conexiones posibles la red solo contiene un 0,2% de ellas.

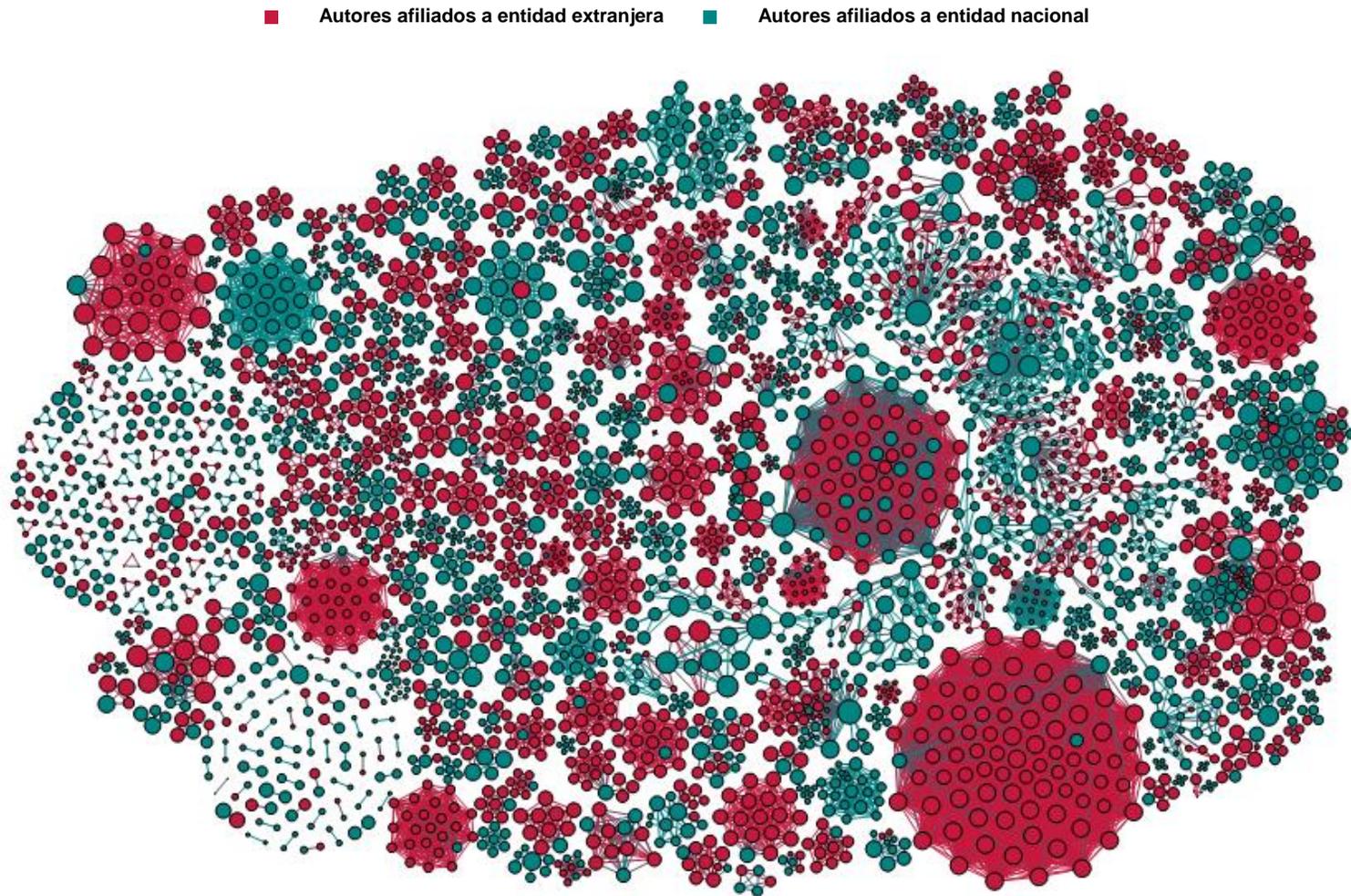


Figura 5.1. Red de colaboración que conforman los investigadores afiliados a entidades establecidas en Chile con investigadoras afiliados a entidades establecidas fuera de Chile para el estudio de temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica (2013 – 2018). *Elaboración propia*

Para un análisis detallado de la composición de la red, la Figura 5.2 presenta la distribución de los nodos por cantidad de publicaciones según origen de afiliación. En ella se aprecia que la gran mayoría de los autores que conforman la red posee sólo una publicación, lo que corresponde al 68% del total para ambos tipos de afiliación; en este contexto es importante destacar que para los investigadores con afiliación extranjera sólo se consideran las publicaciones en las que trabajaron en colaboración con investigadores con afiliación chilena. Con una menor participación, los autores que registran entre dos a diez publicaciones, representan el 31,5% del total, mientras que con más de diez publicaciones se contabiliza un número reducido de investigadores que representa sólo el 0,3% de la red completa, teniendo trece autores afiliación nacional. Es por este motivo que en la Figura 5.1 la representación gráfica de los nodos respectivos resulten poco diferenciada según su tamaño.

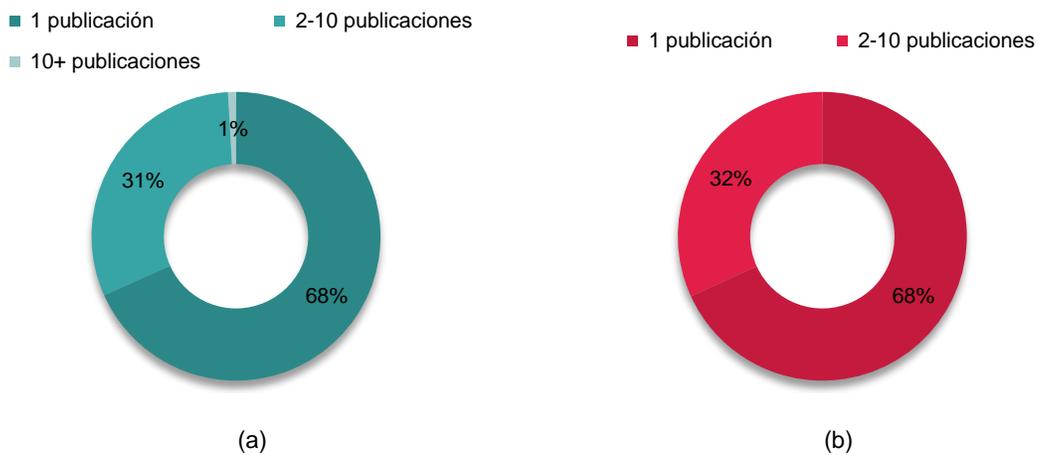


Figura 5.2. Distribución del total de investigadores de la red de colaboración para el estudio de temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica (a) con afiliación nacional (N=1.914) y (b) con afiliación extranjera (N=1.910). *Elaboración propia*

Con respecto a las instituciones a las que pertenecen los autores con afiliación chilena, en la Figura 5.3 se observa que el 21% de las instituciones tiene más de siete actores, este grupo está compuesto por 32 entidades, de las que el 84% corresponde a instituciones del tipo académica.

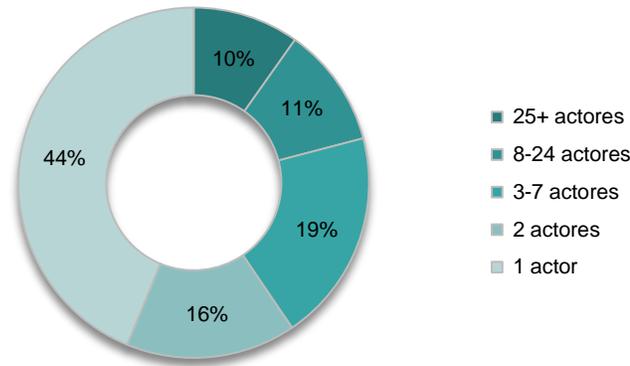


Figura 5.3. Distribución de entidades establecidas en Chile a las que se encuentran afiliados los actores que realizan investigación en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica (N=153), por cantidad de investigadores afiliados (2013 – 2018).

Elaboración propia

En la Figura 5.4 se presenta el grado medio de las diez primeras entidades del grupo de análisis mencionado anteriormente, se observa que las dos entidades destacadas son la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Chile con un grado medio de 63 y 52 respectivamente. Se evidencia de esta figura, que las entidades académicas son las que presentan un alto nivel de popularidad en la red de colaboración de investigadores con afiliación chilena.

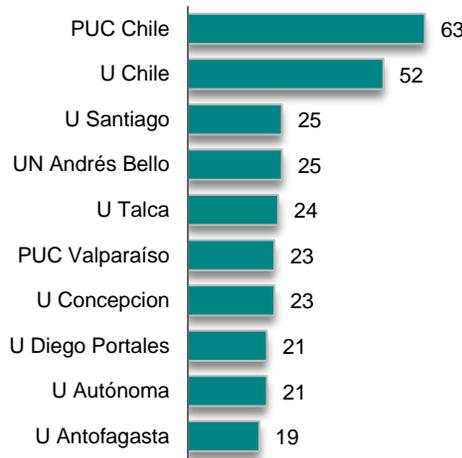


Figura 5.4. Grado de las 10 entidades establecidas en Chile a las que se encuentran afiliados los actores que realizan investigación en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica con mayor número de vinculaciones nacionales (2013 – 2018).

Elaboración propia

Una vez analizado el grupo de entidades que poseen sobre siete autores, es interesante observar cómo se relacionan éstas con las otras entidades establecidas en Chile y que forman parte de la red de colaboración científica que establecen los investigadores con afiliación chilena. En la Figura 5.5

se presenta la red completa de colaboración que establecen las instituciones con autores con afiliación chilena. En ella, el tamaño de cada nodo varía en función directamente proporcional con el número de autores afiliados a una institución determinada. La conexión o arista entre un par de nodos se ha registrado cada vez que un par de autores con afiliación a un par de instituciones ha colaborado para la elaboración de una publicación. El grosor de la arista varía en función directamente proporcional con la frecuencia con que han colaborado un par cualquiera de autores de dos instituciones diferentes, dada por la cantidad de publicaciones registrada. En esta figura se observa que las instituciones que presentan un alto nivel de colaboraciones son las entidades académicas, lo que confirma que las diez entidades destacadas por su popularidad, mencionadas anteriormente, sean instituciones del ámbito académico. En la figura se muestra que la Pontificia Universidad Católica de Chile posee un alto número de colaboraciones con la Universidad de Chile, mientras que ésta última presenta un alto número de colaboraciones con la Universidad Nacional Andrés Bello. Mientras que la Universidad de Santiago de Chile presenta un alto número de colaboraciones con la Universidad de Chile y con la Universidad de La Frontera.

En cuanto a la estructura de esta red de colaboración, en la misma figura se muestra que los autores identificados pertenecen a un total de 153 instituciones, con una total de 423 conexiones y una densidad de 4%, es decir, que de todas las conexiones posibles la red sólo está conformada por el 4% de ellas.

En la misma Figura 5.5, se observa que un total de 27 instituciones no han realizado colaboraciones con otras instituciones establecidas en Chile que conforman la red científica identificada. De este grupo de instituciones destacan las entidades del ámbito académico y del ámbito privado, con un 30% respectivamente. En cuanto al tamaño de estas instituciones, se observa que las entidades multilaterales son las destacadas, por lo que se podría inferir que realizan colaboraciones con entidades establecidas fuera en el extranjero, esto podría explicar en parte el motivo por el que estas instituciones no presentan colaboraciones con otras entidades chilenas.

Para explicar la cantidad de vinculaciones que establecen las entidades identificadas en la red de colaboración científica de los actores con afiliación chilena, se presenta en la Figura 5.6 la relación que existe entre el número de investigadores y el número de vinculaciones a nivel de entidades. De esta figura es posible evidenciar que la relación entre las variables no es lineal, dado que el logaritmo natural del número de investigadores presenta una correlación alta con el número de vinculaciones, acumulando un 77%. Por esta razón se observan casos como el de la Universidad de Santiago de Chile, que posee un número de vinculaciones igual al que establece la Universidad Nacional Andrés Bello, sin embargo, ésta posee un 44% menos de investigadores, en comparación con la Universidad de Santiago de Chile.

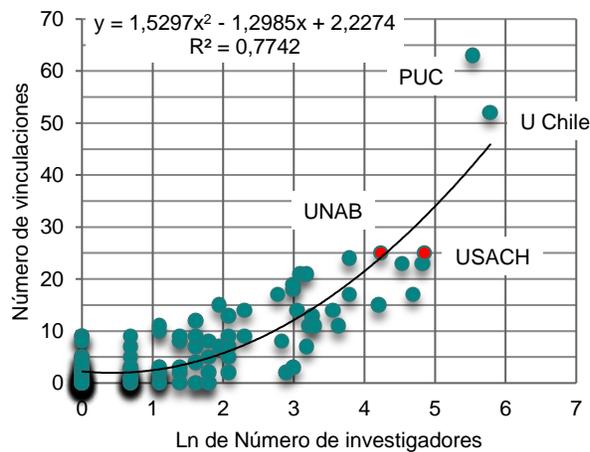


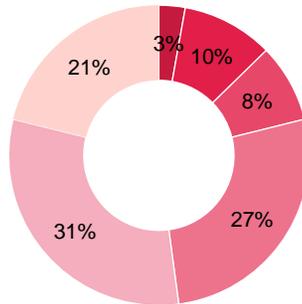
Figura 5.6. Modelo de regresión no lineal para explicar la cantidad de vinculaciones según número de investigadores afiliados a entidades establecidas en Chile, [Elaboración propia](#)

5.2 Red de colaboración del país

La red de colaboración del país se basa en el análisis de 1.166 publicaciones científicas identificadas en periodo 2013 – 2018 relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica. Al momento de la

publicación, al menos un autor de estas publicaciones se encontraba asociado a una entidad esta-

- 155+ autores
- 56-155 autores
- 24-55 autores
- 6-23 autores
- 2-5 autores
- 1 autor



blecida en Chile. En la

Figura 5.7 se presenta la distribución de países por cantidad de autores afiliados a entidades afiliados sin considerar los autores con afiliación chilena, dado que el objetivo es identificar qué países son los que poseen la mayor cantidad de autores en esta red de colaboración científica a nivel de países. En esta figura se observa que un 21% de los países posee sobre 23 actores con evidencia de realizar investigaciones en el ámbito de estudio Revolución Tecnológica en colaboración con al menos un investigador con afiliación chilena. En este grupo de países destaca los autores con afiliación a países del continente europeo, seguido por EEUU y Canadá.

- 155+ autores
- 56-155 autores
- 24-55 autores
- 6-23 autores
- 2-5 autores
- 1 autor

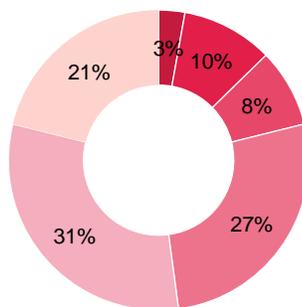


Figura 5.7. Distribución de países de la red de colaboración científica, por cantidad de investigadores con afiliación extranjera (N=71). [Elaboración propia](#)

En la Figura 5.8 se presentan los diez países más populares dentro de la red de colaboración que establecen los actores con afiliación extranjera y que se tiene evidencia que han colaborado con al menos un actor con afiliación chilena en estudios relacionados al desafío país Revolución Tecnoló-

gica. En esta figura destaca EEUU, Reino Unido y España con los grados 50, 45 y 41 respectivamente. Además, se observa en esta figura que el 50% de los países presentados pertenecen al continente europeo.

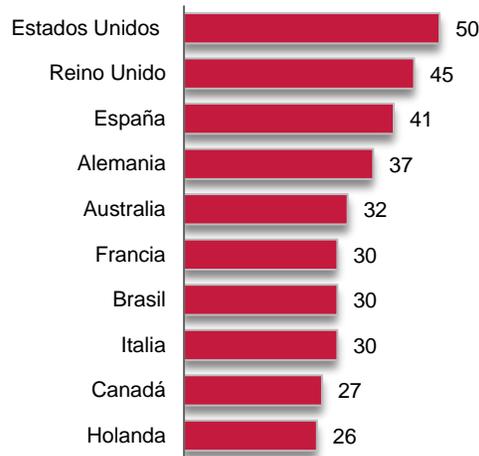


Figura 5.8. Grado de los 10 países con actores con afiliación extranjera que realizan investigación en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica con mayor número de vinculaciones en general (2013 – 2018). Elaboración propia

Una vez realizado el análisis de los países más populares en la red de colaboración que establecen los investigadores en general, se presenta a continuación en la Figura 5.9 la red de colaboración que establecen los actores con afiliación chilena con estos países a nivel de continente. En esta figura el tamaño de cada nodo varía en función directamente proporcional al número de actores que posee cada continente, en tanto que las aristas que unen cada par de nodos representan la colaboración realizada entre un par de nodos para la producción de un artículo científico, y su grosor varía en función directamente proporcional con la cantidad de publicaciones en que dichos nodos han colaborado.

■ Autores afiliados a entidad extranjera ■ Autores afiliados a entidad nacional

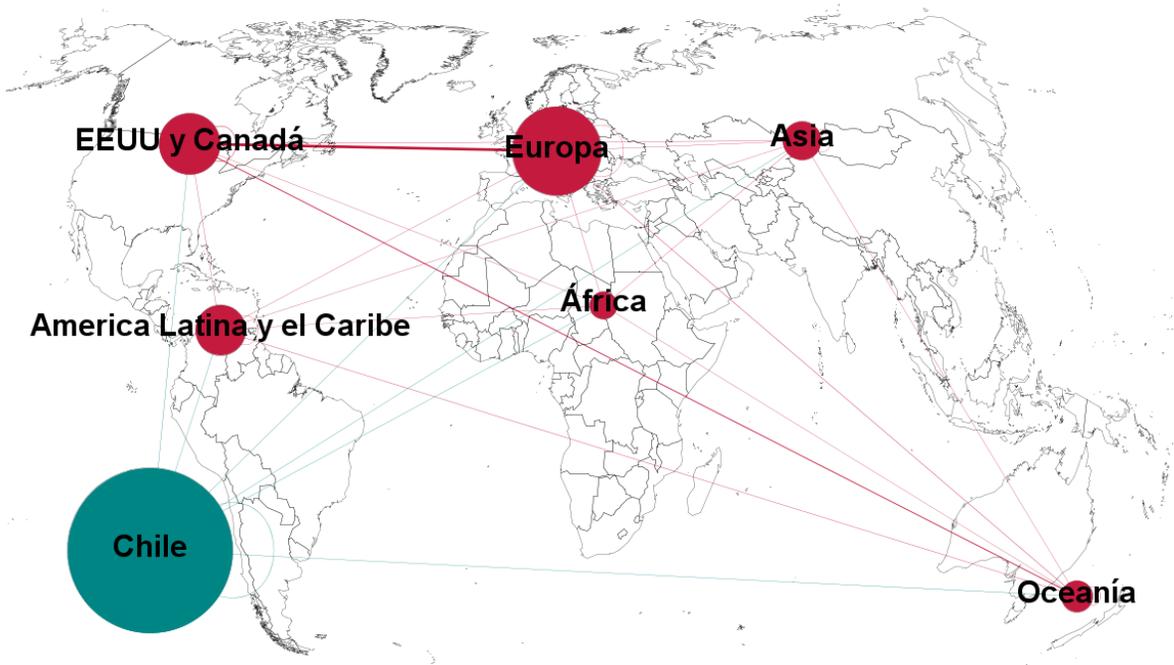


Figura 5.9. Continentes con actores que realizan investigación en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica (2013 – 2018). Elaboración propia

En la Figura 5.9 se observa la popularidad del continente europeo y de EEUU y Canadá, como fue mencionado anteriormente. Es posible inferir que esto se debe a que las especializaciones realizadas por los investigadores con afiliación chilena identificados desde publicaciones, fueron realizadas en Europa (24%) y en EEUU y Canadá (11%), y que por tanto han realizado colaboraciones en conjunto con los actores con afiliación extranjera pertenecientes a estas instituciones establecidas fuera de Chile.

En cuanto a la cantidad de colaboraciones que han establecido los investigadores con afiliación chilena con los investigadores con afiliación extranjera a nivel de países, se presenta en la Figura 5.10 que España y EEUU son los países que presentan un alto número de colaboraciones con actores con afiliación chilena con evidencia de haber investigado temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. Se evidencia una vez más el alto nivel de colaboración que establece Chile con el continente europeo y con EEUU.

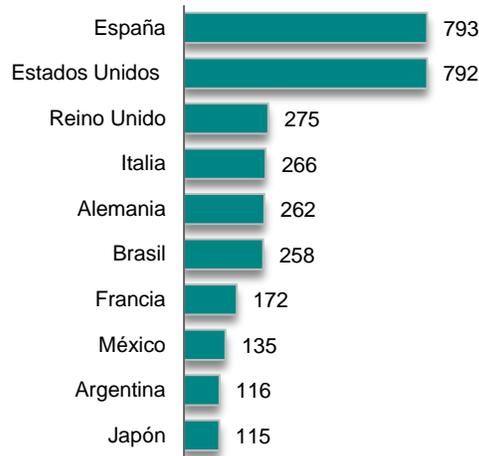


Figura 5.10. Cantidad de colaboraciones de los 10 países con actores con afiliación extranjera que realizan investigación en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica (2013 – 2018). Elaboración propia

Para complementar el análisis anterior, se presenta en la Figura 5.11, la red de colaboración científica por tipo de institución, se observa que las instituciones del ámbito académico son las que realizan el mayor número de colaboraciones, así como son las que poseen mayor cantidad de actores, en cuanto a las colaboraciones, las entidades académicas establecen estas colaboraciones principalmente con actores afiliados a entidades establecidas en España, EEUU, Italia, Alemania, Brasil y Reino Unido. Mientras que las entidades del ámbito privado, que tienen una cantidad menor de autores con afiliación chilena que han investigado temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica en comparación con las entidades académicas, se observa que han establecido colaboraciones principalmente con EEUU. Este país destaca también en la red de colaboración que establecen autores afiliados a otro tipo de entidades.

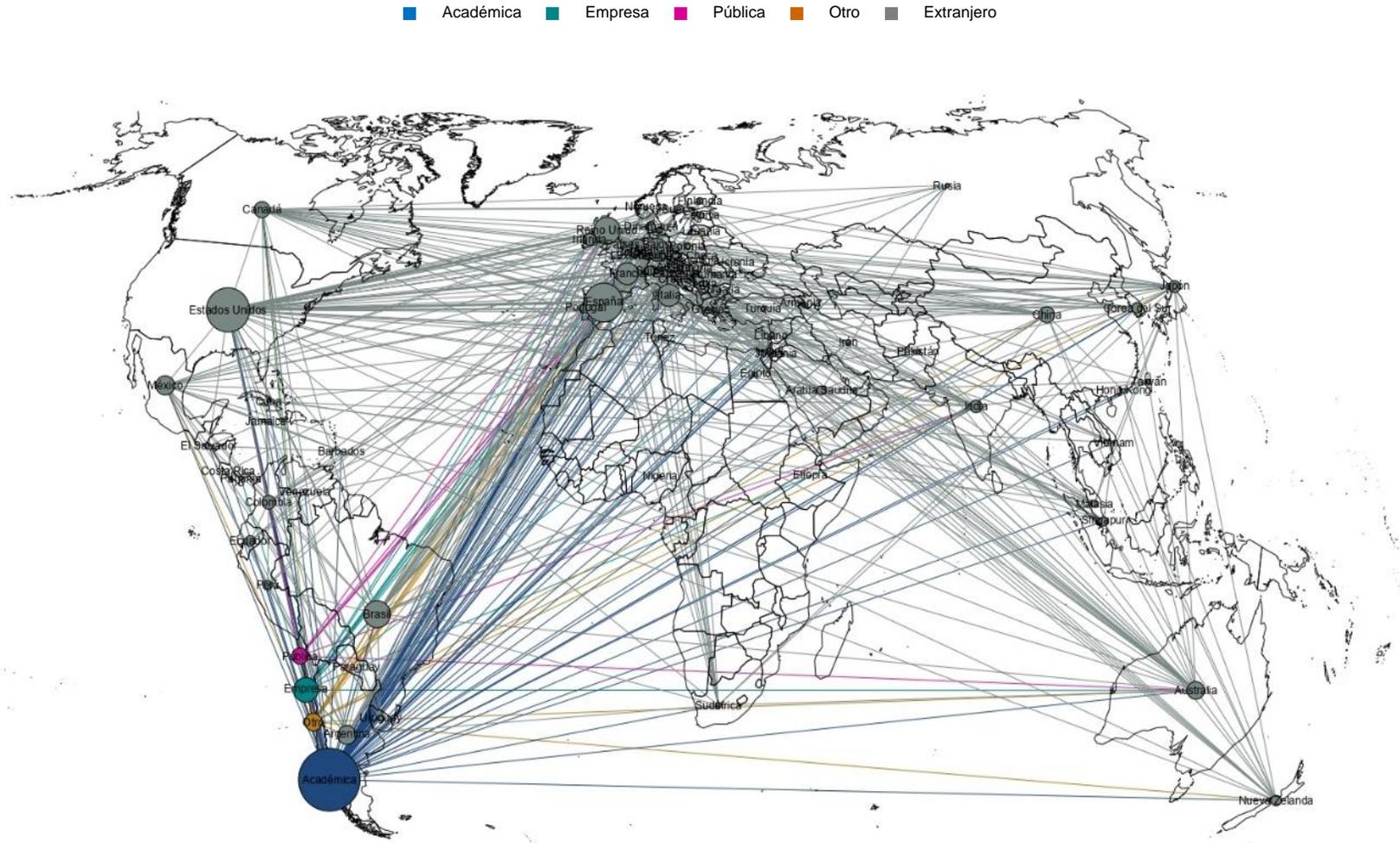


Figura 5.11. Red de colaboración internacional que conforman los actores que realizan investigación en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica pertenecientes a entidades localizadas en Chile (2013 – 2018), por tipo de entidad. [Elaboración propia](#)

Dado que en la Figura 5.11, se evidencia la destacada colaboración de las entidades académicas con España y EEUU, se presenta en la Figura 5.12 las entidades académicas que más colaboran con estos países.

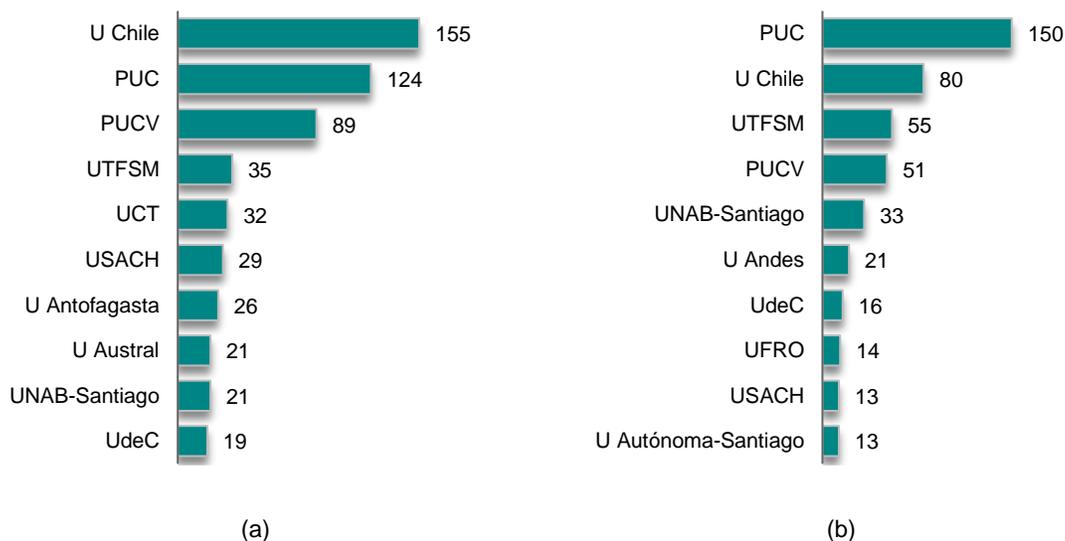


Figura 5.12. Cantidad de colaboraciones de las 10 entidades académicas que presentan el mayor número de colaboraciones según: (a) Entidades que colaboran con España (b) Entidades que colaboran con EEUU. Que cuentan con actores con afiliación chilena que realizan investigación en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica (2013 – 2018). Elaboración propia

En la Figura 5.12 a) y b) se observa que la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica son las entidades del ámbito académico que, al tener la mayor cantidad de autores, también poseen la mayor cantidad de colaboraciones con autores con afiliación extranjera. Por lo que se observa que estas dos Universidades destacan con colaboraciones tanto en la red de colaboración científica que establecen actores con afiliación chilena como en la red de colaboración científica que se establece al incluir a los actores con afiliación extranjera.

Con respecto a las otras universidades, se observa que la Universidad de Santiago de Chile colabora en mayor medida con España por sobre EEUU, esto se debería a que esta Universidad posee una cantidad mayor de convenios de colaboración con España, que con EEUU. Mientras que la Universidad Andrés Bello colabora en mayor medida con EEUU por sobre España, esto se debería a que la Universidad Andrés Bello posee una cantidad mayor de convenios de colaboración en el ámbito académico con EEUU.

5.3 Red de colaboración por dimensiones de estudio

Otra forma de caracterizar las componentes de la red de colaboración científica del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación relacionada con el desafío país Revolución Tecnológica es por las principales dimensiones de estudio a la que se vinculan las publicaciones

respectivas; para ello hemos rotulado cada uno de los artículos científicos (N=1.166) del grupo de análisis (N=3.824) según la dimensión de estudio abordada en la publicación. Se presenta en la Figura 5.13 la red de colaboración que establecen los investigadores identificados desde estas publicaciones. Los nodos representan a los investigadores, mientras que el tamaño de cada nodo varía en función directamente proporcional al número de publicaciones. Las aristas que unen cada par de nodos representan la colaboración realizada entre un par de nodos para la producción de un artículo científico, y su grosor varía directamente proporcional con la cantidad de publicaciones en que dichos nodos han colaborado. El color de cada nodo con afiliación chilena depende de la dimensión de estudio, mientras que los investigadores con afiliación extranjera fueron coloreados utilizando un solo color, con el propósito de identificar las colaboraciones entre investigadores con afiliación chilena y los investigadores con afiliación extranjera.

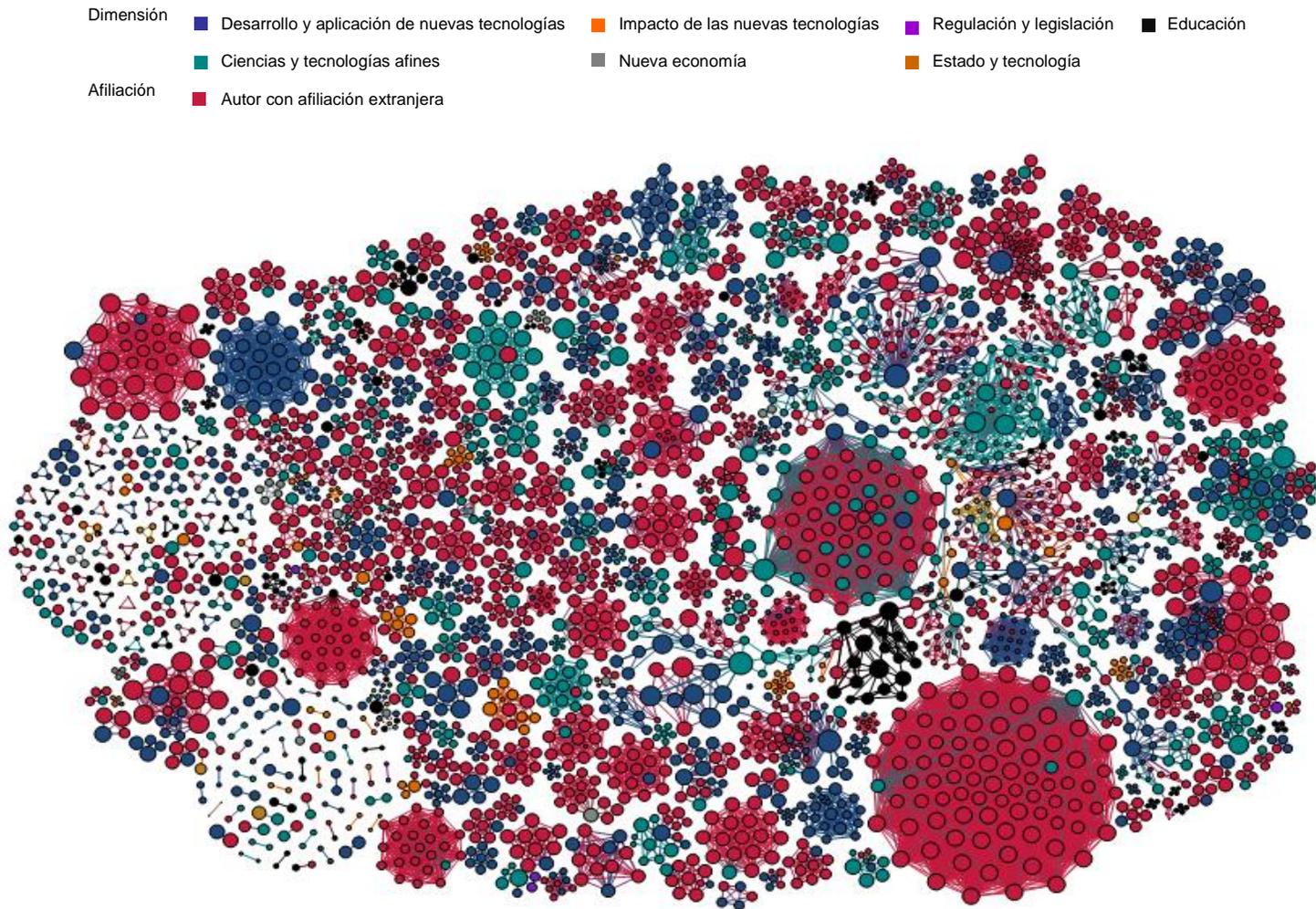


Figura 5.13. Red de colaboración científica para el estudio de Revolución Tecnológica, según dimensión de estudio (N=3.824). *Elaboración propia*

CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE COLABORACIÓN DE INVESTIGADORES

En la Figura 5.13 destaca la dimensión Desarrollo y aplicación de tecnologías con un 48,4% de los investigadores identificados, le sigue la dimensión Ciencias y tecnologías afines con un 36,8% del total de investigadores. Mientras que las dimensiones menos destacadas corresponden a Estado y tecnología y Regulación y legislación con un 0,8% y un 0,9% de los investigadores respectivamente. Esto evidencia la baja cantidad de investigadores con publicaciones relacionadas con estas dimensiones de estudio, siendo la dimensión Regulación y legislación relevante dado su alcance transversal, ya que enmarca a las demás dimensiones.

En cuanto a la caracterización de esta red presentada en la Figura 5.13, ésta se encuentra compuesta por 3.824 actores y 17.033 colaboraciones y posee una densidad de 0,002, lo que significa que, del total de colaboraciones posibles, sólo se han establecido el 0,2% de ellas, representando una red de baja densidad. Al realizar este mismo análisis por dimensión de estudio destaca la dimensión Regulación y legislación con una densidad del 11,4%, evidenciado un alto número de colaboraciones dentro de esta dimensión.

Con respecto a la popularidad de los investigadores que componen esta red, el grado medio es de 8,9, lo que representa que, en promedio, un investigador realiza 8,9 colaboraciones con otros actores de la red, si consideramos el período 2013-2018 se obtiene un promedio anual de 1,48 colaboraciones. Al realizar el análisis por dimensiones, como era de esperar los investigadores vinculados a las dimensiones de estudio Desarrollo y aplicación de tecnologías y Ciencias y tecnologías afines destacan en popularidad dentro de esta red.

Mientras que la modularidad de la red de colaboración de investigadores es de 0,945, lo que representa una alta modularidad de la red, e indica que ésta tiene conexiones sólidas entre los nodos dentro de los módulos que podrían formarse, pero un bajo número de conexiones con otros grupos de la red. Al analizar la modularidad por dimensión de estudio, destacan las dimensiones Desarrollo y aplicación de tecnologías e Impacto de las nuevas tecnologías con un 0,979 y un 0,891 respectivamente, evidenciando la existencia de grupo de trabajo, pero que colaboran con otros investigadores dentro de esta red.

Por otro lado, la medida del número de componentes conexas de la red de colaboración de investigadores, nos permite identificar aquellas redes más atomizadas o con mayor número de grupos de trabajo independientes dentro de la red¹⁹, para esta red de colaboración el número de componentes conexas es de 439. Al realizar este análisis por dimensiones de estudio destacan en mayor proporción de componentes conexas las dimensiones Regulación y legislación y Estado y tecnología, evidenciado el alto número de grupos independientes investigando en estos ámbitos.

En general, destaca en cantidad y popularidad de investigadores la red de colaboración que se establece en cada una de las dimensiones de estudio Desarrollo y aplicación de tecnologías y Ciencias y tecnologías afines, mientras que la dimensión Regulación y legislación destaca en cantidad de grupos independientes y con un alto número de vinculaciones dentro de estos grupos.

¹⁹ Este indicador resulta ser, además, una medida relevante a considerar en análisis posteriores, para estudiar los patrones de conexión entre los nodos de cada componente en función del ámbito de incumbencia o del alcance y naturaleza de las temáticas que configuran la vinculación.

COMPOSICIÓN DE LA RED SEGÚN AFILIACIÓN DE LOS INVESTIGADORES

En la Figura 5.14 (a) se muestra que la dimensión de estudio Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías es la que registra la mayor cantidad de artículos científicos relacionados al desafío país Revolución Tecnológica acumulando un 41,8%, le sigue la dimensión Ciencias y tecnologías afines con un 40,1%, entre las menos destaca se encuentran las dimensiones Estado y tecnología, así como Regulación y legislación con un 1,8% y un 1,2% respectivamente.

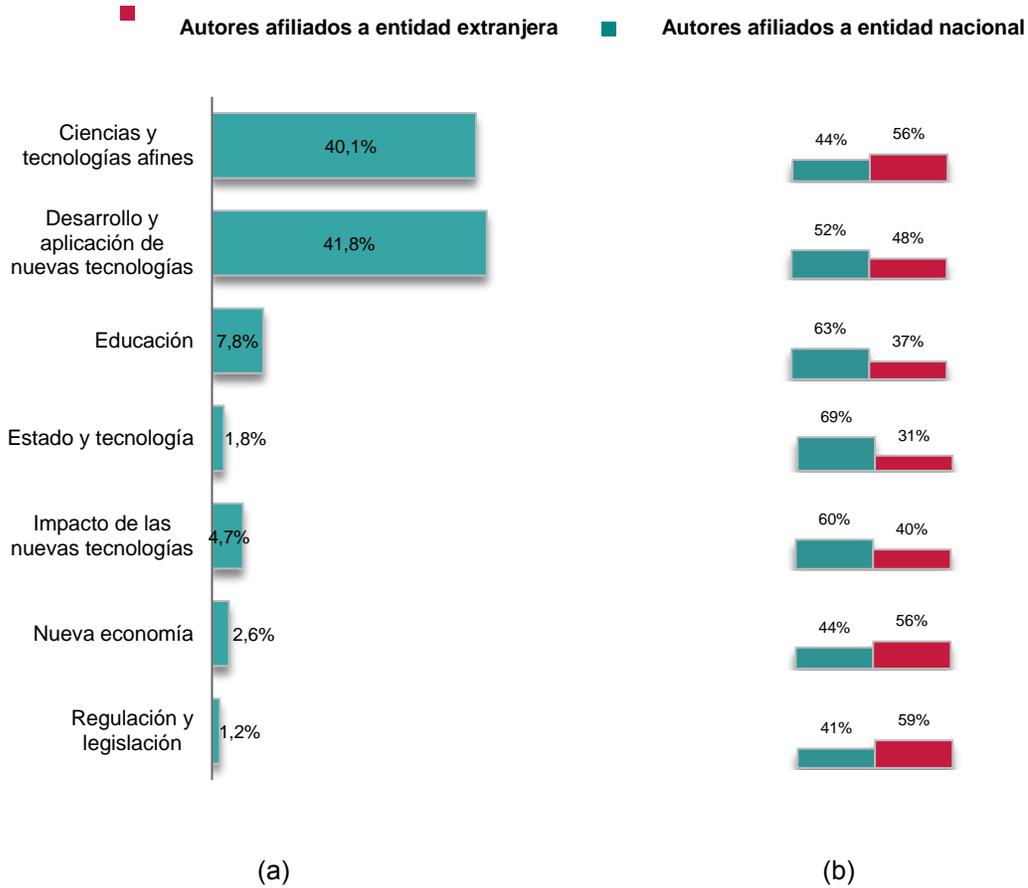


Figura 5.14. (a) Número de publicaciones según dimensión de estudio (N=1.166) y (b) Cantidad de investigadores con publicaciones por dimensión de estudio según origen de afiliación (N=3.824). Elaboración propia

Por otro lado, en la Figura 5.14 (b) se presenta la distribución de autores con publicaciones por dimensión de estudio según origen de afiliación, esta figura nos muestra que en el caso de las publicaciones asociadas a la dimensión Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, es mayoritaria la participación de autores chilenos, con un 52%, lo que evidencia la baja internacionalización de la red de colaboración que establecen los investigadores con afiliación a una entidad chilena, con respecto a la dimensión Ciencias y tecnologías afines, es mayoritaria la participación de autores extranjeros con un 56%, lo que nos indica una alta internacionalización de la red de colaboración que establecen los autores con afiliación chilena. En general, la red de colaboración científica está compuesta por la

participación de un 50% de autores chilenos, lo que nos muestra la falta de internacionalización de la red completa de investigadores.

COMPOSICIÓN DE LA RED SEGÚN CAMPO DE CONOCIMIENTO DE LOS INVESTIGADORES

Con respecto al campo de conocimiento de los investigadores identificados en el estudio del desafío país Revolución Tecnológica, en la Figura 5.15 se observa que los investigadores desarrollan sus líneas de investigación en el campo de las Ciencias naturales, destacando con un 59% y un 55% en las dimensiones Regulación y legislación y Ciencias y tecnologías afines, respectivamente. Esto nos muestra que en la dimensión Regulación y legislación no existen suficientes investigadores cuyo campo de conocimiento esté relacionado con las Ciencias sociales y estén investigando temas relacionados con esta dimensión de estudio, siendo esta dimensión de suma relevancia dado su alcance transversal, pues enmarca del mismo modo a las demás dimensiones de estudio. Por otro lado, como era de esperar, las Ciencias naturales son menos relevantes en las dimensiones Nueva economía e Impacto de las nuevas tecnologías, con un 25% y 22%, ya que la dimensión Nueva economía se relaciona en mayor medida con el campo de conocimiento de las Ciencias sociales y las Ciencias técnicas, pues contempla temas vinculados con la transformación de las formas de circulación, distribución e intercambio comercial a través de la incorporación de nuevas tecnologías asociadas, mientras que la dimensión Impacto de las nuevas tecnologías es de carácter transversal, por lo que se espera que todos los campos de conocimiento estén presentes en esta dimensión de estudio.

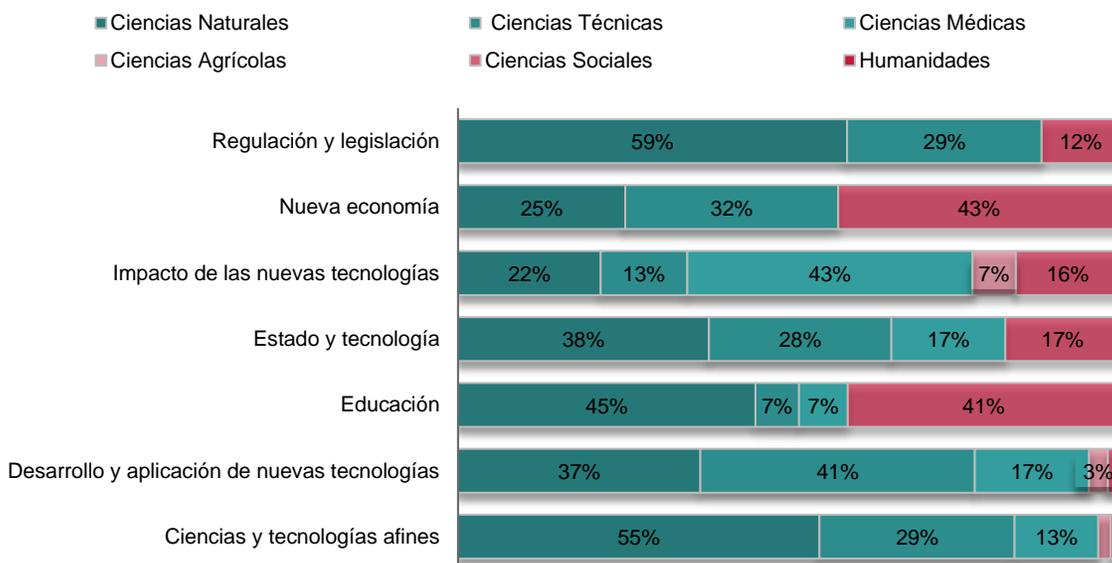


Figura 5.15 Distribución de investigadores en la red de colaboración científica según campo de conocimiento (Nivel 1 ÖFOS) de su línea de investigación principal por dimensión de estudio. Elaboración propia

Con respecto las líneas de investigación en el campo de las Ciencias técnicas, se presenta en la Figura 5.15 y como era de esperar destacan con un 41% y un 32% en las dimensiones Nueva economía y Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, mientras que son menos relevantes en la dimensión Impacto de las nuevas tecnologías y Educación con un 13% y un 7% respectivamente. Esto nos muestra, que no existe suficientes investigadores cuyo campo de conocimiento de su línea

de investigación principal esté relacionado con las Ciencias técnicas y que haya realizado investigaciones en temas relacionados con la dimensión Educación.

Mientras que las líneas de investigación en el campo de las Ciencias médicas, se observa una participación destacada en las dimensiones Impacto de las nuevas tecnologías con un 43%, y no posee participación en las dimensiones Nueva economía y Regulación y legislación, sin embargo, este campo de conocimiento también debería tener una participación en esta última dimensión de estudio, dado que la dimensión Regulación y legislación es de carácter transversal.

En cuanto a las líneas de investigación en el campo de las Ciencias agrícolas, se observa una participación menor en las dimensiones de estudio Impacto de las nuevas tecnologías y Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías con un 7% y un 3% respectivamente, sin embargo, este campo de conocimiento debería tener una mayor participación en esta última dimensión de estudio, dado que esta dimensión engloba todas las actividades que se ocupan del desarrollo, producción o prueba de tecnologías asociadas a la Revolución Tecnológica.

Con respecto a las líneas de investigación en el campo de las Ciencias Sociales, como era de esperar poseen una destacada participación en las dimensiones Nueva economía y Educación con un 43% y un 41% respectivamente.

Finalmente, las líneas de investigación en el campo de las Humanidades, tiene una participación muy marginal en las dimensiones desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías y ciencias y tecnologías afines, sin embargo, debería tener participación en la dimensión Impacto de las nuevas tecnologías.

En general, se observa que las líneas de investigación en el campo de las Ciencias Sociales deberían tener una mayor participación en las dimensiones de estudio Regulación y legislación y Estado y tecnología, así como la dimensión Educación debería tener mayor participación de la línea de investigación en el campo de las Ciencias técnicas.

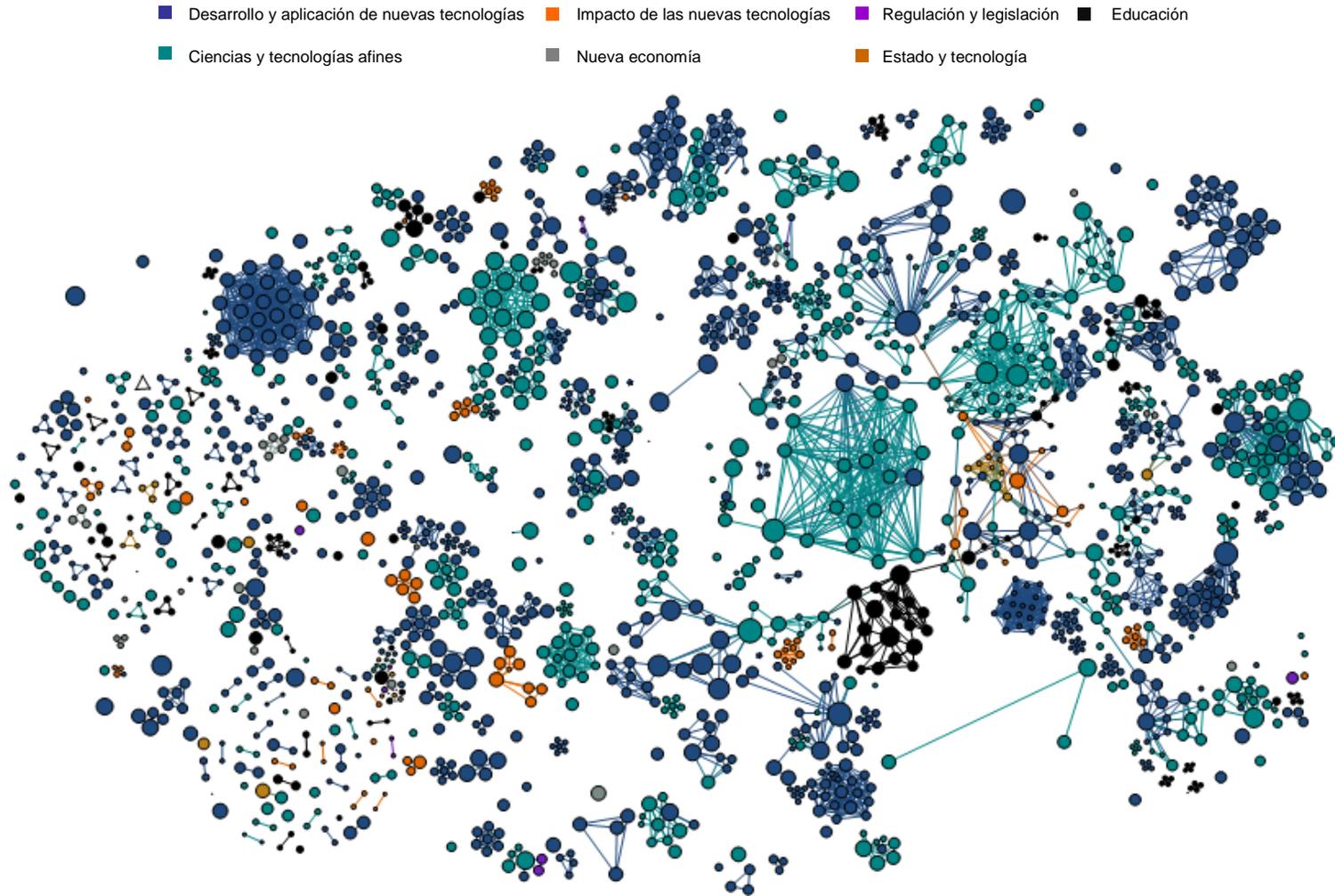


Figura 5.16. Redes de colaboración científica de los investigadores con afiliación chilena relacionados con el estudio del desafío país Revolución Tecnológica, según dimensión de estudio (N=1.914). Elaboración propia

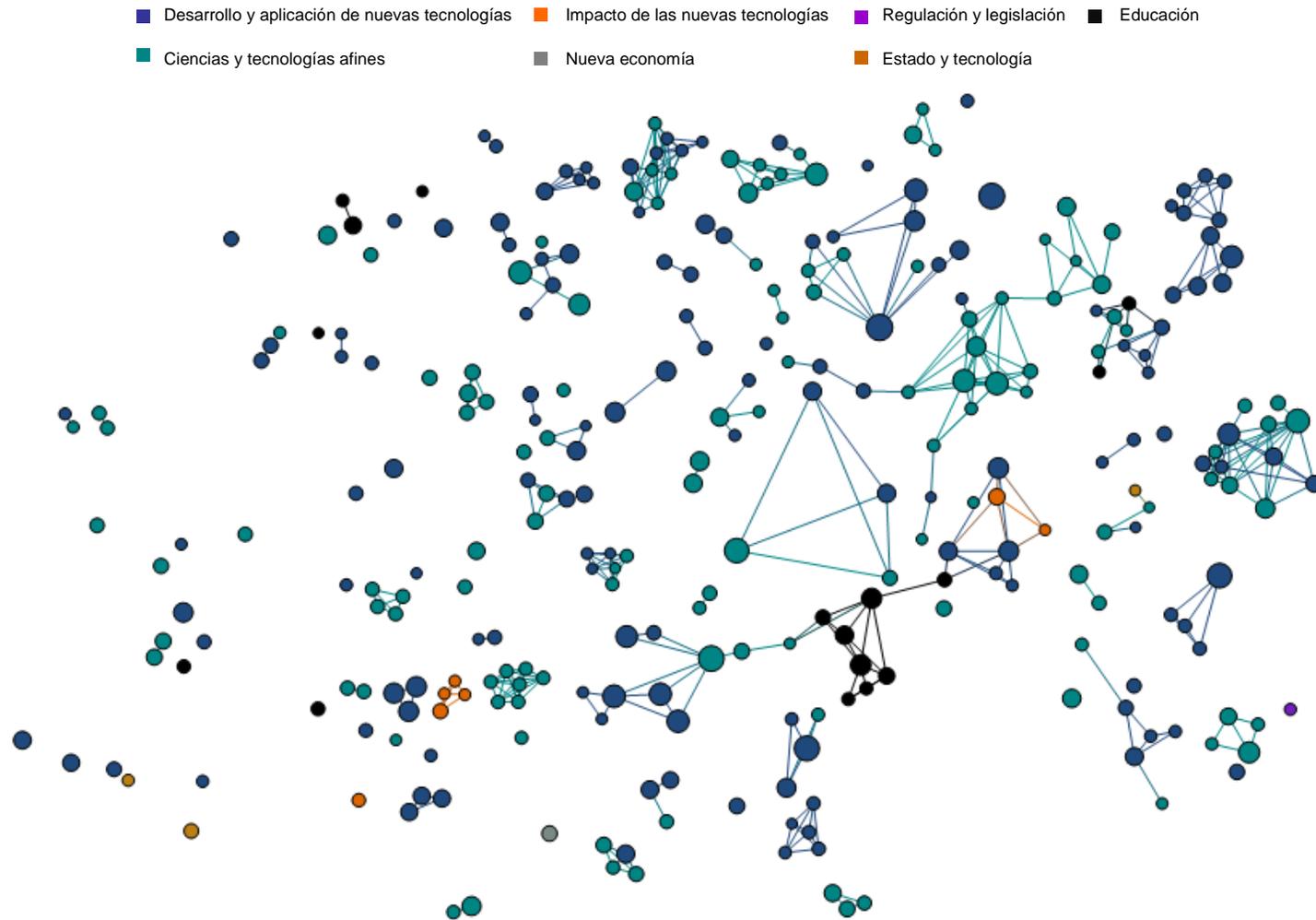


Figura 5.17. Redes de colaboración científica de los investigadores especialistas con afiliación chilena relacionados con el estudio del desafío país Revolución Tecnológica, según dimensión de estudio (N=303). Elaboración propia

CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE COLABORACIÓN CIENTÍFICA DE INVESTIGADORES CON AFILIACIÓN

CHILENA

Una vez analizada la red colaboración de investigadores en general, es relevante analizar la red que establecen los investigadores con afiliación a una entidad establecida en Chile, como se presenta en la Figura 5.16, destaca la dimensión Desarrollo y aplicación de tecnologías con un 50,2% del total de investigadores, le sigue la dimensión Ciencias y tecnologías afines con un 32,7% del total de investigadores identificados. En esta red se evidencia nuevamente, la baja cantidad de autores investigando en temas vinculados a la dimensión Regulación y legislación (0,7%) y Estado y tecnología (1,0%).

En cuanto a la caracterización de la red, ésta está compuesta por 1.914 actores y 4.380 colaboraciones y posee una densidad de 0,002, lo que significa que, del total de colaboraciones posibles, sólo se han establecido el 0,2% de ellas, representando una red de baja densidad. Al realizar el análisis por dimensión de estudio, destaca la dimensión Estado y tecnología con un 11,1% de colaboraciones establecidas en el periodo 2013-2018.

Por otro lado, el grado medio de la red de colaboración científica es de 4,6, lo que representa que un actor en promedio realiza 4,6 colaboraciones con otros actores de la red, si consideramos el periodo 2013-2018 se obtiene 0,77 colaboraciones al año lo que consideramos que es un nivel bajo, dado que al realizar el mismo análisis para los investigadores extranjeros se obtiene que éstos realizan 1,53 colaboraciones al año. Si analizamos la popularidad de los investigadores por dimensión de estudio, destacan los investigadores con publicaciones en las dimensiones Ciencias y tecnologías afines y Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, con 4,7 y 3,8 colaboraciones respectivamente.

La modularidad de la red de colaboración es de 0,970, lo que representa una alta modularidad de la red, e indica que ésta tiene conexiones sólidas entre los nodos dentro de los módulos, pero un bajo número de conexiones con otros grupos de red. Al realizar el mismo análisis por dimensión de estudio, destacan las dimensiones Ciencias y tecnologías afines, Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías y Educación con valores sobre 0,9 cada una, evidenciando que existencia de grupos de trabajo, sin embargo, que interactúan con otros investigadores de la red.

La medida del número de componentes conexas la red nos permite identificar aquellas redes más atomizadas o con mayor número de grupos de trabajo independientes dentro de la red²⁰, para esta red de colaboración el número de componentes conexas es de 456. Al realizar este análisis por dimensiones de estudio destacan en mayor proporción de componentes conexas las dimensiones Regulación y legislación, Nueva economía y Estado y tecnología, evidenciado el alto número de grupos independientes investigando en estos ámbitos.

Finalmente, también es interesante analizar la red de colaboración que establecen los investigadores identificados como especialistas en este estudio, por lo que en la Figura 5.17 se muestra que los investigadores que conforman esta red concentran su investigación nuevamente en dos dimensiones

²⁰ Este indicador resulta ser, además, una medida relevante a considerar en análisis posteriores, para estudiar los patrones de conexión entre los nodos de cada componente en función del ámbito de incumbencia o del alcance y naturaleza de las temáticas que configuran la vinculación.

a saber, Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías y Ciencias y tecnologías fines con un 48,2% y un 42,6% respectivamente. Mientras que entre las dimensiones que menos destacan en esta red de colaboración son Nueva economía y Regulación y legislación ambas con un 0,3% del total de investigadores especialistas respectivamente.

En cuanto a la caracterización de esta red, ésta está compuesta por 303 actores y 397 colaboraciones y posee una densidad de 0,009, lo que significa que, del total de colaboraciones posibles, sólo se han establecido el 0,9% de ellas, representando una red de baja densidad, pero superior a la densidad de la red establecida por los investigadores con afiliación chilena identificados en el estudio del desafío país Revolución Tecnológica. A nivel de dimensión de estudio, destaca la red que se establece en la dimensión Impacto de las nuevas tecnologías con una densidad del 33,3%.

Por otro lado, el grado medio de la red de colaboración científica es de 2,6, lo que representa que un actor en promedio realiza 2,6 colaboraciones con otros actores de la red, si consideramos el período 2013-2018 se obtiene 0,43 colaboraciones al año lo que consideramos que es un nivel bajo, dado que al realizar el mismo análisis con los investigadores no especialistas se obtiene que éstos realizan 0,53 colaboraciones al año, por lo que se evidencia que los investigadores especialistas colaboran en un nivel bajo con otros investigadores con afiliación chilena que conforman la red de colaboración científica del desafío Revolución Tecnológica. Al analizar las redes de colaboración que establecen los investigadores especialistas con los investigadores con afiliación extranjera se obtienen 1,58 colaboraciones al año, mostrando que los investigadores especialistas presentan un nivel alto de colaboraciones con investigadores con afiliación extranjera, en comparación con las colaboraciones realizadas con los investigadores con afiliación chilena. Al realizar el mismo análisis por dimensión de estudio, destacan en popularidad los investigadores con publicaciones vinculadas a la dimensión Ciencias y tecnologías afines con 2,2 colaboraciones durante el periodo 2013-2018.

La modularidad de la red de colaboración es de 0,920, lo que muestra una alta modularidad de la red, e indica que ésta tiene conexiones sólidas entre los nodos dentro de los módulos, pero un bajo número de conexiones con otros grupos de red. Al analizar la red de colaboración científica por dimensión de estudio, destaca la dimensión Desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías con un 0,94, evidenciando que las demás dimensiones de estudio presentan una cantidad menor de grupos de investigadores que colaboren con otros autores dentro de la red.

La medida del número de componentes conexas la red nos permite identificar aquellas redes más atomizadas o con mayor número de grupos de trabajo independientes dentro de la red²¹, para esta red de colaboración el número de componentes conexas es de 106. Al realizar este análisis por dimensiones de estudio destacan en mayor proporción de componentes conexas las dimensiones Estado y tecnología, Nueva economía y Regulación y legislación, evidenciado el alto número de autores independientes investigando en estos ámbitos, esto se debe al alto nivel de internacionalización de la red de colaboración científica que establecen los investigadores especialistas, identificados en este estudio.

²¹ Este indicador resulta ser, además, una medida relevante a considerar en análisis posteriores, para estudiar los patrones de conexión entre los nodos de cada componente en función del ámbito de incumbencia o del alcance y naturaleza de las temáticas que configuran la vinculación.

En general, en esta red destaca el alto nivel de internacionalización de los investigadores especialistas, y el alto número de colaboraciones que establecen los investigadores especialistas con publicaciones vinculadas a la dimensión Impacto de las nuevas tecnologías en la red de colaboración científica a nivel nacional.

5.4 Red de colaboración de iniciativas de aplicación de conocimiento

Además de las redes de colaboración de investigadores respecto de las publicaciones científicas identificadas en el período 2013 – 2018, en esta sección se presenta la red de colaboración entre los actores que tienen participación en las 49 iniciativas de aplicación de conocimiento, relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica, durante el mismo período. En la representación gráfica de la red de colaboración de actores en iniciativas relacionadas con Revolución Tecnológica, que se exhibe en la Figura 5.18 los nodos simbolizan a cada uno de los actores identificados en las iniciativas, diferenciados por color según la relación existente entre instituciones y algunas de sus dependencias, como lo puede ser un ministerio y sus subsecretarías y servicios dependientes, que participan de las iniciativas; así, las instituciones dependientes son denominadas **entidades inferiores** y la institución a la cual dependen éstas es nombrada **entidad superior**. Los nodos que aparecen en color gris no poseen relaciones de dependencia. El tamaño de cada nodo varía en función directamente proporcional con el número de iniciativas que participa cada actor, en tanto que las aristas que unen cada par de nodos representan la colaboración realizada entre un par de actores en una iniciativa y su grosor varía en función directamente proporcional con la cantidad de iniciativas en que dichos actores han colaborado. Además, el color de las aristas indica el tipo de relación existente entre los actores, donde aquellas que tienen el mismo color muestran la relación entre entidades superiores e inferiores. Por otro lado, las relaciones que son producto de las iniciativas se observan a nivel de entidades inferiores, representadas en las aristas de distinto color que el nodo, salvo aquellas entidades inferiores que tienen conexiones con otras entidades inferiores de la misma entidad superior²².

En términos generales, el análisis de la estructura de dicha red nos muestra que los actores identificados pertenecen a un total de 58 entidades, y componen la red con un total de 152 vinculaciones con una baja densidad, ya que de todas las conexiones posibles la red sólo está conformada por el 10% de ellas.

²² Por ejemplo, en la Figura 5.18 existe una relación entre Corfo y la Subsecretaría de Economía, producto de la colaboración en varias iniciativas.

Para un análisis detallado de la composición de la red, la Figura 5.19 presenta la distribución de las iniciativas de acuerdo al número de actores que participa en ella. En ella se aprecia que la gran mayoría de los actores que conforman la red ha participado en sólo una iniciativa, lo que corresponde al 72% del total, mientras que en un 8% del total de iniciativas han participado más de cinco actores

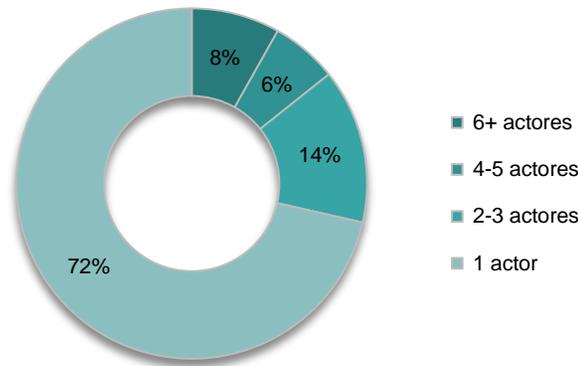


Figura 5.19. Distribución de iniciativas de aplicación de conocimiento en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica (N=49), por cantidad de actores participantes (2013 – 2018). Elaboración propia

De acuerdo al ámbito en que pertenecen los actores participantes de las iniciativas identificadas, considerando el nivel inferior de entidades, se observa en la Figura 5.20 que la mayor parte de los actores proviene del sector público, siendo un 75% del total; seguido por actores del sector privado, que constituyen el 6% del total de actores participantes, misma participación tienen los actores que pertenecen a la academia, mientras que otros ámbitos, como fundaciones u organismos multilaterales representan el 13% de los actores participantes. Esto se debe a que la mayoría de las iniciativas identificadas en el grupo de análisis corresponden a aquellas que tienen un origen público.

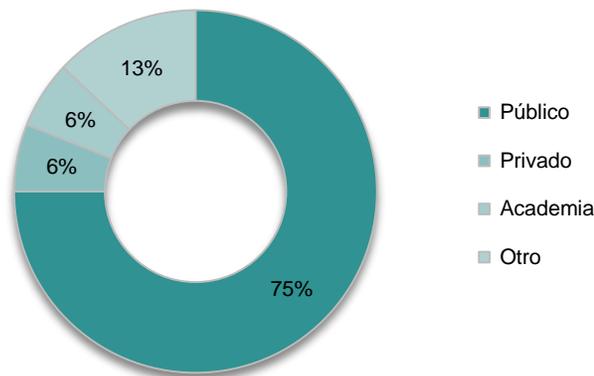


Figura 5.20. Participación de actores en iniciativas de aplicación de conocimiento identificadas para el desafío país Revolución Tecnológica según su ámbito de origen (N=47). Elaboración propia

Dentro del total de actores que participan en las iniciativas identificadas, a nivel de entidades inferiores, en la Figura 5.4 se muestra a aquellos actores que tienen mayor participación en ellas, siendo Corfo y la Subsecretaría de Economía, pertenecientes al Ministerio de Economía, quienes participan en la mayor cantidad, con doce y ocho participaciones en iniciativas, respectivamente. Misma cantidad tiene la División de Gobierno Digital, dependiente del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, seguida por la Subsecretaría de Hacienda, que participa en cinco de las 49 iniciativas identificadas.



Figura 5.21. Entidades con mayor participación en iniciativas de aplicación de conocimiento en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica (2013 – 2018). *Elaboración propia*

Por otra parte, en la Figura 5.22 se muestra a aquellos actores que poseen la mayor cantidad de vinculaciones con otros, nuevamente destacando a Corfo y la Subsecretaría de Economía como las instituciones que se vinculan en mayor cantidad con otras, teniendo Corfo 24 vinculaciones con otras instituciones y la Subsecretaría de Economía, 16 vinculaciones, lo que muestra que además de participar en un número considerable de iniciativas, en éstas participan varias instituciones. Situación que no se observa en el Instituto Milenio de Fundamentos de los Datos, que participa de tres iniciativas, pero no se encuentra vinculado con ningún otro actor, siendo un nodo aislado, cómo se observa en la Figura 5.18. En caso contrario se muestra que las Subsecretarías de Defensa, de Justicia y General de la Presidencia se encuentran entre las diez con mayor cantidad de vinculaciones, sin embargo, ellas participan de solamente una iniciativa, que está compuesta por una gran cantidad de participantes, situación que se explica por la cantidad de actores que participan de las iniciativas, mostrada en la Figura 5.19, que produce que la red de colaboraciones muestre las relaciones existentes entre los actores que participan de las iniciativas analizadas, aunque existen actores que concentran una mayor cantidad de ellas, existe al menos una vinculación entre los distintos actores, siendo solo dos de éstos que no se vinculan con ningún otro actor.



Figura 5.22. Grado de vinculaciones registradas de las 10 primeras instituciones que colaboran entre ellas en iniciativas de aplicación de conocimiento de temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. [Elaboración propia](#)

6 Financiamiento, infraestructura y equipamiento del Ecosistema

En este capítulo se presentan capacidades de financiamiento, infraestructura y equipamiento existentes en Chile para realizar actividades de investigación y desarrollo en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. En la sección 7.1 se presenta una estimación del financiamiento pasado y presente otorgado a dichas actividades en el país, en tanto que en la sección 7.2 se presenta la caracterización de la infraestructura y el equipamiento identificados en actores institucionales relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica.

6.1 Gasto en investigación científica y desarrollo tecnológico²³

Los resultados de la revisión documental para estimar el gasto público en investigación y desarrollo en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica, se presentan en la Figura 6.1. En el gráfico (a) se muestra la evolución de dicho gasto durante el periodo 2014 – 2018, según fuente de financiamiento de los proyectos identificados. De este gráfico destacan dos aspectos: i) que entre los años 2014 – 2018 se produjo un crecimiento considerable en el cofinanciamiento a proyectos de investigación y desarrollo por parte de Conicyt y de Corfo, de hecho, en dicho periodo el crecimiento promedio compuesto del cofinanciamiento de Conicyt fue del 10,24%, en tanto que el de Corfo de 17,47%, ii) que estos dos organismos acumulan la mayor parte de los fondos públicos que cofinancian proyectos de investigación y desarrollo en temas relacionados con Revolución tecnológica en Chile, de hecho, tal como se muestra el gráfico (b), solo el 1,3% del gasto identificado en el periodo 2014 – 2018 es provisto por otros organismos, dentro de los cuales se cuentan las Subsecretarías de Economía, Agricultura y Salud, así como los Gobiernos Regionales.

²³ En el Anexo A, se presenta el detalle del modelo para estimar el gasto en investigación y desarrollo en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica.

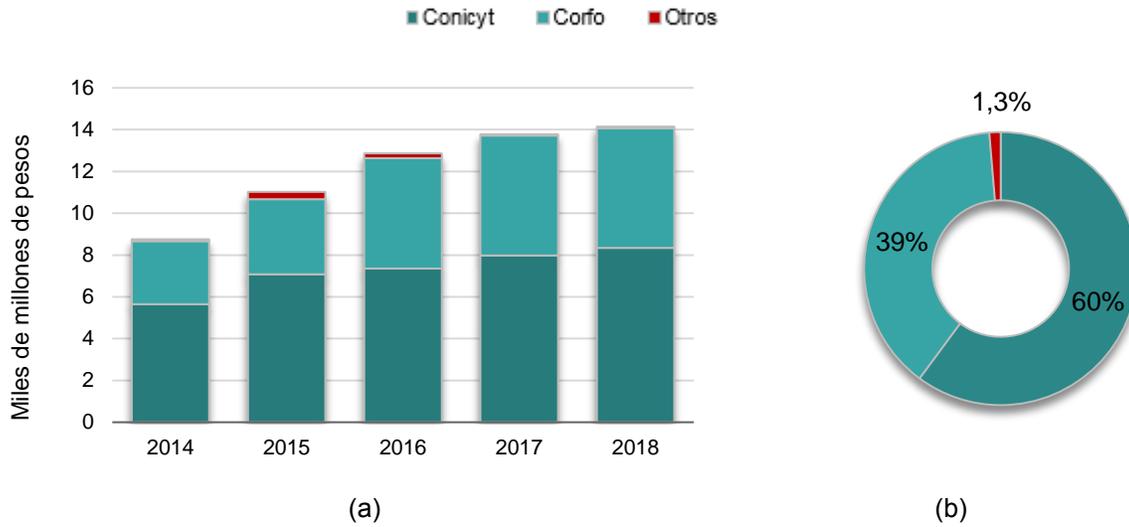


Figura 6.1. Evolución del gasto público estimado en proyectos de investigación y desarrollo ejecutados en Chile en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica (2014- 2018). Elaboración propia

En cuanto a la evolución del gasto público estimado en proyectos de investigación y desarrollo ejecutados en Chile en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica, según instrumento de financiamiento, la Figura 6.2 muestra el detalle los principales instrumentos que cofinancian los proyectos identificados: Programa de Investigación Asociativa (Conicyt), Programa de Transferencia Tecnológica (Corfo), Fondecyt (Conicyt), Programa de Innovación Empresarial (Corfo), Fondef (Conicyt), Transferencias Corrientes (Corfo), Fondequip (Conicyt) y el Programa de Inserción de Investigadores (Conicyt). Estos instrumentos acumulan el 98,4% del gasto público para el cofinanciamiento de proyectos de investigación y desarrollo ejecutados en Chile en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. El 1,6% del gasto restante lo conforman el Programa de Cooperación Internacional (Conicyt), el Programa en Minería Virtuosa, Inclusiva y Sostenida (Conicyt), las Transferencia de Capital (Gobiernos Regionales), el Programa Iniciativa Científica Milenio (Subsecretaría de Economía), el Programa Inversión Regional (Ministerio del Interior), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Subsecretaría de Agricultura), el Fondo Nacional de Investigación y Desarrollo en Salud (Subsecretaría de Salud), y los aportes de la Fundación para la Innovación Agraria (Subsecretaría de Agricultura).

De la Figura 6.2 se puede apreciar que Programa de Investigación Asociativa ha estado activo durante todo el periodo de análisis, aun cuando el monto y cuota de participación han disminuido considerablemente. Sin embargo, su considerable aumento en el año 2015 junto con el inicio del Programa de Transferencia Tecnológica de Corfo en el mismo año, resultaron en un aumento en el gasto total en el 2015, pese a gran disminución en las Transferencias Corrientes de Corfo. A partir de 2016 Corfo reemplazó esta línea por el Programa de Innovación Empresarial.

El crecimiento que ha tenido el gasto público de apoyo a proyectos de investigación y desarrollo relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica se debe, en gran parte, al aumento sostenido han tenido en los últimos años el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (Fondecyt) y el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondef), ambos de Conicyt, así como el Programa

de Transferencia Tecnológica de Corfo. Los montos de las otras líneas, en particular el Fondo de Equipamiento Científico y Tecnológico (Conicyt) y Programa de Inserción de Investigadores (Conicyt), se han mantenido prácticamente constantes en el periodo de análisis.



Figura 6.2. Evolución del gasto público estimado en proyectos de investigación y desarrollo ejecutados en Chile en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica, según instrumento de financiamiento durante el periodo 2014- 2018.

Elaboración propia

A. Estimación del gasto total: público y privado

En la Figura 6.3 se presenta el resultado de la estimación de la evolución del gasto total en investigación y desarrollo en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica para el periodo 2014 – 2018. Esta figura muestra el considerable incremento que tuvo el gasto en los tres primeros años, pasando de 17.000 millones de pesos en 2014 a 28.000 millones en 2016. Luego, a partir del 2016, observamos que el gasto se estabiliza, pero evidencia un alza con leve tendencia exponencial hacia el 2018, motivado por el gasto del sector privado que muestra un incremento mayor al evidenciado por el sector público entre los años 2017 y 2018. De este modo, de acuerdo a nuestra estimación, el gasto nacional en investigación y desarrollo en el periodo 2014 – 2018 creció a una tasa promedio compuesta del 16,23%, alcanzando el 2018 los 31,9 mil millones de pesos, lo que corresponde a menos del 0,02 % del producto interno bruto del mismo año. En la misma figura podemos ver la gran similitud en cuanto a tendencias y montos entre los gastos de los sectores público y privado, sin embargo, cabe destacar que, durante todo el periodo analizado, el sector privado ha destinado mayor cantidad de recursos que el sector público en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. En efecto, en promedio, durante el periodo 2014 – 2018 la cuota del gasto público alcanza el 47%, en tanto que la cuota del gasto privado en el mismo periodo alcanza el 53%.

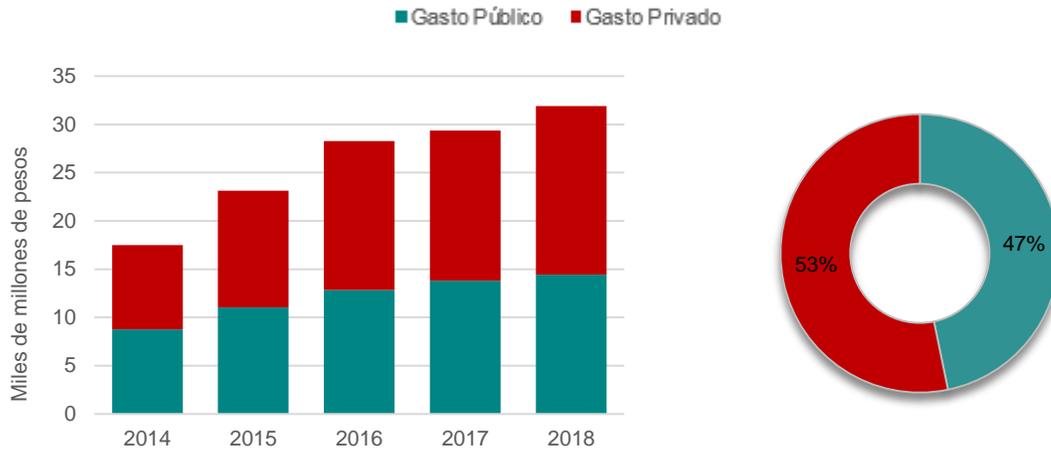


Figura 6.3. Evolución del gasto total estimado en investigación y desarrollo en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica en Chile para el periodo 2014-2018. Elaboración propia

En la Figura 6.4 se presenta el desglose del gasto financiado por el sector público (a) y por el sector privado (b) en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica en el periodo 2014 – 2018. Aquí podemos ver que, durante el periodo 2014 – 2018, el gasto público se sitúa, en promedio, en torno a los 12,1mil millones de pesos anuales, mientras que el gasto privado lo hace en torno a los 13,8 mil millones de pesos anuales.

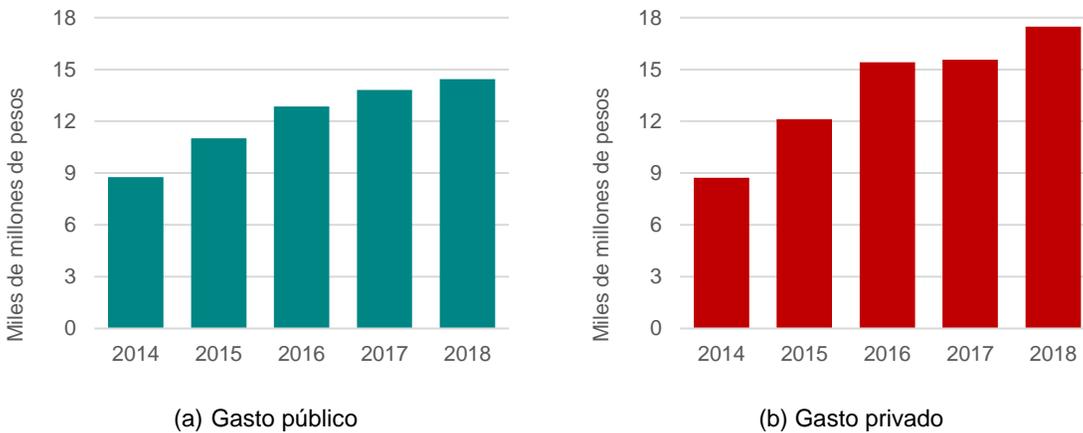


Figura 6.4. Evolución del gasto estimado en investigación y desarrollo en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica según sector: a) Gasto público y b) Gasto privado. Elaboración propia

En la Figura 6.5 mostramos el desglose de la estimación del gasto financiado por el sector público en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica para tres categorías relevantes, durante el periodo 2014 – 2018. De la Figura 6.5 (a) podemos comprobar que poco más del 76% del gasto público en materia de Revolución Tecnológica, corresponde al cofinanciamiento de proyectos de investigación y desarrollo ejecutados en el país. Los montos mostrados en este gráfico fueron

determinados revisando las bases de datos de proyectos financiados por fondos administrados por Conicyt, Corfo, Ministerio de Agricultura, Ministerio de Economía, entre otros. De la Figura 6.5 (b), observamos que aproximadamente el 15% del gasto público en materia de Revolución Tecnológica es ejecutado por entidades nacionales, a través de fondos generales universitarios y fondos para otras instituciones, por ejemplo, institutos tecnológicos públicos. Los resultados de esta inversión se ven reflejados en la producción científica de las universidades y organismos públicos que presentamos en el capítulo 5. Finalmente, en la Figura 6.5 (c) mostramos la evolución del gasto público en proyectos ejecutados fuera de Chile, que corresponde a aproximadamente el 9% del gasto público total destinado a investigación y desarrollo en materia de revolución tecnológica; en esta categoría se encuentran las becas para estudios de postgrado fuera del país.

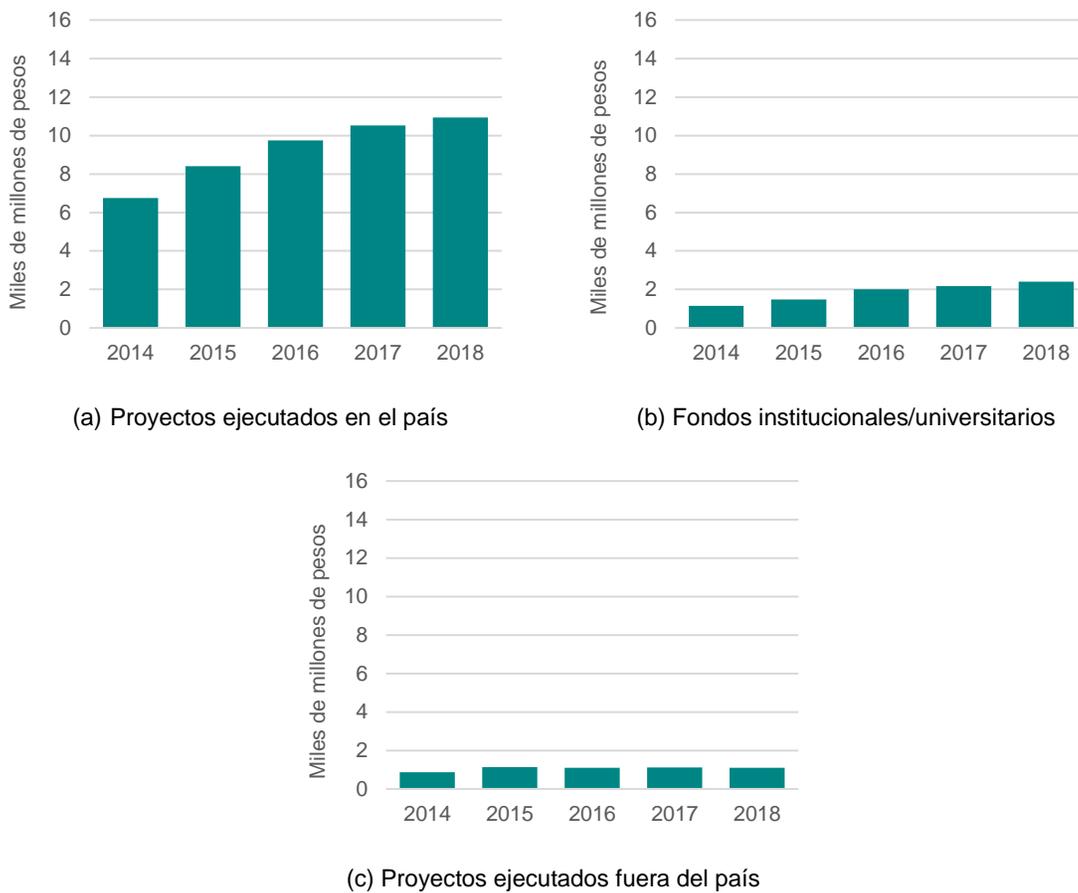
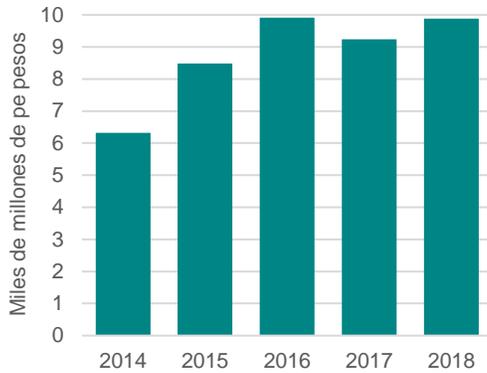
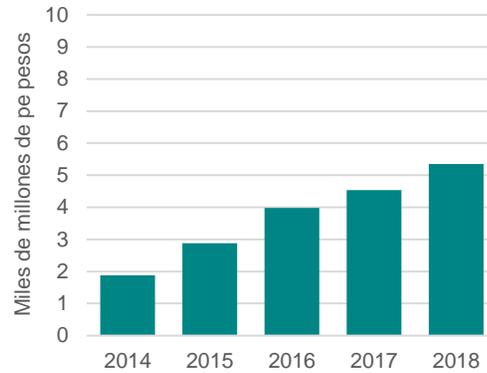


Figura 6.5. Evolución del gasto público estimado en investigación y desarrollo en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica, según categoría de gasto: a) Proyectos ejecutados en el país, b) Fondos institucionales/universitarios, c) Proyectos ejecutados fuera del país. Elaboración propia

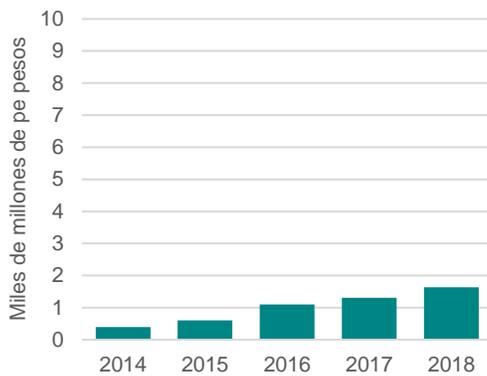
Finalmente, en la Figura 6.6 se muestra el desglose del gasto estimado financiado por el sector privado en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica para cuatro categorías de entidades en el periodo 2014 – 2018.



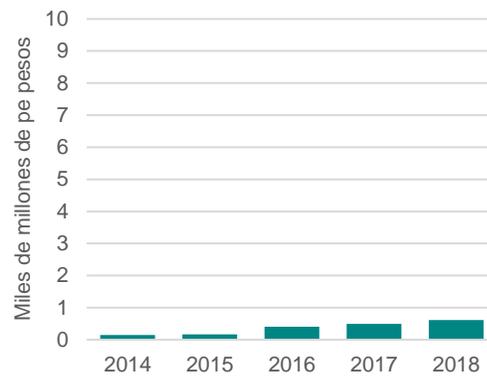
(a) Empresas



(b) Educación superior



(c) Fondos internacionales



(d) Entidades privadas sin fines de lucro

Figura 6.6. Evolución del gasto privado estimado en investigación y desarrollo en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica para diferentes categorías de entidades: (a) Empresas, (b) Educación superior, (c) Fondos internacionales, (d) Entidades privadas sin fines de lucro. Elaboración propia

De los gráficos podemos comprobar que la mayor parte del gasto privado proviene de empresas, con un promedio anual del 64%. Parte de este gasto está destinado a cofinanciar principalmente los proyectos de desarrollo ejecutados en el país que se incluyen en la primera componente del gasto público. Le siguen el gasto de las instituciones de educación superior con un promedio anual del 26%, y el gasto financiado con fondos internacionales, con un promedio anual del 8%. En el caso de las instituciones de educación superior, se incluye principalmente el gasto de las universidades para cofinanciar los proyectos de investigación científica ejecutados en el país que se incluyen en la primera componente del gasto público. Finalmente, las entidades privadas sin fines de lucro contribuyen en promedio, sólo un 2% anual al gasto en investigación y desarrollo en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica.

6.2 Infraestructura y equipamiento

De acuerdo a la metodología definida para el levantamiento de información que permita identificar infraestructura y equipamiento del que disponen los actores del Ecosistema Nacional de CTCI relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica, distinguimos un conjunto de actores institucionales relevantes que categorizamos preliminarmente en cuatro grupos, según la afinidad de sus actividades con la temática en estudio, como se presenta en la Tabla 6.A. Esta categorización de actores estaba pensada en priorizar la recolección de información, partiendo por aquellos actores cuya misión institucional tenga una vinculación directa con el desafío país o un mayor conocimiento del Ecosistema Nacional de CTCI, lo que a su vez conduce hacia otros actores institucionales relevantes.

Tabla 6.A. Actores institucionales relevantes para la identificación de infraestructura y equipamiento del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica

Grupo	Actor	Entidad de origen
1	Grupo de Seguridad Computacional y Criptografía Aplicada de la Universidad de Chile	Universidad de Chile
	Instituto Milenio de Fundamentos de los Datos	Iniciativa Científica Milenio
	Laboratorio de Estudios de Internet y Telecomunicaciones	Universidad de Chile
2	Laboratorio de Automática	Universidad de Chile
	Laboratorio de Inteligencia Computacional	Universidad de Chile
	Laboratorio de Interfaces Cerebro-Computadora y Neuromodulación	Pontificia Universidad Católica de Chile
	Laboratorio de Procesamiento Digital de Imágenes	Universidad de Chile
	Laboratorio de Robótica	Universidad de Chile
3	Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería	Universidad de Chile
	Centro de Estudios Científicos	-
	Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y Nanotecnología	Universidad de Santiago de Chile
	Centro de Astrofísica y Tecnologías Afines	Universidad de Chile
	Instituto Milenio de Astrofísica	Iniciativa Científica Milenio
	Instituto Milenio de Investigación en Óptica	Iniciativa Científica Milenio
	Núcleo Milenio Modelos Estocásticos de Sistemas Complejos y Desordenados	Iniciativa Científica Milenio
	Instituto Milenio para la Investigación en Depresión y Personalidad	Iniciativa Científica Milenio
Fundación de Investigación Fraunhofer Chile	-	
4	Comité de Transformación Digital	Corfo

Grupo Actor	Entidad de origen
División de Gobierno Digital	Ministerio Secretaría General de la Presidencia
División de Tecnologías de Información y Comunicaciones	Ministerio de Salud
Fundación País Digital	-
Subsecretaría de Telecomunicaciones	Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones

Elaboración propia

A continuación, describimos el estado del equipamiento e infraestructura de cuatro actores del Ecosistema nacional de CTCI relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica que participaron efectivamente en esta etapa del estudio²⁴.

6.2.1 Instituto Milenio de Investigación sobre los Fundamentos de los Datos

El Instituto Milenio de Investigación sobre los Fundamentos de los Datos (IMFD) nace como una Iniciativa Milenio en 2018, bajo el alero de la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Chile, como el único centro multidisciplinario en América Latina con el objetivo de hacer investigación aplicada en ciencia de datos y los efectos sociales y políticos de los grandes volúmenes de datos que son transmitidos en la actualidad. El Instituto ha emprendido proyectos de investigación científica en el uso de datos para modelar problemas sociopolíticos de Chile, la creación de nuevos lenguajes de consulta, la extracción eficiente de datos complejos, modelos de aprendizaje profundo en inteligencia artificial y consolidación de estructuras para generar información robusta a partir de fuentes no estructuradas de datos.

Respecto a la infraestructura que dispone el Instituto, se cuentan con cinco oficinas de uso exclusivo para investigadores, destinadas a la administración, comunicación, innovación y transferencia tecnológica. Además, cuenta con dos oficinas de uso compartido para efectuar reuniones y atender a postdoctorados y dos laboratorios compartidos con el Laboratorio de Computadores de la Universidad de Chile. El equipo de trabajo de este Instituto Milenio, durante los años 2013 a 2018, se ha compuesto de 24 estudiantes de educación superior (pregrado, magíster y doctorado) y de seis investigadores postdoctorales.

En relación al equipamiento utilizado por el Instituto para sus labores de investigación, éste cuenta con ocho computadores de escritorio compartidos con el Laboratorio de Computación de la Universidad de Chile, once Macbook Apple para uso de los investigadores y dos notebooks para los ingenieros. Además, cuenta con un servidor exclusivo NAS para el almacenamiento de datos con un procesador 2x Intel Xeon Bronze 3106, con capacidad de 21 TB y memoria de 32 GB y con 15 servidores de uso científico disponibles en el Centro de Datos de la Universidad de Chile, ubicado en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

²⁴ Se excluye del análisis al Comité de Transformación Digital de Corfo ya que, si bien participaron del estudio, no tienen infraestructura ni equipamiento específico para actividades de CTCI relacionadas con el desafío país.

6.2.2 Núcleo Milenio Centro para el Descubrimiento de Estructuras en Datos Complejos

El Núcleo Milenio Centro para el Descubrimiento de Estructuras en Datos Complejos (MiDaS) fue creado en 2018, bajo el alero de la Pontificia Universidad Católica de Chile, y se focaliza en el desarrollo de nuevos métodos y modelos estadísticos avanzados para el trabajo con estructuras de datos complejos, con el fin de apoyar la investigación en la predicción del desarrollo de enfermedades como el cáncer de mama y el SIDA, el comportamiento del fenómeno del Niño y desastres naturales y en estudios sobre la privacidad de datos, junto con participar en la formación de capital humano avanzado y en actividades de extensión con la comunidad.

MiSaS cuenta con una infraestructura física formada por 21 oficinas, de las cuales 6 son de uso académico exclusivo del Centro, un laboratorio de computación y una sala de servidores, los que son utilizados por un equipo humano que suman 36 personas, compartida con otras instituciones, como es la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad de Valparaíso, la Universidad Técnica Federico Santa María y la Universidad de Atacama.

En cuanto al equipamiento con que cuenta Midas, éste es de uso compartido con la Pontificia Universidad Católica de Chile y consta de 10 servidores para su utilización por los investigadores y el personal asociado al centro, software de análisis de uso compartido como SAS y SPSS, seis Macbook Pro con procesador Intel I7, 512 GB de almacenamiento y 16 GB de memoria RAM y tres unidades centrales o mainframes de uso exclusivo por el Instituto. Por último, cuenta con acceso a la supercomputadora de alto rendimiento del Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento (NLHPC) ubicado la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

6.2.3 Instituto Milenio de Astrofísica

El Instituto Milenio de Astrofísica (MAS) nace como una iniciativa Milenio en 2013, y tiene por objetivo preparar a la comunidad astronómica chilena ante el cambio de paradigma en la era de los Datos Masivos, mediante la investigación científica. Este proyecto es resultado del trabajo conjunto entre siete universidades chilenas: Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Valparaíso, Universidad de Concepción, Universidad Andrés Bello, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, y la Universidad Diego Portales.

Respecto a la infraestructura que dispone el Instituto, se cuentan tres oficinas de uso exclusivo de los investigadores, uso administrativo y de difusión y divulgación científica, y 32 oficinas de uso compartido por el Instituto, que han albergado a 29 estudiantes de educación superior y a 20 investigadores postdoctorales. Junto con la infraestructura actual, a través del proyecto Alerce está construyendo infraestructura adicional para el almacenamiento de datos astronómicos, pues en la actualidad cuentan con un servidor propio alojado en Reuna.

En relación al equipamiento utilizado por el Instituto para sus labores de investigación, éste cuenta con un software científico de uso exclusivo para trabajar en Python o Tensorflow, computadoras con tarjetas GPU para cálculo científico y dos procesadores Intel Xeon con 4 TB HDD y 385 GB RAM para el almacenamiento de datos. Además, el Instituto cuenta con acceso a la supercomputadora del Laboratorio Nacional de Computación de Alto Rendimiento ubicado la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.. Por último, y gracias a los convenios firmados, el

Instituto cuenta con acceso a los datos producidos por diversos telescopios a lo largo del mundo, como es el caso de ZTF, en EEUU.

6.2.4 División de Gobierno Digital

Esta institución pública es dependiente del Ministerio Secretaría General de la Presidencia y tiene como objetivo entregar asesoría y apoyo a las instituciones del Estado en el diseño de servicios y en su transformación digital, con el fin de entregar servicios que mejoren la calidad de vida de las personas, con iniciativas como la gestión y la aplicación de Cadena de Bloques en servicios públicos, digitalización de los trámites a efectuar en las reparticiones públicas o la investigación sobre Aprendizaje de Máquinas. Entre los servicios públicos con que ha trabajado esta institución se encuentran la Tesorería General de la República, la Dirección del Trabajo, ProChile, ChileCompra, entre otras.

La División de Gobierno Digital cuenta con 87 oficinas de uso exclusivo para sus labores, donde acoge a 80 trabajadores. Respecto al equipamiento que es usado en esta institución, comprende tanto aquél que es de uso exclusivo como compartido con otros servicios del Estado. Así, la División cuenta con dos softwares exclusivos para sus labores y con dos que son compartidos con otros organismos.

7 Contexto general del país y del Ecosistema

En este capítulo se realiza una descripción del contexto general del país y su Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) en relación con el desafío país Revolución Tecnológica. Para esto, en la sección 3.1, se sintetiza el marco teórico-conceptual utilizado. En la sección 3.2 se describe el contexto general del país. En tanto, en la Sección 3.4 se describe el contexto particular del Ecosistema Nacional para el desafío país Revolución Tecnológica.

7.1 Marco teórico-conceptual

La Revolución Tecnológica, o cuarta revolución industrial, se caracteriza por la fusión de tecnologías que difumina los límites entre las dimensiones física, digital y biológica²⁵. En la presente sección, exponemos las distintas interpretaciones teóricas sobre esta etapa industrial, desde la visión que caracteriza a la Revolución Tecnológica como una continuación de la tercera etapa industrial, hasta el marco que la ve como un punto pivote para el desarrollo de la humanidad.

A. Análisis exploratorio del concepto Revolución Tecnológica

La noción de “revolución” denota cambios abruptos y radicales. En efecto, a lo largo de la historia las revoluciones tecnológicas han representado cambios en la productividad, desencadenando profundas transformaciones económicas y sociales. Bajo esa lógica, diversos investigadores creen que estamos en el comienzo de una nueva Revolución Tecnológica. Klaus Schwab²⁶, ideólogo del concepto de Cuarta Revolución Industrial, sostiene que ésta comenzó a inicios del siglo XXI y está basada en la transformación digital, lograda por la existencia de un Internet omnipresente, la creación de sensores más pequeños, poderosos y baratos, y por la adopción de ideas como la Inteligencia

²⁵ Schwab, K. (14 de enero de 2016). The Fourth Industrial Revolution: What it means and how to respond. World Economic Forum. Obtenido de: <https://www.weforum.org/>

²⁶ Schwab, K. (2017). The fourth industrial revolution. London: Portfolio Penguin.

Artificial y el Aprendizaje Automático. Esta cuarta revolución se caracterizaría, además, por una fusión de tecnologías que ha diluido los límites entre la esfera física, digital y biológica.

Por su parte, Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee²⁷, investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) se refieren a este período como «La segunda era de las máquinas», estableciendo que el mundo se encuentra en un punto pivote donde el efecto de estas tecnologías digitales se manifestará con toda potencia mediante la automatización digital y la creación de elementos sin precedentes en la historia productiva del mundo.

Si bien las características mencionadas apuntan a aspectos concretos y particulares para el ser humano, los alcances que se proyectan desde allí resultan amplios y eventualmente profundos, ya que el abanico de potencialidades posibles de llevar a cabo, así como las áreas que eventualmente se cubrirían con las tecnologías descritas, es enorme: simultáneamente, están ocurriendo avances significativos en áreas que van desde la nanotecnología hasta la manufactura aditiva, desde la microelectrónica hasta la computación de alto desempeño y desde la secuenciación de genes hasta la medicina individualizada. De esta forma, lo que caracteriza a la Revolución Tecnológica es la convergencia, fusión, e interacción de estos avances a través de plataformas físicas, digitales y biológicas.

A pesar del optimismo presente en las definiciones y características dadas anteriormente, también existen dudas y cierto recelo acerca de la pertinencia actual del concepto de Cuarta Revolución Industrial. En particular, hay posturas que sostienen que los cambios que caracterizan dicha revolución son meramente una continuación o maduración de la Tercera Revolución Industrial. En efecto, Rainer Drath y Alexander Horch, ambos investigadores de la multinacional ABB, manifiestan que aún falta tiempo para que ocurra una Revolución Tecnológica²⁸. Si bien ellos proponen una definición de la Revolución Tecnológica más bien centrada en las tecnologías del Internet, plantean que los requisitos básicos para que comience a desarrollarse la Revolución no están garantizados: la protección a la inversión en tecnología, la estabilidad de los recursos tecnológicos, la ciberseguridad y la protección a la privacidad son retos que aún deben ser superados.

A pesar de que no existe total consenso en el concepto, sí se reconoce que la velocidad y magnitud de los cambios tecnológicos resulta significativamente mayor. Por ello, para nuestros propósitos y considerando los aportes de Schwab en esta materia²⁹, entenderemos la Cuarta Revolución Industrial como una revolución por sí sola y no como una prolongación de la Tercera por tres razones principales: i) su velocidad de difusión (la rapidez de los cambios no tiene precedentes en la historia), ii) su alcance (impacta casi todas las industrias alrededor del mundo) y iii) su impacto sobre sistemas (ha transformado sistemas de producción, gestión y gobernanza).

²⁷ Brynjolfsson, E., McAfee, A. (2018). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. Vancouver, B.C.: Langara College.

²⁸ Drath, R. Horch, A. (2014). *Industrie 4.0: Hit or Hype?* [Industry Forum]. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, 8(2), 56-58.

²⁹ Schwab, K. (14 de enero de 2016). *The Fourth Industrial Revolution: What it means and how to respond*. World Economic Forum. Obtenido de: <https://www.weforum.org/>

Esta Revolución tiene el potencial de elevar el nivel de ingresos de la población mundial y, además, de mejorar su calidad de vida. Hasta este momento, ya se ha visto beneficiada una pequeña proporción de consumidores capaces de acceder al mundo digital, donde la tecnología ha permitido la creación de nuevos productos que incrementan la eficiencia y, además, el placer en sus vidas. No obstante, existen potenciales efectos negativos, tales como la pérdida de empleos por inserción de nuevas tecnologías en procesos productivos y de negocios y que reemplazan recursos humanos, o la precarización de las relaciones laborales, debido a la aparición de nuevas formas de trabajo tales como *cloudworking*, *crowdworking*, *coworking* y *gigworking*³⁰.

Por su parte, Schwab³¹ indica tres ámbitos de impacto a nivel social de la cuarta revolución: i) negocios, ii) gobiernos y iii) personas. Primero, la innovación con base en la combinación de tecnologías está forzando a las empresas a reexaminar la manera en que hacen negocios; los líderes y ejecutivos necesitan entender los cambios del entorno, desafiar a sus equipos de trabajo y trabajar continuamente para innovar. En segundo lugar, los gobiernos enfrentan presiones para cambiar su manera actual de afrontar a la ciudadanía y la manera de hacer políticas; por ejemplo, el rol central del Estado disminuye por efectos de competición y redistribución del poder, posibilitados por la aparición de nuevas tecnologías. Por último, afecta nuestra identidad como personas (con tecnologías como Internet de las Cosas o redes sociales): nuestro sentido de privacidad, de propiedad, nuestros patrones de consumo, el tiempo de trabajo y descanso, cómo desarrollamos nuestras carreras, conocemos personas y nutrimos nuestras relaciones.

En el contexto de Chile, dos tecnologías que se encontrarían en incipiente desarrollo por su nivel de atención son, en primer lugar, el *Blockchain* –una lista de registros llamados “blocks” que son enlazados utilizando criptografía, que permiten llevar registro en línea de transacciones de todo tipo– y, en segundo lugar, robots o mejoras que reemplazan a humanos. Sobre la primera, en el Ministerio de Economía del Gobierno de Chile³², ya se encuentran trabajando para su adopción, buscando solucionar problemas tales como el registro físico de información relevante en una sola fuente –y el riesgo de pérdida de información que esto conlleva–, mediante la creación, por ejemplo, de mesas de trabajo con miembros del mundo político y privado. Sobre la segunda, ya se están materializando aplicaciones que reemplazan a recursos humanos, como es el caso de la nueva Línea 6 del Metro de Santiago, donde no hay conductores para los trenes, ni personas trabajando en boleterías³³.

Los esfuerzos en abordar esta temática y afrontar sus desafíos, con el fin de avanzar como país junto a la revolución, son reflejados en la Agenda Digital Imagina Chile 2013 – 2020³⁴. En esta se

³⁰ Cameron, P. (2018) Tendenzen in der Beschäftigung durch die Digitalisierung, Informatisierung und Automatisierung. Darmstadt: T.U. Darmstadt.

³¹ Schwab, K. (2017). The fourth industrial revolution. London: Portfolio Penguin.

³² Marchetti, P. (2018) La apuesta del Gobierno por el blockchain para que Chile no se quede abajo del carro de la Cuarta Revolución Industrial. Santiago; Emol.com.

³³ Marchetti, P. (2017) Chile en el carro de la cuarta revolución industrial: ¿Hay trabajos amenazados? Santiago: Emol.com

³⁴ Secretaría Ejecutiva de Desarrollo Digital (2013). Agenda Digital Imagina Chile 2013 – 2020. Santiago: Gobierno de Chile.

considera una estrategia para la inclusión digital y el desarrollo de servicios y aplicaciones, incorporando los avances alcanzados, con la certeza que la aplicación de la tecnología es una herramienta cada vez más relevante para el desarrollo del país y la mejora de calidad de vida de sus ciudadanos. Esta Agenda se apoya en cinco ejes estratégicos: i) Conectividad e inclusión digital, ii) Entorno para el desarrollo digital, iii) Educación y capacitación, iv) Innovación y emprendimiento, y v) Servicios y aplicaciones.

B. Palabras clave para guiar la búsqueda de información

A partir del análisis exploratorio realizado para delimitar y definir el concepto de Revolución Tecnológica hemos identificado un conjunto de palabras clave que permiten guiar la búsqueda de información necesaria para determinar las capacidades en Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación relacionadas con la Revolución Tecnológica. En la Tabla 7.1 mostramos las palabras clave consensuadas con la contraparte técnica.

Tabla 7.1. Palabras clave utilizadas para guiar la búsqueda de información para el desafío país Revolución Tecnológica

Palabra clave en castellano	English keyword
Alfabetización digital	Digital literacy
Aprendizaje automático	Machine learning
Aprendizaje profundo	Deep learning
Autoaprendizaje digital	Digital self -learning
Automatización	Automatization
Biotecnología	Biotechnology
Brecha digital	Digital gap
Cadena de bloques	Blockchain
Cadena de valor global	Global value chain
Ciberseguridad	Cybersecurity
Ciencia de datos	Data Science
Ciudad inteligente	Smart city
Comercio digital	e-commerce
Comercio digital	Electronic commerce
Computación cognitiva	Cognitive computation
Computación cuántica	Quantum computing
Computación en la nube	Cloud computing
Comunes creativos	Creative commons
Comunidad virtual	Virtual community
Criptomonedas	Cryptocurrency
Cultura participativa	Participatory culture

Palabra clave en castellano	English keyword
Datos abiertos	Open data
Datos masivos	Big data
Digitalización	Digitalization
Digitalización de documentos	Digitization
Diseño asistido por computadora	Computer aided design
Economía de trabajos temporales	Gig economy
Gobierno abierto	Open government
Gobierno digital	Digital government
Gobierno guiado por datos	Data-driven government
Identidad digital	Digital identity
Impresión 3D	3D printing
Industria 4.0	Industry 4.0
Informatización	Informatization
Inteligencia artificial	Artificial intelligence
Inteligencia colectiva	Collective intelligence
Intercambio de datos	Data exchange
Internet de las cosas	Internet of Things
Interoperabilidad	Interoperability
Manufactura avanzada	Advanced manufacturing
Modelado de la información para la construcción	Building Information Modelling
Nanotecnología	Nanotechnology
Participación electrónica	e-participation
Pensamiento computacional	Computational thinking
Protección de datos personales	Information privacy
Realidad aumentada	Augmented reality
Realidad virtual	Virtual reality
Red 5G	5G network
Redes neuronales artificiales	Artificial neural network
Revolución Tecnológica	Technological revolution
Robótica	Robotics
Salud digital	e-Health
Sensor inteligente	Intelligent sensor
Sistema ciber-físico	Cyber-physical system

Palabra clave en castellano	English keyword
Tecnologías de información y comunicación	Information and communication technologies
Transformación digital	Digital transformation
Vehículo autónomo	Autonomous vehicle

Elaboración propia

7.2 Dimensiones y variables del contexto general del país

Utilizando como base el sistema de indicadores propuesto por CNID (2018) en el modelo presentado en el documento «Desafíos de monitorear el Ecosistema de Ciencia, Tecnología e Innovación desde la perspectiva de grandes retos», en esta sección se presenta el contexto general del país en el que se desarrolla el Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) en relación con el desafío país Revolución Tecnológica. Tal como mencionamos anteriormente, el contexto general corresponde al plano exterior de información del modelo mostrado en la Figura 8.1. Este plano entrega antecedentes para una comprensión de las condiciones generales del país que dan sustento al desempeño y desarrollo del Ecosistema Nacional de CTCI.

El contexto general del presente estudio se divide en 3 dimensiones: Económica, Político-Institucional y Sociocultural. En ellas, se seleccionaron variables que dan cuenta del entorno en el cual se inserta el Ecosistema Nacional de CTCI, determinando su evolución y desempeño. Se entiende a la dimensión Económica como aquella que da cuenta de las condiciones macroeconómicas del país, a la Sociocultural como la dimensión que da cuenta de los ámbitos sociales y culturales, y a la dimensión Político-Institucional como aquella que da cuenta del contexto político, y como las instituciones lo determinan.

A continuación, en la Tabla 7.2, se presenta nuestra propuesta de variables para cada una de las dimensiones del contexto general del país que se relacionan con el desafío país Revolución Tecnológica mencionadas anteriormente.

Tabla 7.2. Propuesta de dimensiones y variables indicadores para describir el contexto general del país para el Ecosistema Nacional de CTCI desde la perspectiva del desafío país Revolución Tecnológica

Dimensión	Variables
Económica	Bienestar económico
	Desigualdad de ingresos
	Productividad de nuestra economía
	Empleo y edad
	Expectativas de vida
	Mortalidad
	Fertilidad
	Inmigración

Dimensión	Variables
	Crecimiento poblacional
	Inversión en investigación y desarrollo
	Edad de jubilación
Sociocultural	Percepción de conflictos sociales
	Percepción de respeto
	Satisfacción con la vida
	Confianza social
	Percepción de la corrupción
	Desarrollo humano
	Equidad de género
Político institucional	Actividad en organizaciones sociales
	Actividad política
	Participación democrática
	Calidad de la democracia
	Percepción respecto al sistema de pensiones
	Políticas sobre la salud
	Marco Regulatorio

Elaboración propia

En la siguiente sección, se presenta un resumen del análisis del contexto general del país y del Ecosistema en base a las tres dimensiones analizadas: Económica, Sociocultural y Político-Institucional.

7.2.1 Resumen del análisis del contexto general del país y del Ecosistema

El análisis del contexto general nos expone un escenario donde el país se caracteriza por un estado, en general, regular, con un progreso que no es lo suficientemente rápido para alcanzar a los países desarrollados en las diferentes dimensiones analizadas. Las variables críticas no son de fácil solución, pero es urgente tratarlas. Las variables mejor evaluadas respecto al estado en que se encuentre cuando comparamos con países de la Organización Para el Desarrollo Económico son fertilidad, inmigración y crecimiento poblacional, determinantes frente a las consecuencias negativas que puede tener el envejecimiento poblacional en la economía. Respecto a la tendencia que siguen las variables, las mejor evaluadas son empleo y edad e inmigración, donde se observan tasas crecientes de ocupación y un flujo creciente de inmigración. Las variables críticas según el estado en que se encuentran son la percepción respecto al sistema de pensiones, actividad política e inversión en investigación y desarrollo, donde, respectivamente, se observa un gran rechazo a la política de Estado de pensiones, un ejercicio debilitado de la democracia, como también niveles mínimos de in-

versión en la creación de tecnología y conocimiento. Respecto a la tendencia que siguen las variables, la peor evaluada es la participación democrática, que, cuando comparamos con países desarrollados, no solo es menor, sino que también decreciente.

En el contexto económico de la última década, Chile ha evidenciado progresos en variables tales como el crecimiento económico y la desigualdad, pero no a la velocidad necesaria para alcanzar el nivel de los países de la OCDE. Esto se evidencia en el Producto Interno Bruto (PIB), medida de la riqueza económica de los países, es actualmente menor que el producto promedio de los países miembros de la OCDE, al igual que su ritmo de crecimiento, lo que implica que las distancias entre los PIB se acrecienten. De igual forma, la velocidad con la que disminuye el alto nivel de desigualdad en Chile, medida según el Índice de Gini, es insuficiente para alcanzar, en el mediano plazo, el desempeño de los países de la OCDE en esta variable. Por otra parte, el crecimiento de la productividad laboral de Chile, que mide el cambio en el producto por hora trabajada, como también la Productividad Total de los Factores, que representa la eficiencia del trabajo y capital en el proceso productivo, se encuentran entre los rangos mínimos de los países miembros de la OCDE. En tanto, la tasa de participación laboral, medida en la población mayor de 15 años, presenta una tendencia al alza en todos los rangos etarios en el periodo 2006-2017, exceptuando aquellos involucrados con la educación secundaria (15-19 años) y terciaria (20-24 años), pero a su vez, se observan niveles decrecientes de participación laboral entre rangos etarios desde los 45 años. Si bien contar con trabajadores más capacitados implica una mayor productividad, los niveles decrecientes de participación laboral entre la población adulta y adulta mayor, representan un problema evidente de inactividad laboral. Respecto a esto, la OCDE recomienda, que la edad de jubilación de nuestro país, en primer lugar, se iguale entre hombres y mujeres (65 años). En segundo lugar, mientras aumenta la expectativa de vida, también lo debe hacer la edad de jubilación.

En el contexto sociocultural, los ciudadanos en Chile están satisfechos con su vida, sin embargo, la percepción de conflictos sociales, respeto, confianza social y corrupción se encuentran en estado crítico. Indicadores como “más vida” de la OCDE (2017) y resultados del Estudio Longitudinal Social de Chile (ELSOC, 2016) muestran que los chilenos están satisfechos con su vida, incluso más satisfechos que el promedio de los países de la OCDE. Sin embargo, ELSOC (2016) concluye que en Chile se registran altos niveles de percepción de conflictos, poco o nulo respeto en los servicios de salud y trabajo, y la mayoría no confía en las instituciones públicas y sociales. Además, la percepción de la corrupción, que ha empeorado en el periodo 2012-2017, y las desigualdades de género, patentes en ingresos y participación laboral, son problemas que distan del desempeño alcanzado por los países de la OCDE, por ejemplo, en cuanto a niveles de probidad y equidad de género de.

En el contexto político – institucional, Chile presenta bajos niveles de participación ciudadana y un ejercicio debilitado de la democracia. Para las elecciones del año 2017, el 53% de la población habilitada no sufragó. Respecto a la participación en las elecciones parlamentarias, el 47% de la población en edad de votar lo hizo. De acuerdo al ELSOC (2016), mayoritariamente, los chilenos no pertenecen a ninguna organización social ni realizan actividades políticas, y la mayoría de la población no participa en los procesos democráticos. Consecuentemente, el Índice de Democracia, realizado por la revista The Economist, pretende medir el estado de la democracia en 167 países tomando en consideración el pluralismo, las libertades civiles y la cultura política. En base a los pará-

metros mencionados, al 2017, Chile constituye una democracia defectuosa. El índice ha experimentado una leve disminución en puntuación en los últimos 11 años, donde, en un máximo de 10 puntos, el país pasa de 7,89 a 7,84 puntos.

En las siguientes secciones, se presenta el desarrollo y estado actual de cada una de las variables de análisis propuestas en la Tabla 7.2. Para ello se incluye una descripción de cada variable, su relevancia para el contexto país, el indicador utilizado y las series de datos respectivas, siguiendo el orden con el que se presentan los indicadores en la tabla anterior. Para cada indicador, cuando la información se encuentra disponible y resulta relevante, se compara con el promedio de la OCDE. Alternativamente, tomamos dos países como referencia para hacer comparaciones: Dinamarca que posee un alto Índice de Desarrollo Humano³⁵ y Portugal, que, siendo miembro de la OCDE, posee un nivel de Desarrollo Humano similar al de nuestro país.

7.2.2 Variables de la dimensión Económica

Para dar cuenta del contexto general del país, es necesario referirse a las condiciones generales del territorio que determinan el desarrollo y desempeño del ecosistema CTCI. En el marco del estudio, se entiende a la dimensión económica como aquella que da cuenta de las condiciones macroeconómicas del país, que se utilizan de base para el desarrollo del contexto general como también del específico del presente estudio.

Para contextualizar, entendemos a la economía como el resultado de un conjunto de procesos que involucran su cultura, valores, educación, evolución tecnológica, historia, organización social, estructura política y sistemas legales, así como su geografía, dotación de recursos naturales y ecología, como factores principales. Estos factores dan contexto, contenido y establecen las condiciones y parámetros en los que se asienta el funcionamiento de una economía, los cuales se describen por medio de los indicadores de la presente sección.

Respecto a la situación general de la economía de Chile, ésta –en el contexto latinoamericano– es una de las más fuertes de la región, pues posee la renta per cápita más elevada de América Latina, se caracteriza por su dinamismo y posee la mejor calificación de deuda externa del continente. Además, el país es el mayor productor mundial de cobre y litio, y de otros productos naturales tales como uvas, ciruelas y salmón. Sin embargo, cuando nos comparamos con países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), nuestra economía ya no luce fuerte; siendo Chile el noveno país con el menor sueldo promedio, el sexto país que más horas trabaja, y el quinto país con el menor PIB per cápita y el país que presenta una mayor desigualdad en la distribución de ingresos³⁶.

A continuación, se presenta una serie de indicadores de la dimensión Económica que describen el contexto general del país en comparación con Portugal y Dinamarca, como con el resto de los países

³⁵ Elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el indicador se conforma a partir de las dimensiones fundamentales del desarrollo humano, a saber, tener una vida larga y saludable, adquirir conocimientos y disfrutar de un nivel de vida digno. El indicador es la media aritmética de los índices normalizados de cada una de las tres dimensiones.

³⁶ Datos de OCDE Data.

OCDE –en caso de existir datos–, siendo los indicadores: A) Bienestar económico, B) Desigualdad de ingresos, C) Productividad de nuestra economía, D) Empleo y edad, E) Expectativa de vida, F) Mortalidad, G) Fertilidad, H) Inmigración, I) Crecimiento poblacional, J) Inversión en investigación y desarrollo y K) Jubilación.

A. Bienestar económico

La primera variable dentro de la dimensión Económica del contexto general del Ecosistema Nacional de CTCI la constituye el bienestar económico, que es medida por medio del Producto Interno Bruto (PIB), que se aborda como un reflejo del bienestar material de una sociedad, especialmente cuando se habla de crecimiento económico. Si bien existen correlaciones positivas entre el bienestar social y el crecimiento del PIB, estas se difuminan cuando el análisis de bienestar toma en consideración materias como la salud o educación de un país³⁷, hecho relevante al momento de considerar la creación de conocimiento y el envejecimiento poblacional. En palabras de Kuznets, economista que desarrolló la medida, “las metas de crecimiento deben especificar más crecimiento de qué y a cambio de qué”³⁸.

Como variable, entendemos al Producto Interno Bruto (PIB) a precios de mercado como el gasto en bienes y servicios finales menos importaciones. En este contexto, «Bruto» significa que no se ha realizado ninguna deducción por la depreciación de maquinaria, edificios y otros productos de capital utilizados en la producción e «Interno», a su vez, significa que es producción de las unidades institucionales residentes del país, esto es, hogares, individuos y empresas. Por último, los productos se refieren a bienes y servicios finales, es decir, aquellos que se compran, imputan, o registran como consumo final de los hogares, instituciones sin fines de lucro al servicio de los hogares o el Gobierno; así como los activos fijos y las exportaciones.

Los datos del PIB per cápita se miden en dólares (miles) estadounidenses a precios corrientes (o nominales), es decir, que no son ajustados por la inflación. Todos los países de la OCDE compilan sus datos de acuerdo con el Sistema de Cuentas Nacionales (System of National Accounts; SNA) de 2008³⁹.

En la Figura 7.1 podemos apreciar cómo la tendencia en el crecimiento del PIB per cápita en Chile no presenta el ritmo necesario para alcanzar a Portugal o al promedio de la OCDE en el corto plazo. Más aún, la distancia con Portugal –país con un Índice de Desarrollo Humano⁴⁰ similar– ha aumentado en los últimos años. Si bien el PIB no representa una medida exacta del bienestar social, si lo es del bienestar material; así podemos afirmar que el bienestar material de nuestro país tiene un crecimiento lento para nuestro nivel de producto.

³⁷ Drèze, Jean; Sen, Amartya (2013). *An Uncertain Glory: India and its Contradictions*. Princeton: Princeton University Press.

³⁸ Kuznets, S. (1962) "How to Judge Quality". *The New Republic*.

³⁹ World Bank. 2009. *System of national accounts 2008 (English)*. Washington, DC: World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/417501468164641001/System-of-national-accounts-2008>.

⁴⁰ United Nations Development Programme (2018). *Human Development Indices and Indicators – 2018 Statistical Update*. HDRO (Human Development Report Office).

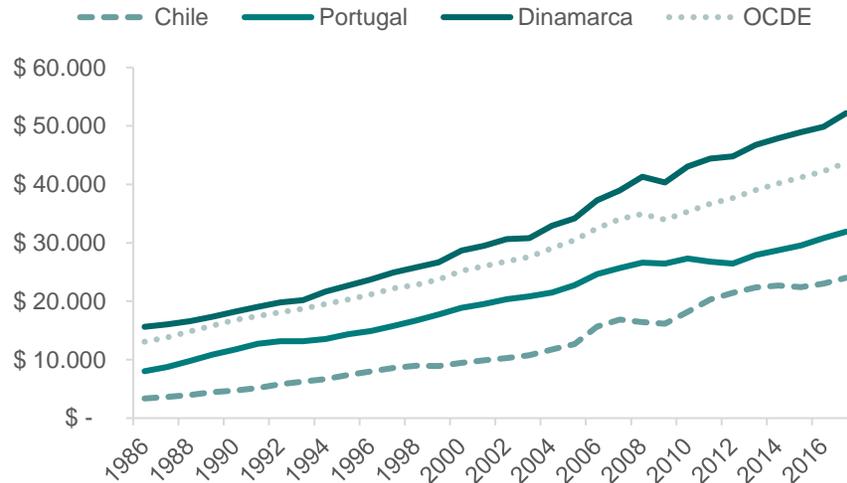


Figura 7.1. PIB per cápita en US\$ (1986-2017). Elaboración propia con datos de OCDE Data

B. Desigualdad de ingresos

Dentro de la dimensión Económica del contexto general del Ecosistema Nacional de CTCI, la segunda variable es la desigualdad de ingresos, entendiéndose que las preocupaciones teóricas y políticas sobre esta variable nace de la preocupación central que para los economistas y los políticos tiene el tema del ingreso y su distribución, así como el equilibrio en la relación entre desigualdad de ingresos y el crecimiento económico, que a menudo resulta inversa.

Como introducción a la variable, entenderemos al ingreso como aquél que está disponible para un hogar en un año en particular; considerando ganancias, trabajo por cuenta propia e ingresos de capital y transferencias públicas de efectivo, deducidos los impuestos sobre la renta y las cotizaciones a la seguridad social que pagan los hogares. Estos ingresos del hogar se atribuyen a cada uno de sus miembros, con un ajuste para reflejar las diferencias en las necesidades de los hogares de diferentes tamaños.

La desigualdad de ingresos entre individuos es medida aquí por el Índice de Gini, el que se basa en la comparación de las proporciones acumulativas de la población con las proporciones acumuladas de ingresos que reciben, y oscila entre 0 en el caso de igualdad perfecta y 1 en el caso de desigualdad perfecta.

En la Figura 7.2 presentamos el Índice de Gini para Chile, Portugal y Dinamarca en los últimos años. Se aprecia que la tendencia en la desigualdad de ingresos en Chile ha sido decreciente en el periodo de análisis, aunque esta sigue siendo mayor que en los casos de Portugal y Dinamarca. Entendemos que una justa distribución de ingresos, además de ser clave en el desarrollo del capital humano nacional, garantiza que los avances venideros de la Revolución Tecnológica no aumentarán dichas

diferencias en el ingreso. En el contexto general, la desigualdad de ingresos es un elemento problemático para la estabilidad social de nuestro país⁴¹.

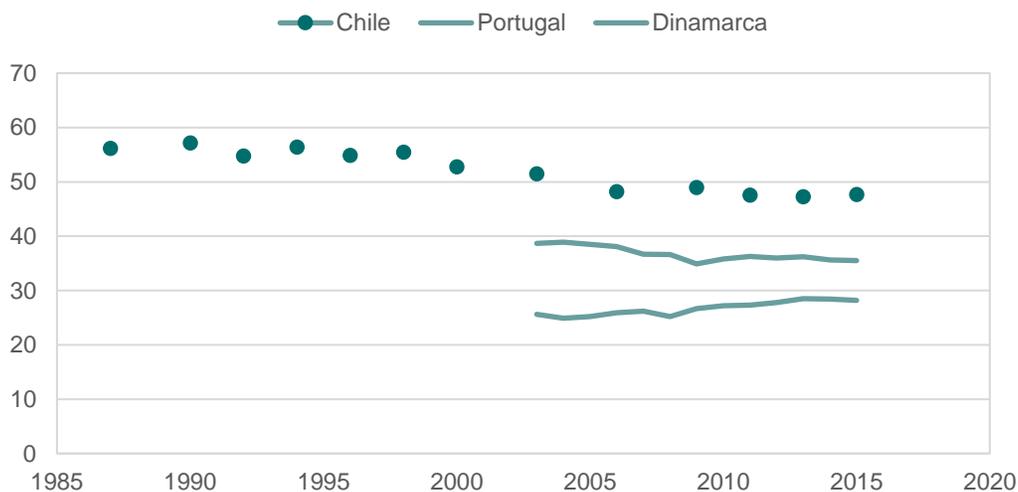


Figura 7.2. Índice de Gini (1985-2015). Elaboración propia con datos de OCDE Data⁴²

C. Productividad en nuestra economía

La tercera variable dentro de la dimensión Económica del contexto general del Ecosistema Nacional de CTCI se constituye por la productividad en nuestra economía, la cual es medida por la Productividad Total de los Factores (PTF).

La PTF es una medida de la eficiencia económica y, de acuerdo a la teoría, explica parte de las diferencias en el ingreso per cápita entre países, pues desempeña un papel fundamental en las fluctuaciones económicas, el crecimiento económico y las diferencias de ingresos per cápita entre países. En el ciclo económico, la PTF está fuertemente correlacionada con la producción y las horas trabajadas⁴³, donde aspectos como la automatización de la producción y la composición etaria de la fuerza laboral desempeñan un rol clave para explicar sus variaciones.

Para medir la PTF, se asume que representa la porción de producto interno no explicada por la cantidad de insumos utilizados en la producción y, como tal, su nivel está determinado por la eficiencia y la intensidad en el uso de éstos dentro del proceso productivo, siendo identificados por la teoría económica como insumos el capital y el trabajo.

⁴¹ Russett, B. M. (1964). Inequality and Instability: The Relation of Land Tenure to Politics. *World Politics*, 16(03), 442-454.

⁴² Chile no posee la misma cantidad de datos sobre la desigualdad de ingresos que Dinamarca y Portugal, por lo que su representación es en puntos y no una línea de tendencia.

⁴³ Kydland, F. and E. Prescott (1982) "Time to Build and Aggregate Fluctuations", *Econometrica* Vol. 50, No. 6, Nov., pp. 1345-1370.

Como fuente de datos para esta variable, se utilizó la Penn World Table de la Universidad de Groninga (Países Bajos), la cual toma al PIB por trabajador como medida de la productividad laboral, y luego se corrige por diferencias en el capital tangible y humano por trabajador. En la Figura 7.3, podemos ver que la productividad total de los factores de Chile es marginalmente superior a la de Portugal, pero inferior a la de Dinamarca, esto permite decir que la eficiencia económica de nuestro país está ubicada a la par de Portugal.

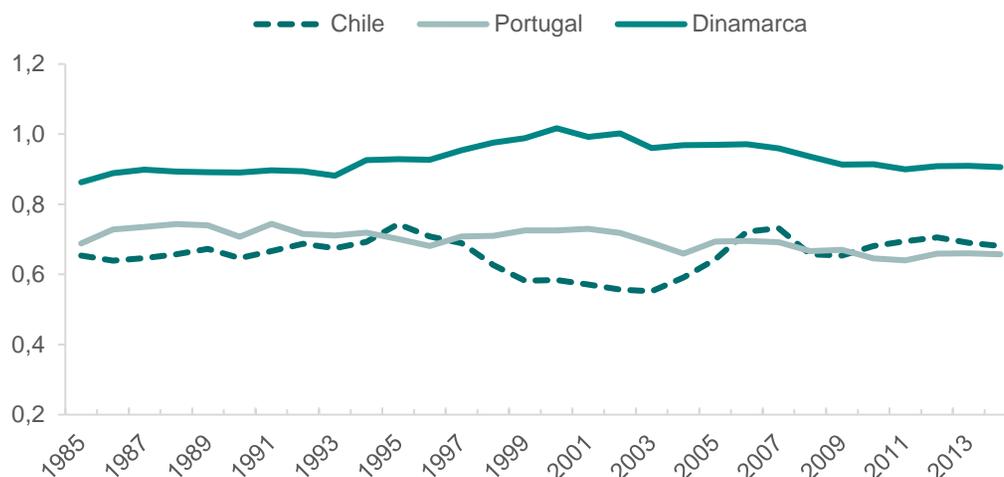


Figura 7.3. Productividad Total de los Factores (1985-2014). Elaboración propia con datos de Penn World Table

D. Empleo y edad

La cuarta variable dentro de la dimensión Económica está dada por el empleo y su distribución según el rango etario. Conviene decir que la creación de puestos de trabajo no solo se centra en ciertas industrias, sino que también está determinada por la edad de los potenciales trabajadores; lo cual se convertirá en un desafío para Chile, donde la empleabilidad de los adultos mayores puede tornarse una característica general de nuestra economía debido al fenómeno del envejecimiento poblacional. Por otro lado, estas estructuras pueden verse fuertemente alteradas por los cambios tecnológicos, propios de la Revolución Tecnológica.

Como fuente de datos para analizar esta variable se utilizó a la Encuesta de Caracterización Socio-económica Nacional (Casen), que corresponde a una encuesta a nivel nacional, regional y comunal, que realiza el Gobierno de Chile desde el año 1985, con un periodicidad bienal y trienal y mandatada por el Ministerio de Desarrollo Social. En la Encuesta, se define la tasa de participación –indicador definido por el estudio para medir la variable– como el porcentaje de la fuerza de trabajo o población económicamente activa (ocupados y desocupados) con respecto a la población total de 15 años o más.

En la Figura 7.4, podemos ver cómo la tasa de participación laboral ha aumentado en el tiempo en casi todos los rangos etarios, excepto en los tramos de 15 a 19 años, y 20 a 24 años, situación que puede responder al crecimiento en el número de matriculados en la educación terciaria durante los últimos años, que los aleja de formar parte de la fuerza laboral activa, lo cual se menciona en la

dimensión Laboral y Capital Humano del presente informe, en la Figura 7.62. La baja participación laboral de los adultos mayores, aun cuando se aprecia una tendencia creciente en la tasa en los últimos años, puede representar un problema en el futuro, cuando un número considerable de la fuerza de trabajo esté en transición a la senectud, por lo que se debe abordar como un desafío para las autoridades en virtud del proceso de envejecimiento que está viviendo Chile en la actualidad.

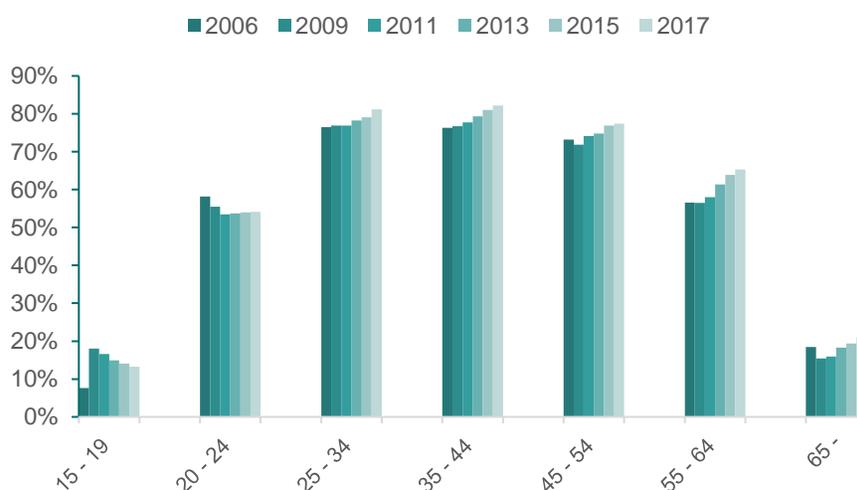


Figura 7.4. Tasa de participación laboral por rango etario en Chile (2006-2017). Elaboración propia con datos de encuesta CASEN, Ministerio de Desarrollo Social

E. Expectativa de vida

En la dimensión Económica del contexto general del Ecosistema Nacional de CTCI, la quinta variable apunta a la expectativa de vida. La expectativa de vida es determinante del envejecer de una población, además de ser una consecuencia directa del entorno general del país y de sus condiciones de vida.

La expectativa de vida al nacer se define como el tiempo promedio que un recién nacido puede esperar vivir, si las tasas de mortalidad actuales no cambian. Sin embargo, la tasa de mortalidad real por edad de cualquier cohorte de nacimiento en particular no se puede conocer de antemano. Así, si las tasas están cayendo, la vida real será más alta que la esperanza de vida calculada utilizando las tasas de mortalidad actuales.

La esperanza de vida al nacer es uno de los indicadores de uso frecuente para medir el estado de la salud en los países, donde se considera que un aumento de esta variable es explicado por una serie de factores, entre ellos, el aumento de los niveles de vida, un mejor estilo de vida y una mejor educación, así como un mayor acceso a servicios de salud de calidad. Este indicador se presenta como total poblacional y por género, y es medida por años.

En la Figura 7.5, podemos ver cómo la expectativa de vida al nacer de Chile es creciente, aunque actualmente es inferior a la exhibida por Portugal y Dinamarca, pese a que hasta inicios del siglo XXI existía un nivel similar entre los tres países; produciéndose una divergencia por el menor ritmo de crecimiento de la expectativa de vida de Chile durante los últimos años. Empero, el rápido ascenso

de nuestra expectativa de vida al comienzo de los 90' nos posiciona en niveles cercanos a estos países.

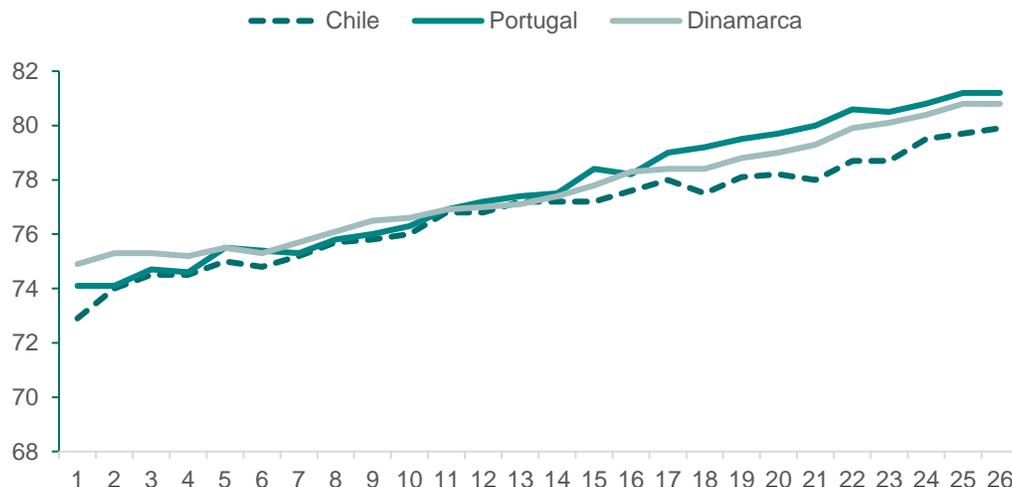


Figura 7.5. Expectativa de vida al nacimiento (1990-2015). Elaboración propia con datos de OCDE Data

F. Mortalidad

La sexta variable identificada para la dimensión Económica es la mortalidad poblacional, y al igual que la expectativa de vida, es una determinante para el envejecimiento poblacional, pues es un importante indicador de cómo operan los sistemas de salud y pensiones en un país.

La tasa de mortalidad en adultos es la probabilidad de que un individuo de 15 años muera antes de cumplir los 60 años. Las tasas de mortalidad para diferentes grupos de edad (bebés, niños y adultos) y los indicadores de mortalidad general (esperanza de vida al nacer o supervivencia a una edad determinada) son indicadores importantes del estado de salud en un país. Debido a que los datos sobre la incidencia y la prevalencia de enfermedades con frecuencia no están disponibles, las tasas de mortalidad a menudo se usan para identificar poblaciones vulnerables y se consideran como indicadores útiles para comparar el desarrollo socioeconómico entre países.

En la Figura 7.6 y Figura 7.7, podemos ver cómo la mortalidad en Chile ha experimentado un descenso lento aunque superior al promedio de los países de la OCDE desde el año 2000 para las mujeres, y menos acelerado en el caso de los hombres, posicionándonos sobre el promedio de la OCDE, Portugal y Dinamarca. En el período 1980-2016 la tasa de mortalidad femenina disminuyó aproximadamente en un 50%, mientras que, para los hombres, el descenso fue de un 40%. En el mismo período, la tasa de mortalidad promedio de la OCDE disminuyó casi 40% para las mujeres, y un 57% para los hombres. Esto implica que el rápido descenso de la tasa de mortalidad nos posiciona como una sociedad que vive cada vez más.

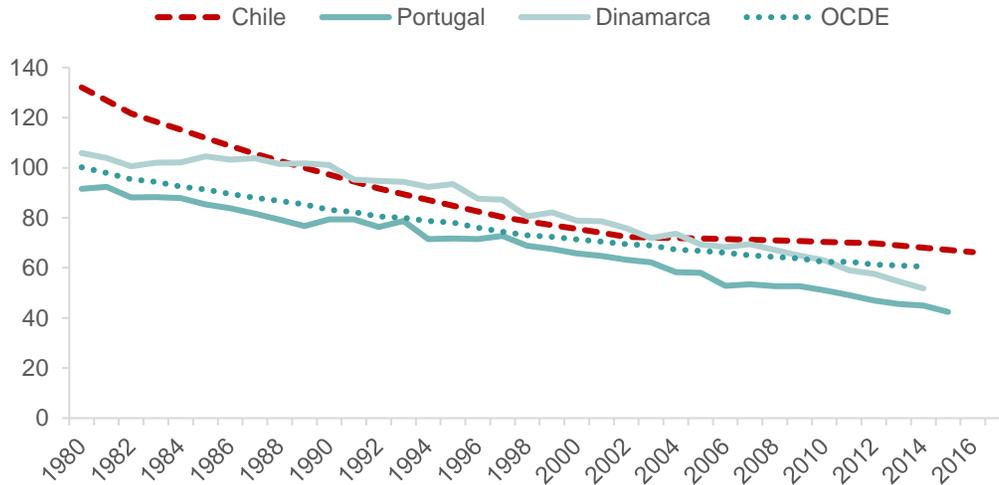


Figura 7.6. Tasa de mortalidad de mujeres adultas (1980-2016). Elaboración propia con datos de World Bank Data

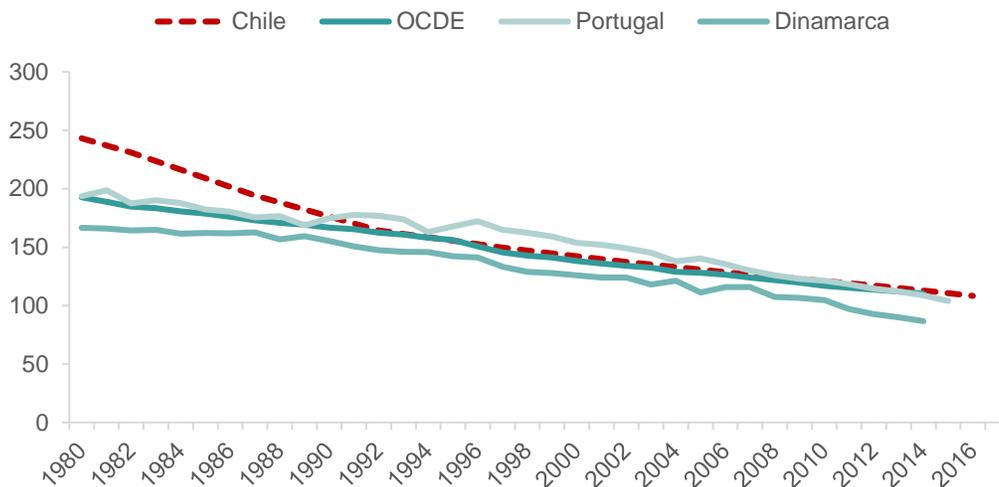


Figura 7.7. Tasa de mortalidad de hombres adultos (1980-2016). Elaboración propia con datos de World Bank Data.

G. Fertilidad

La séptima variable dentro de la dimensión Económica del contexto general del Ecosistema Nacional de CTCI es la fertilidad. Una sociedad que tiene hijos está opuesta al envejecimiento poblacional, pues dota de infantes a la estructura poblacional del país.

La tasa de fertilidad total en un año específico se define como el número total de hijos que nacerían de cada mujer si ella viviera hasta el final de sus años fértiles y que, al tener hijos, estuviese en concordancia con las tasas prevalentes de hijos respecto a su edad. Se calcula al totalizar las tasas de fertilidad específicas por edad definidas en intervalos de cinco años.

El escenario ideal para un país es que suponiendo que no haya migración neta y mortalidad sin cambios, poseer una tasa de fertilidad total de 2.1 hijos por mujer para garantizar una población ampliamente estable. Junto con la mortalidad y la migración, la fertilidad es un factor central en el crecimiento de la población, que refleja tanto las causas como los efectos de los desarrollos económicos y sociales. Las razones del dramático descenso en las tasas de natalidad durante las últimas décadas incluyen la formación de familias pospuestas, la maternidad tardía y una disminución en el tamaño de familia deseado.

En la Figura 7.8, podemos ver cómo Chile y Dinamarca son los países con la mayor tasa de fertilidad en comparación a Portugal y el promedio de la OCDE. Los niveles en la tasa de fertilidad expuestos son similares entre los países en comparación, siendo la mayor tasa exhibida por el país un elemento que permitiría ralentizar el fenómeno de Envejecimiento Poblacional.

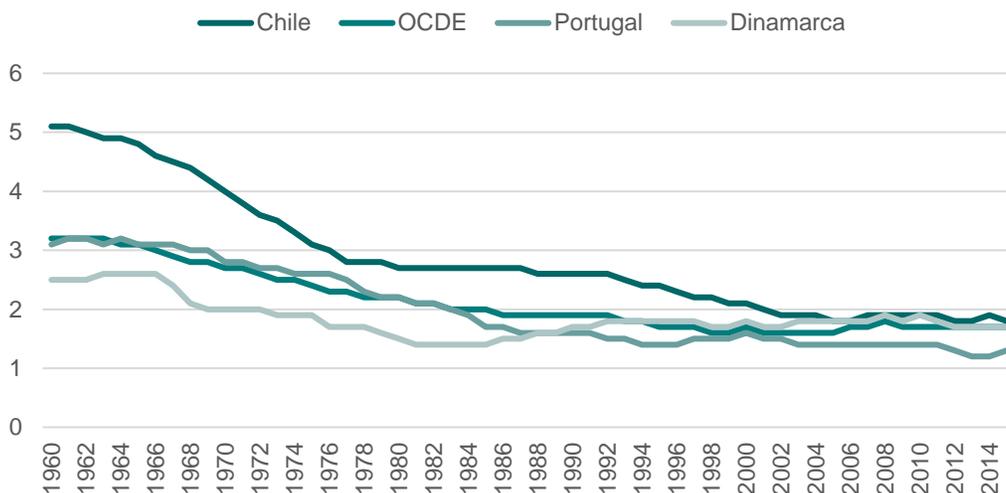


Figura 7.8. Tasa de fertilidad (1960-2014). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

H. Inmigración

La octava variable identificada dentro de la dimensión Económica está dada por la inmigración. De manera similar a la fertilidad, la inmigración es un fenómeno que ralentiza el envejecimiento poblacional, pues dota de personas jóvenes a la estructura poblacional del país, siendo un tema de discusión en el acontecer nacional.

La siguiente serie de datos muestra el flujo de población extranjera que ingresa a cada país desde el año 2000, y se derivan de los registros de población, los permisos de residencia y/o trabajo y la estimación mediante encuestas específicas a cada país.

La Figura 7.9 muestra un aumento exponencial de la inmigración en Chile a partir del año 2011, ubicándose desde entonces muy por encima de Portugal y Dinamarca. El explosivo crecimiento de la inmigración en nuestro país es un fenómeno positivo que ayudaría a afrontar el desafío del Envejecimiento Poblacional.

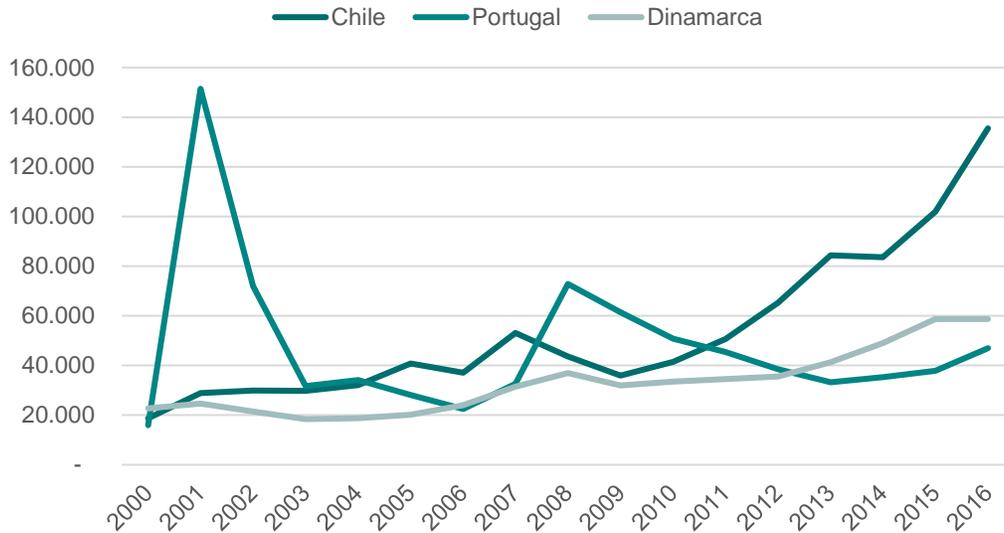


Figura 7.9. Flujo de población extranjera. Elaboración propia con datos de International Migration Database.

I. Crecimiento poblacional

En la dimensión Económica, la octava variable del contexto general apunta al crecimiento poblacional. Este indicador muestra el crecimiento de la población, definida como todos los nacionales presentes o temporalmente ausentes de un país, y los extranjeros establecidos permanentemente en un país, que generalmente viven en un área.

Las tasas de crecimiento poblacional representan los cambios anuales en la población que resultan de nacimientos, muertes y migración neta durante el año. Para el cálculo de la población total se incluyen los siguientes grupos: fuerzas armadas nacionales estacionadas en el extranjero; marineros mercantes en el mar; personal diplomático ubicado en el extranjero; extranjeros civiles residentes en el país y personas desplazadas residentes en el país. Asimismo, el cálculo excluye a fuerzas armadas extranjeras estacionadas en el país, al personal diplomático extranjero ubicado en el país y a los extranjeros civiles que visitan temporalmente el país.

Las proyecciones de población son una herramienta demográfica común, pues proporcionan una base para otras proyecciones estadísticas, ayudando a los gobiernos en la toma de decisiones. Este indicador se mide en términos de tasa de crecimiento anual y en miles de personas. La Figura 7.10 muestra una tasa de crecimiento poblacional en caída para el caso de Chile, pero aun así superior a la de Portugal y Dinamarca. Esta descrecencia de nuestra población es un elemento acelerador del Envejecimiento Poblacional, pues no se produce el recambio generacional esperado.

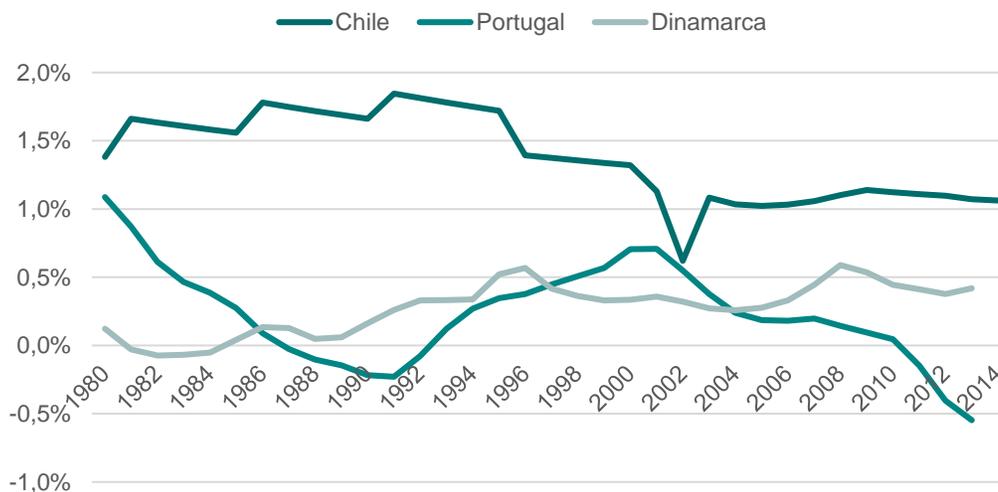


Figura 7.10. Crecimiento Poblacional porcentual (1980-2014). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

J. Inversión en investigación y desarrollo

La décima variable dentro de la dimensión Económica del contexto general del Ecosistema Nacional de CTCI la constituye la inversión en investigación y desarrollo. Como motor de esta variable se encuentran las políticas públicas que son determinantes en la capacidad de innovación de un país⁴⁴ ⁴⁵, siendo el desarrollo de la ciencia y el conocimiento, como productos de la innovación, factores clave para integrar en la sociedad las nuevas herramientas de la Revolución Tecnológica.

Como indicador de esta variable consideramos el gasto interno bruto en I + D (Investigación y Desarrollo), que se define como el gasto total (corriente y capital, esto es, el gasto efectivo y en activos) en I + D realizado por todos los actores clave en el país, tales como las empresas residentes, los institutos de investigación, los laboratorios universitarios y gubernamentales, etc., e incluyendo la I + D financiada desde el extranjero, pero excluyendo los fondos nacionales para la I + D realizada fuera de la economía nacional. Este indicador se mide en precios constantes en dólares estadounidenses utilizando el año base 2010 y como cuota del PIB.

La Figura 7.11 muestra que la inversión chilena en investigación y desarrollo es considerablemente menor al promedio de la OCDE, Portugal y Dinamarca. El bajo nivel de inversión pública, sobre todo considerando nuestras diferencias respecto al PIB con los países en comparación, nos indica que no se están realizando los esfuerzos suficientes para crear ciencia, conocimiento y tecnología en nuestro país.

⁴⁴ Hu, M., & Mathews, J. A. (2005). National innovative capacity in East Asia. Sydney: Macquarie Graduate School of Management.

⁴⁵ Furman, J. L., & Hayes, R. (n.d.). Catching Up or Standing Still? National Innovative Productivity Among ‘Follower’ Countries, 1978–1999. Technological Change and Economic Catch-up. doi:10.4337/9781845428174.00018

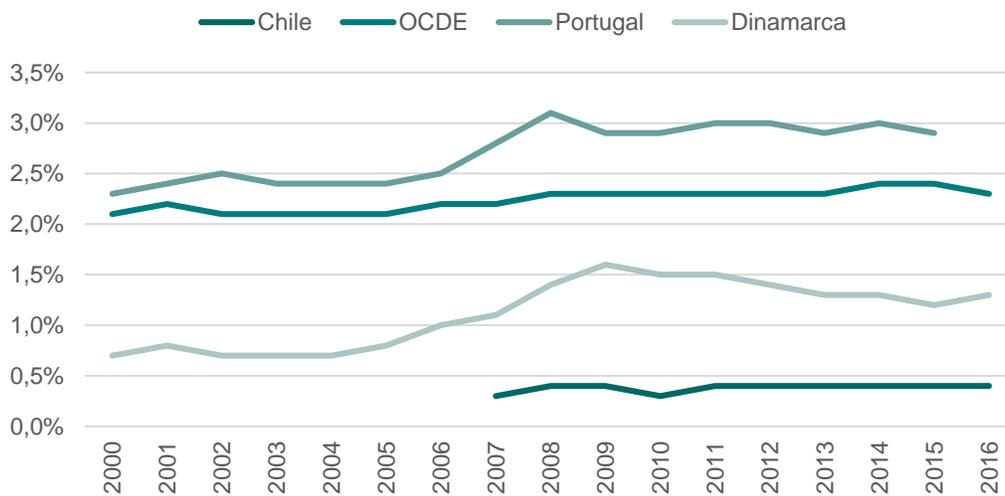


Figura 7.11. Inversión en Investigación y Desarrollo como cuota del Producto Interno Bruto (2000-2016). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

K. Edad de jubilación

La última variable dentro de la dimensión Económica corresponde a la edad de jubilación en nuestro país. El Envejecimiento Poblacional es un fenómeno que afecta a la cuarta Revolución Tecnológica por sus impactos en la economía de un país y en su fuerza laboral, pues a menos que la edad de jubilación aumente drásticamente para que los adultos mayores puedan contribuir a la fuerza laboral, la población en edad de trabajar disminuye al mismo tiempo que aumenta la dependencia de los mayores. Con una menor fuerza de trabajo y de mayor edad, la compra de bienes suntuarios o inmobiliarios, costosos y durables, como autos y casas disminuyen en el tiempo.

La cuarta Revolución Tecnológica nos permite vivir más, mejor y más activamente. Por esto, mientras una sociedad vive más, y al mismo tiempo, necesita de trabajadores productivos, es natural aumentar la edad de jubilación. Así lo afirma el primer ministro de Dinamarca⁴⁶, Løkke Rasmussen, país que ha elevado la edad de jubilación de los 67 a los 67,5 años.

Por otra parte, en Chile, la edad de jubilación es de 60 años para las mujeres y 65 para los hombres. Según la OCDE⁴⁷, en Chile es necesario, en primer lugar, igualar y elevar la edad de jubilación. Las brechas en los aportes a la jubilación causados por el auto-empleo, el empleo informal y desempleo reduce las pensiones ya bajas, especialmente la de las mujeres. Así, elevar la edad de jubilación de las mujeres aumentaría en 0.6% el PIB per cápita en los siguientes 10 años, además de reducir la pobreza en la tercera edad y hacer sostenible las pensiones en el mediano plazo.

⁴⁶ Danish government drops plan to increase retirement age. The Local. Dinamarca: www.thelocal.dk. <https://www.thelocal.dk/20170522/danish-government-drops-plan-to-increase-retirement-age>

⁴⁷ Chile OECD Economic Surveys: Chile 2018. (2018). OECD Economic Surveys. doi:10.1787/eco_surveys-chl-2018-graph8-en

7.2.3 Variables de la dimensión Sociocultural

Como segundo campo para comprender el contexto nacional, se entiende a la dimensión sociocultural como aquella que da cuenta de los ámbitos sociales y culturales. Analizar la dimensión Sociocultural implica una visión más compleja y completa de los hechos, pues aborda una visión que dé cuenta de cómo las personas interactúan concretamente, en relación con su entorno social y cultural. Este análisis no solo es relevante para el contexto general, sino también para el específico de los desafíos: como enfrentamos la Revolución Tecnológica y el Envejecimiento Poblacional depende de cómo nuestra sociedad y cultura participan en los cambios que estos desafíos implican.

A continuación, se presenta una serie de indicadores de la dimensión Sociocultural que describen el contexto general del país en comparación con el resto de los países de la OCDE, a saber: A) Percepción de Conflictos Sociales, B) Percepción de respeto, C) Satisfacción con la vida, D) Confianza social, E) Percepción de la corrupción, F) Desarrollo humano y G) Equidad de género.

En el contexto del estudio, la percepción de conflicto en el país a nivel general es alta. Asimismo, la percepción de conflicto entre la clase baja y la clase alta, y entre empresarios y trabajadores también es alta. Estos resultados son relevantes si consideramos los conflictos que pueden generarse con los cambios bruscos que acompañan a los desafíos en estudio.

Además de esto, el análisis sociocultural nos indica que la confianza en las instituciones públicas y sociales es muy baja, y las brechas de género son considerablemente más pronunciadas que en Portugal y Dinamarca, ambos factores determinantes para entender el contexto sociocultural chileno. Positivamente, el grado de satisfacción con la vida es alto, y la percepción de la corrupción no es tan grave como en Portugal. A su vez, el Índice de Desarrollo Humano nos ubica en la categoría de “muy alto” desarrollo.

A. Percepción de conflictos Sociales

La primera variable dentro de la dimensión Sociocultural del contexto general del Ecosistema Nacional de CTCI la constituye la percepción de conflictos. La convivencia social pacífica se basa en minimizar el uso de la violencia entre los miembros de la sociedad, donde se espera que los individuos pueden vivir libremente con la tranquilidad de que no serán víctimas de la violencia de otros individuos ni de violencia institucional, siendo un desafío social el minimizar el uso de la violencia. Sin embargo, cuando los miembros de una sociedad justifican el uso de la violencia, la probabilidad de ocurrencia de hechos violentos aumenta (Markowitz, 2001⁴⁸) y se corre el riesgo de una escalada que lleve a disminuir drásticamente la seguridad de las personas.

En la Figura 7.12, Figura 7.13 y Figura 7.14 se muestran la percepción de conflicto en el país, entre empresarios y trabajadores y entre personas de clase alta y de clase baja según la encuesta ELSOC. Todas responden a las categorías donde se percibe una mayor noción de conflictos entre las alternativas a nivel país (entre hombres y mujeres, entre personas de clase alta y personas de clases bajas, entre los empresarios y los trabajadores, entre chilenos e inmigrantes peruanos, entre chilenos no indígenas y mapuche, entre Chile y sus países vecinos).

⁴⁸ Markowitz, F. E. (2001). Attitudes and Family Violence: Linking Intergenerational and Cultural Theories. *Journal of Family Violence*, 16(2), 205–218.

Es importante mencionar que lo que se mide no es la existencia de conflicto como tal, sino que como esta percepción se modifica de acuerdo a las expectativas subjetivas que tienen las personas. Dado lo anterior, el 43,6% de los encuestados afirma que en Chile hay bastante conflicto, y el 30,8% afirma que hay mucho conflicto. En la categoría conflicto entre empresarios y trabajadores, el 44% afirma que hay bastante conflicto, y el 23,4% afirma que hay mucho conflicto. Una categoría relevante es la percepción de conflictos entre la clase baja y la clase alta. Respecto a ella, el 43,1% de los encuestados afirma que hay bastante conflicto, y el 20% afirma que hay mucho conflicto. Los altos niveles de percepción de conflictos que se desprenden de lo anterior posicionan en un complejo contexto a nuestro país, sobre todo considerando los bruscos cambios que enfrentará Chile con los desafíos en estudio.

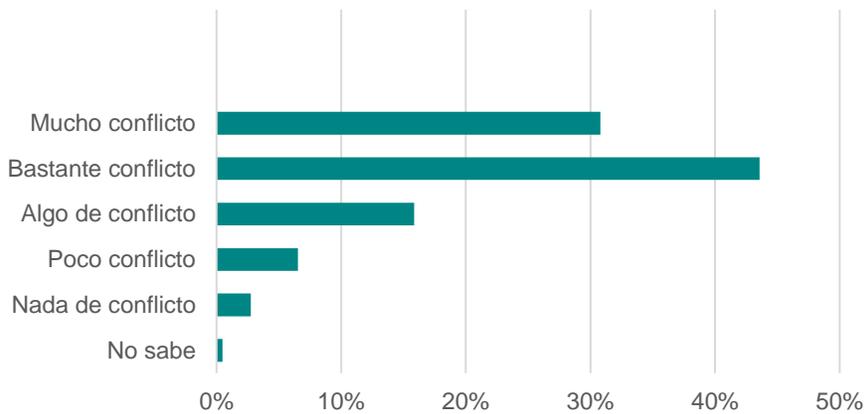


Figura 7.12. Percepción de conflictos en el país (2016). Elaboración propia con datos de ELSOC.

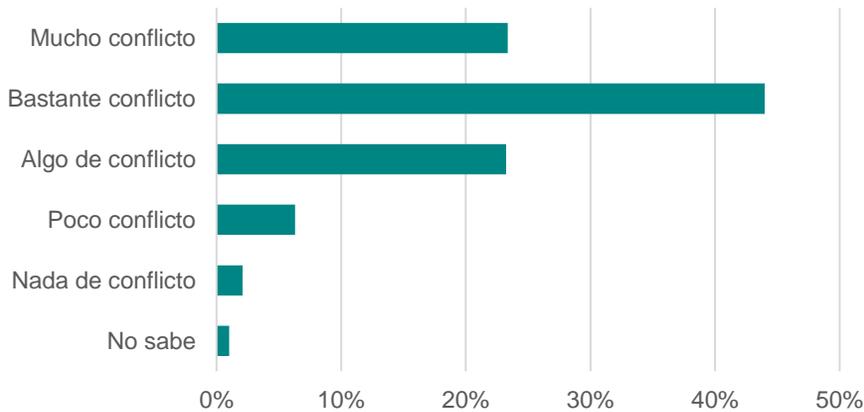


Figura 7.13. Percepción del nivel de conflicto entre empresarios y trabajadores (2016). Elaboración propia con datos de ELSOC.

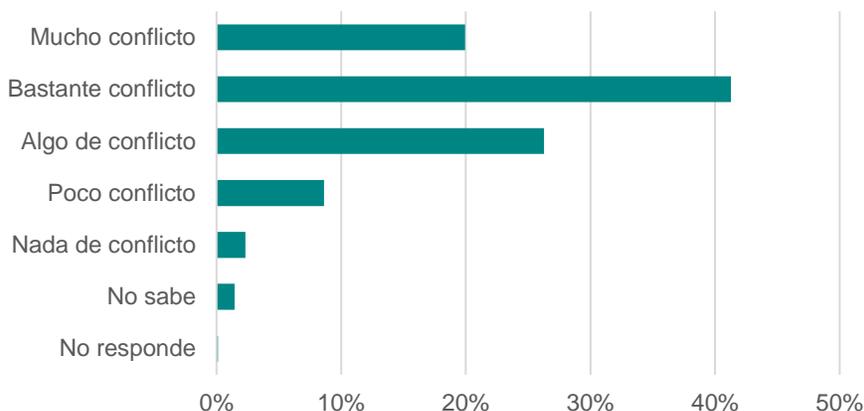


Figura 7.14. Percepción del nivel de conflicto entre personas de clase alta y clase baja (2016). Elaboración propia con datos de ELSOC

B. Percepción de respeto

La segunda variable del contexto general para la dimensión Sociocultural es la percepción de respeto. Un elemento clave en el concepto social de respeto es la reciprocidad del valor social o deferencia que existe entre nosotros, siendo considerado el trato respetuoso, además, determinante en nuestra relación con los adultos mayores.

En Chile, según plantea la encuesta del Estudio Longitudinal Social de Chile, el respeto parece estar ligado intrínsecamente con nuestra clase social. Bajo lo anterior, los encuestados, según su clase social, respondieron sobre cómo evaluaban el respeto con el que se les trata en el servicio de salud, trabajo, carabineros y las personas de altos ingresos. Las alternativas peor evaluadas fueron el trato recibido en servicios de salud y trabajo. Respecto al servicio de salud, la Figura 7.16 muestra que el 30% de los encuestados respondió que nunca o casi nunca se les trata con respeto, y respecto al trabajo, el 21% respondió que nunca o casi nunca se les trata con respeto. Coincidentemente, la percepción de respeto en nuestro trabajo y en los servicios de salud influye directamente en los desafíos de Revolución Tecnológica y Envejecimiento Poblacional, respectivamente.

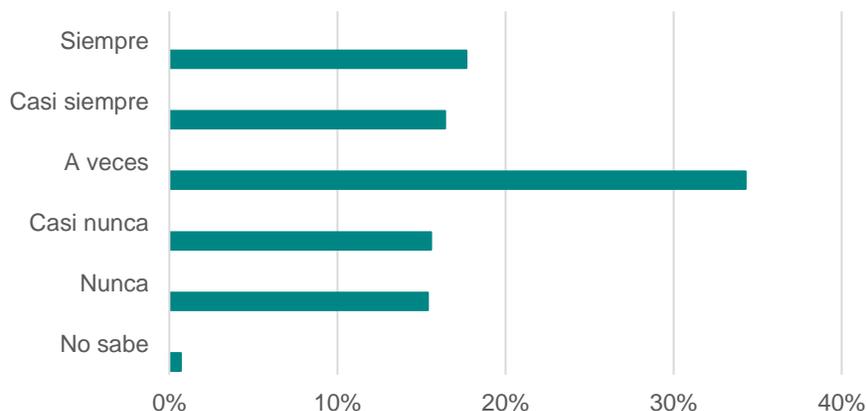


Figura 7.15. Percepción de la frecuencia de respeto recibido en los servicios de salud (2016). Elaboración propia con datos de ELSOC

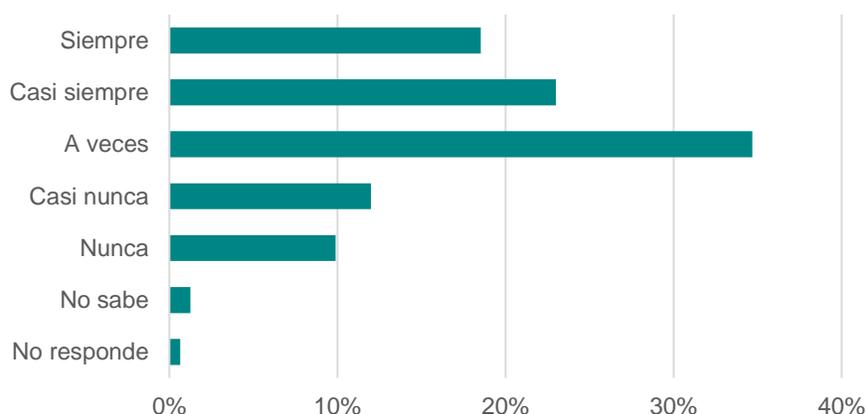


Figura 7.16. Percepción de la frecuencia de respeto recibido en el trabajo (2016). Elaboración propia con datos de ELSOC

C. Satisfacción con la vida

Esta tercera variable en la dimensión Sociocultural se entiende con cuan satisfechas están las personas con su vida. La felicidad, o bienestar subjetivo, puede medirse en términos de satisfacción ante la vida, la presencia de experiencias y sentimientos positivos, y la ausencia de experiencias y sentimientos negativos. Tales medidas, si bien son subjetivas, constituyen un complemento útil a los datos objetivos para comparar la calidad de vida entre los países.

Según la OCDE, con su indicador “Mejor Vida”⁴⁹, que se materializa en la variable de satisfacción ante la vida que mide la manera en que las personas evalúan, más que sus sentimientos actuales, su vida en su conjunto. Al pedirles que calificaran su satisfacción general ante la vida en una escala del 0 al 10, en promedio los chilenos le asignaron una puntuación de 6,7, cifra ligeramente mayor

⁴⁹ OECD (2017), How's Life? 2017: Measuring Well-being, OECD Publishing.

que el promedio de la OCDE de 6,5. En el mismo indicador, los portugueses asignan una puntuación de 5,2, mientras que los daneses una puntuación de 7,5.

Por otra parte, en la encuesta ELSOC (2016) se les pregunta a los encuestados de Chile qué tan satisfechos están con su vida. La Figura 7.17 muestra que el 73% de los encuestados responde que está satisfecho o totalmente satisfecho con su vida.

En este sentido, la satisfacción con la vida es alta en nuestro país. Si bien es difícil identificar qué factores son determinantes, dada la subjetividad de la medida, esto nos indica que en este campo existe estabilidad dentro de nuestro contexto sociocultural.

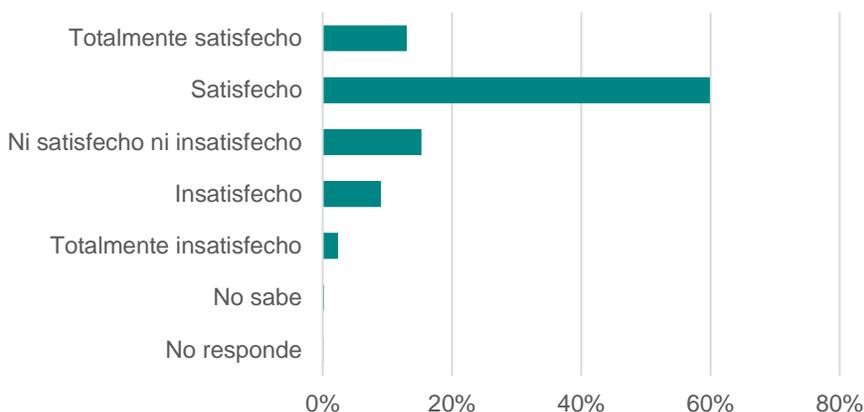


Figura 7.17. Grado de satisfacción con la vida (2016). Elaboración propia con datos de ELSOC

D. Confianza social

La cuarta variable en la dimensión Sociocultural trata sobre la confianza en nuestro país; pues el cómo impactarán los desafíos en estudio dependen, en cierta parte, de cómo las instituciones políticas y sociales lidian con ellos, y donde su actuar depende ampliamente de la confianza que se tenga en ellas.

Según la encuesta ELSOC (2016), los chilenos poseen baja confianza en las instituciones públicas y sociales. Como instituciones clave, que por definición están orientadas a defender derechos de la ciudadanía, se seleccionaron los partidos políticos, que defienden los intereses de la ciudadanía ante el Estado, y los sindicatos, que defienden los intereses de los trabajadores ante los empleadores. En la Figura 7.18 se observa que el 70% de los encuestados no confía nada en los partidos políticos, y el 19% confía poco. En la dimensión social, la Figura 7.19 indica que el 36% de los encuestados no confía nada en los sindicatos, que se enfrenta a un 13% que confía bastante en ellos. Los bajos niveles de confianza en las instituciones políticas y sociales de nuestro país dificultan una integración productiva y positiva de los efectos de los desafíos en estudio.

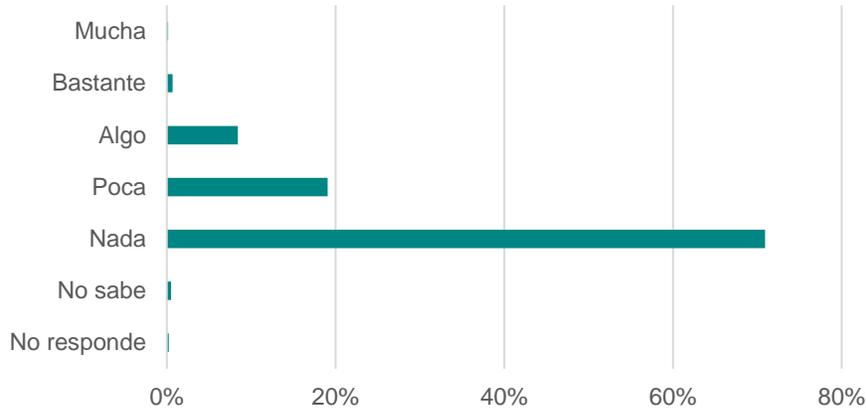


Figura 7.18. Grado de confianza en los partidos políticos (2016). Elaboración propia con datos de datos de ELSOC

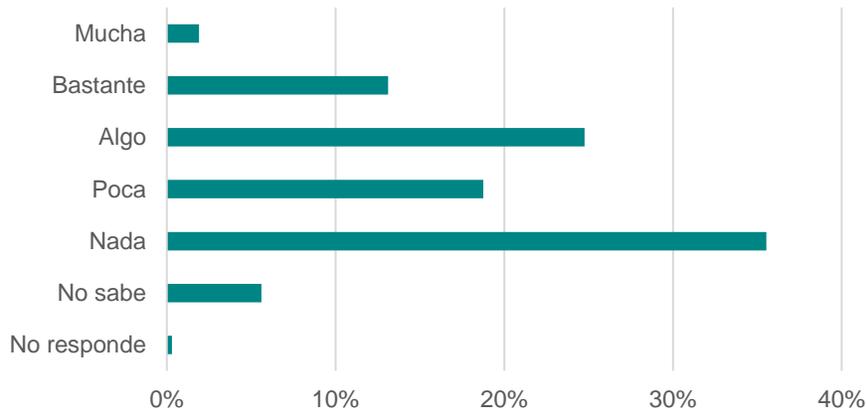


Figura 7.19. Grado de confianza en los sindicatos (2016). Elaboración propia con datos de datos de ELSOC

E. Percepción de la corrupción

En la dimensión Sociocultural, la quinta variable considera la percepción de corrupción, la cual es una forma de deshonestidad o actividad criminal emprendida por una persona u organización a la que se le confía un puesto de autoridad, a menudo para obtener beneficios ilícitos. La corrupción incluye muchas actividades, aunque usualmente se identifica con sobornos y malversaciones.

La percepción de la corrupción influye en la confianza de las personas hacia las instituciones públicas, como también en la eficiencia del sistema público. El Índice de la Percepción de la Corrupción clasifica 180 países y territorios según las percepciones de expertos y empresarios sobre el nivel de corrupción en el sector público, emplea una escala de cero a 100, en la cual cero equivale a muy corrupto y 100 a muy transparente. Este año, el índice concluyó que más de dos tercios de los países obtienen una puntuación inferior a 50, y que la puntuación media es de 43. La Figura 7.20 muestra que Chile está sobre Portugal, pero bastante por debajo de Dinamarca. La confianza de los chilenos

hacia las instituciones políticas es un importante elemento para el desarrollo de estas, y a su vez, de cómo se perciben los esfuerzos gubernamentales para enfrentar los desafíos en estudio.

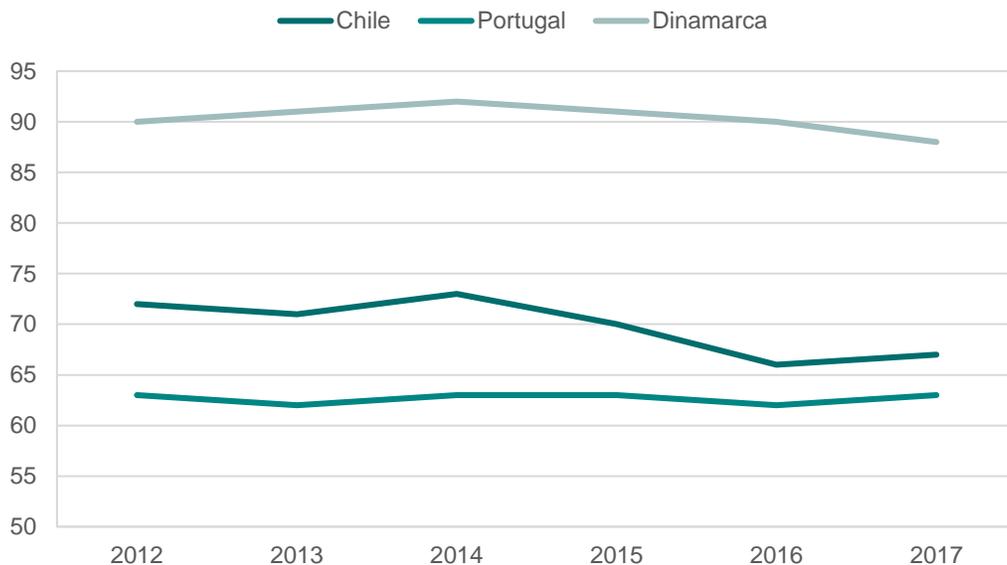


Figura 7.20. Índice de percepción de la corrupción de (2012-2017). Elaboración propia con datos de Transparencia Internacional

F. Desarrollo Humano

La sexta variable dentro de la dimensión Sociocultural se refiere al Desarrollo Humano. El Índice de Desarrollo Humano (IDH) se creó para enfatizar que las personas y sus capacidades deben ser los criterios finales para evaluar el desarrollo de un país, no sólo el crecimiento económico. Así entonces, el IDH considera la expectativa de vida, la educación y el ingreso. También se puede utilizar para cuestionar las opciones de políticas nacionales, preguntando cómo dos países con el mismo nivel de Ingreso Nacional Bruto per cápita pueden terminar con diferentes resultados de desarrollo humano. Estos contrastes permiten estimular el debate sobre las prioridades políticas del Gobierno.

El IDH es una medida resumida del rendimiento promedio en dimensiones clave del desarrollo humano: una vida larga y saludable, tener conocimiento y tener un nivel de vida digno. El IDH es la media geométrica de los índices normalizados para cada una de las tres dimensiones: esperanza de vida al nacer, educación (medida por la tasa de alfabetización, tasas de matriculación en educación primaria, secundaria, etcétera) e ingreso per cápita PPA en dólares internacionales⁵⁰. La Figura 7.21 muestra cómo el Índice de Desarrollo Humano en Chile cataloga como “Muy Alto”, ubicándose a la

⁵⁰ Medir en PPA corriente significa medir según la Paridad de Poder Adquisitivo (PPA) en términos nominales. Esto es, considerar el valor nominal de la suma final de cantidades de bienes y servicios al valor monetario nominal del dólar. Lo que se intenta hacer es medir la riqueza desligada de la variación de tipo de cambio, como también a correcciones por algún factor temporal, como la inflación.

par de Portugal. Como indican las variables expuestas en el estudio, la expectativa de vida, la educación y el ingreso han tenido un ascenso rápido en nuestro país, lo que nos garantiza esta posición.

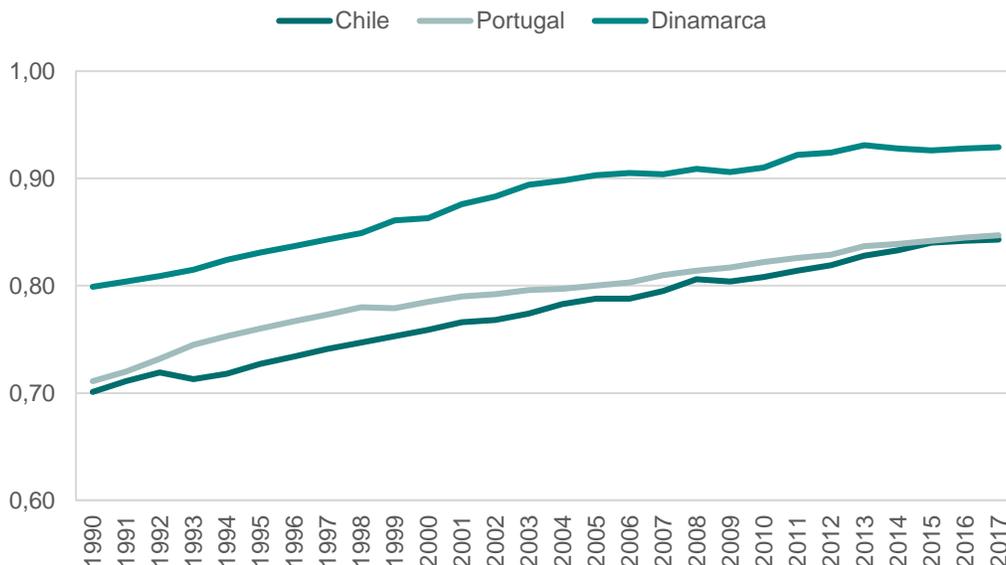


Figura 7.21. Índice de Desarrollo Humano de (1990-2017). Elaboración propia con datos de Naciones Unidas

G. Equidad de género

La última variable dentro de la dimensión Sociocultural del contexto general del Ecosistema Nacional de CTCI la constituye la equidad de género, que corresponde a un tema presente en la discusión nacional. Influye directamente en los desafíos en estudio: la feminización de la vejez es un fenómeno presente y creciente en nuestro país⁵¹, como también la sectorización profesional por género⁵². Así entonces, la equidad de género es un tema relevante para el contexto general y particular de los desafíos en estudio.

Como indicador consideramos al Índice Global de Brechas de Género, que examina la brecha entre hombres y mujeres en cuatro categorías fundamentales (subíndices) y 14 indicadores diferentes que los componen. Los subíndices son: Participación y Oportunidad Económica, Logro Educativo, Salud y Supervivencia y Empoderamiento Político. La puntuación más alta posible es 1 (igualdad) y la puntuación más baja posible es 0 (desigualdad).

Hay tres conceptos básicos subyacentes en el Índice Global de Brechas de Género, que forman la base de cómo se eligieron los indicadores, cómo se tratan los datos y la escala utilizada. En primer lugar, el Índice se enfoca en medir las brechas en lugar de los niveles. En segundo lugar, captura las

⁵¹ ComunidadMujer (2016). Informe GET, Género, Educación y Trabajo: la brecha persistente. Primer estudio sobre la desigualdad de género en el ciclo de vida. Una revisión de los últimos 25 años.

⁵² ComunidadMujer (2017). Informe GET, Mujer y trabajo: Brecha de género en STEM, la ausencia de mujeres en Ingeniería y Matemáticas. Chile.

brechas en las variables de resultado en lugar de las brechas en las variables de entrada. Es decir, captura brechas de resultados, no de origen. En tercer lugar, clasifica a los países según la igualdad de género en lugar del empoderamiento de las mujeres.

El Subíndice sobre Participación Económica y Oportunidades, que consideramos relevante en el análisis de la variable en la sección, contiene tres conceptos, a saber: i) la brecha de participación, ii) la brecha de remuneración y, iii) la brecha de avance. La brecha de participación se captura utilizando la diferencia entre mujeres y hombres en las tasas de participación en la fuerza laboral. La brecha de remuneración se captura a través de la proporción del ingreso estimado entre mujeres y hombres y un indicador cualitativo recopilado a través de la encuesta de opinión ejecutiva del Foro Económico Mundial (igualdad salarial para trabajos similares). Finalmente, la brecha entre el avance de las mujeres y los hombres se captura a través de dos estadísticas: la primera es la proporción de mujeres y hombres entre los legisladores, los funcionarios superiores y los gerentes; la segunda, en tanto, corresponde a la proporción de mujeres y hombres entre los trabajadores técnicos y profesionales.

La Figura 7.22 muestra cómo la proporción del ingreso estimado entre hombres y mujeres ha avanzado lentamente, ubicándose cercano a 0,6 puntos. Por otra parte, la Figura 7.23 muestra cómo Chile cataloga muy por debajo de Portugal y Dinamarca en el Índice Global de Brechas de Género.

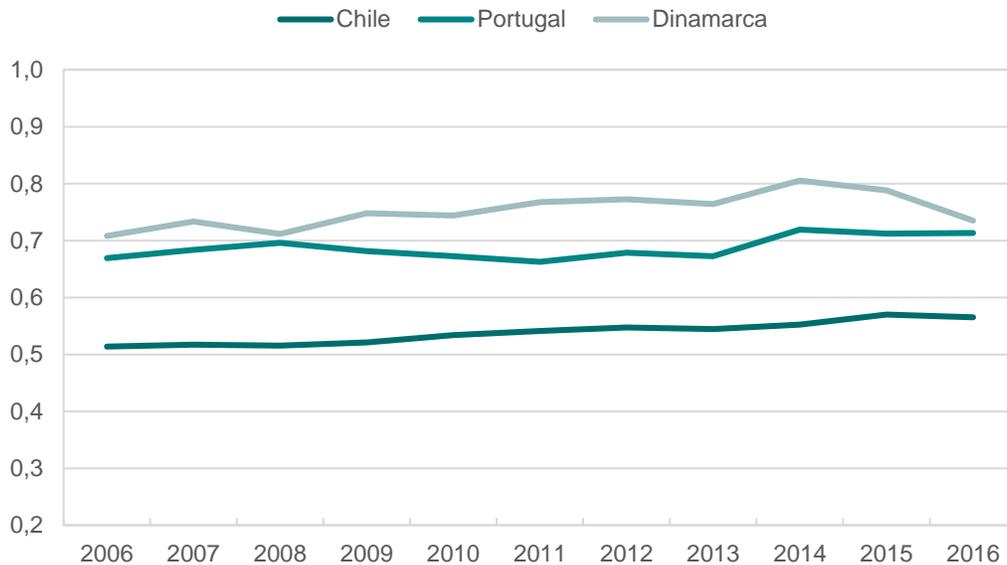


Figura 7.22. Subíndice de Oportunidad y Oportunidad Económica de Brecha de Género Global (2006-2016). Elaboración propia con datos de datos de World Bank Data

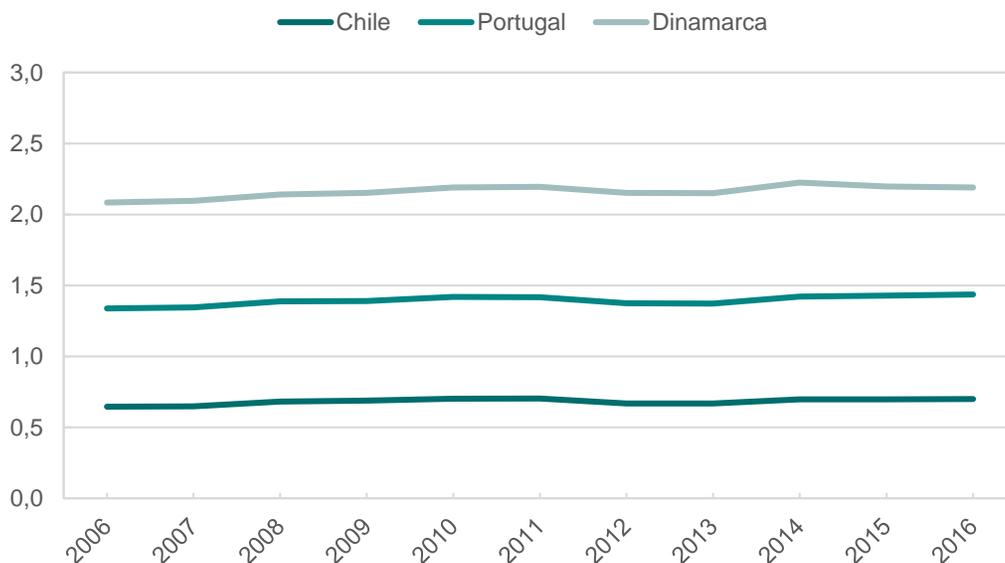


Figura 7.23. Índice global de brechas de género (2006-2016). Elaboración propia con datos de World Bank Data

Las grandes brechas de género presentes en nuestro país marcan un mal precedente frente a los desafíos de la Revolución Tecnológica y el Envejecimiento Poblacional. Si se mantienen hasta la integración de los desafíos, es esperable que los problemas asociados, como la sectorización profesional y la feminización de la vejez, se acrecienten.

7.2.4 Variables de la dimensión Político-Institucional

En el contexto del estudio, se entiende a la dimensión Político Institucional como aquella que da cuenta de las características políticas e institucionales de nuestro país, que permite entender cómo y cuánto participan las personas en ejercicios democráticos, y cuál es su percepción sobre políticas importantes, lo cual nos permite entender la robustez de la democracia y sus instituciones. Éstas son organizaciones que crean, hacen cumplir y aplican leyes, y que a menudo median conflictos, elaboran una política (gubernamental) sobre la economía y los sistemas sociales y de otra manera proporcionan representación para la población.

A continuación, se presenta una serie de indicadores de la dimensión Política-Institucional que describen el contexto general del país en cuanto al desafío país Revolución Tecnológica en comparación con el resto de los países de la OCDE, a saber: A) Actividad en organizaciones sociales, B) Actividad política, C) Participación democrática, D) Calidad de la democracia, E) Percepción respecto al sistema de pensiones, F) Políticas sobre la salud y G) Marco regulatorio.

A. Actividad en organizaciones sociales

La primera variable dentro de la dimensión Político-Institucional del contexto general la constituye la actividad en organizaciones sociales. La participación ciudadana y la actividad política en organizaciones sociales es un importante indicador de cómo las personas hacen llegar sus preferencias y

demandas a las autoridades públicas⁵³. En la encuesta de ELSOC (2016), se les preguntó a los encuestados lo siguiente: “A continuación le voy a leer una lista de organizaciones voluntarias. Para cada una de ellas, ¿podría decirme si es miembro activo, miembro inactivo, o no es miembro de estas organizaciones?”. La Figura 7.24 muestra que mayoritariamente, los encuestados no pertenecen a ninguna organización social, siendo donde se observa mayor participación las organizaciones religiosas, con un 20%, y en juntas de vecinos, con un 19%. Más atrás se encuentran la participación en un sindicato (7,6%), asociación profesional o gremial (4,9%) y un partido o movimiento político (1,9%). En resumen, la gran mayoría de los encuestados no participa en organizaciones sociales, y de esta forma, no cuentan con canalizadores para expresar sus demandas a las autoridades políticas competentes.

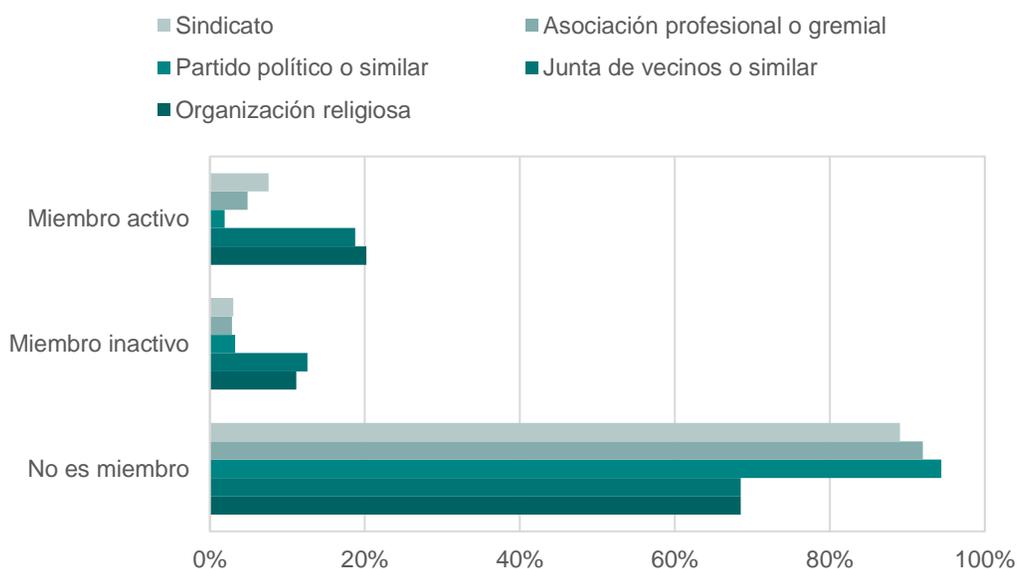


Figura 7.24. Participación en organizaciones sociales (2016). Elaboración propia con datos de ELSOC

B. Actividad política

La segunda variable la dimensión Político-Institucional abarca la actividad política. Al igual que la participación social, analizada en la presente sección, la participación en actividades relacionadas a la política es un importante indicador de cómo las preferencias de las personas son tomadas en consideración por la clase política, y a su vez, como la participación política puede determinar la desigualdad y fisuras en términos étnicos, residenciales, de género y de orientación sexual⁵⁴.

En la encuesta ELSOC (2016), se preguntó “¿en qué medida estaría usted dispuesto a participar en las siguientes acciones?”. Las acciones mencionadas fueron: i) usar redes sociales para opinar en

⁵³ Montero, José & Teorell, Jan & Torcal, Mariano. (2007). Political participation: Mapping the terrain.

⁵⁴ Klesner, J. L. (2007). Social Capital and Political Participation in Latin America: Evidence from Argentina, Chile, Mexico, and Peru. *Latin American Research Review*, 42(2), 1-32.

temas públicos, ii) participar en una huelga, iii) asistir a una manifestación y, iv) apoyar a una causa firmando. La Figura 7.25 indica que la gran mayoría de los encuestados declara que no participaría nunca en ninguna de las acciones. Con mayor preponderancia, el 87% de los encuestados nunca participaría en una huelga, y el 83% nunca asistiría a una manifestación. En general, la participación en actividades relacionadas a la política es escasa, lo que influye en diferentes dimensiones y variables críticas para nuestro contexto, como expresa la literatura citada.

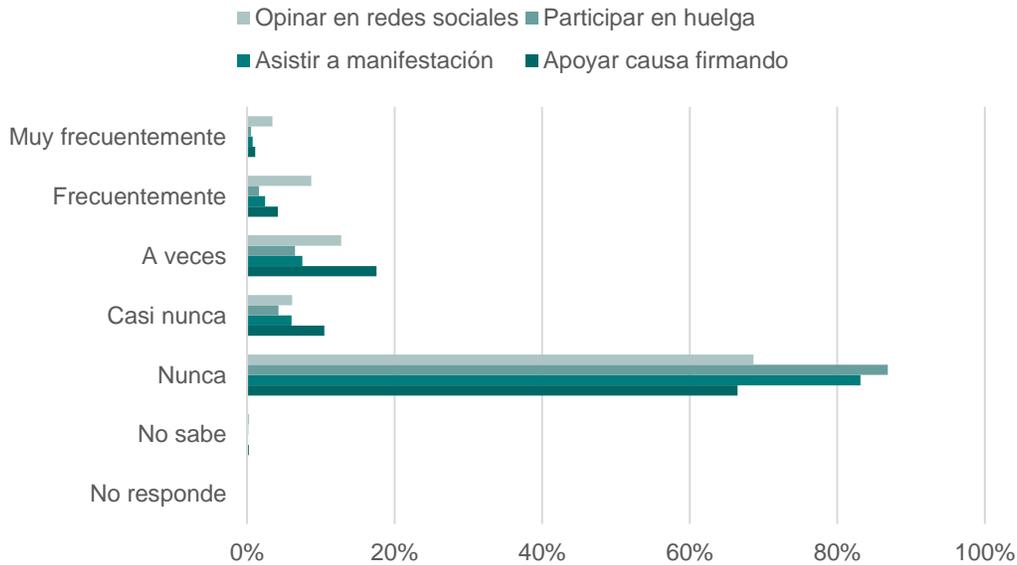


Figura 7.25. Frecuencia de participación política según tipo (2016). Elaboración propia con datos de ELSOC

C. Participación democrática

La tercera variable del contexto general en la dimensión Político-Institucional es la participación democrática. La participación política, como se expone en los puntos anteriores, representa las demandas de los ciudadanos frente a las autoridades políticas, y de esta forma, impacta en toda la estructura del contexto general. En Chile, la abstención se ha convertido en la principal protagonista de los últimos procesos electorales. Para las elecciones del año 2017, como indica la Figura 7.26, el 53% de la población habilitada no sufragó.

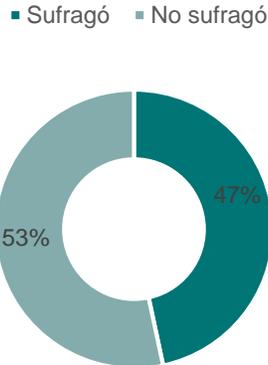


Figura 7.26. Participación electoral a nivel nacional (Elecciones 2017). Elaboración propia con datos de Servel

La Figura 7.27 muestra que la menor participación electoral en los últimos comicios correspondió al grupo los adultos mayores a los 80 años, con un 33,3% de votantes. Le siguen los jóvenes de 18 a 19 años y los jóvenes de 20 a 24 años, donde el 36% de los integrantes de cada rango etario votó.

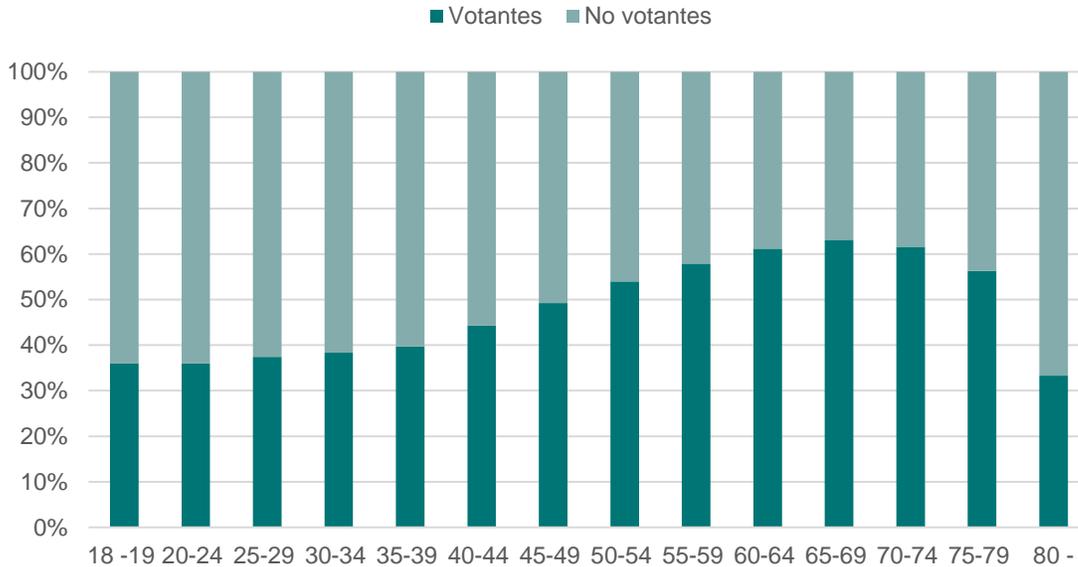


Figura 7.27. Distribución de votantes según tramo de edad – Elecciones 2017. Elaboración propia con datos de datos de Servel

En la participación en las elecciones parlamentarias, Chile se ubicaba a la par de Dinamarca hasta hace dos períodos legislativos atrás, cuando se comenzó a regular la inscripción voluntaria y el voto voluntario. La Figura 7.28 muestra cómo, de una cifra cercana al 90% de participación electoral, se llegó a niveles inferiores al 50%, muy por debajo de Portugal y Dinamarca. La poca participación política de nuestro país, según la literatura citada, estaría determinando diferentes problemas críticos

en nuestro país asociados a la representación de todos los ciudadanos, como la desigualdad de ingresos y género, la calidad de la educación y la precarización del trabajo.

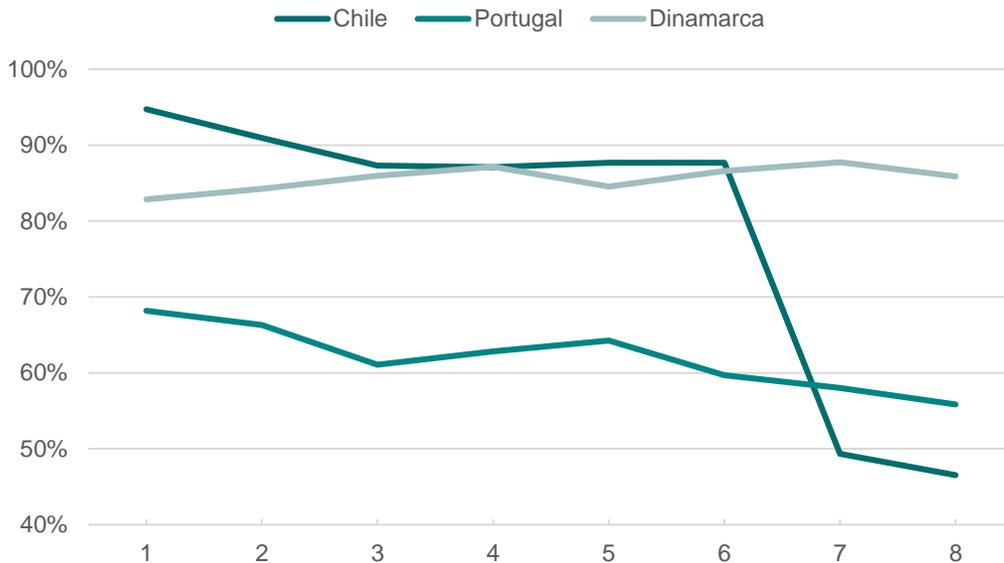


Figura 7.28. Participación electoral en las últimas ocho elecciones parlamentarias.

Elaboración propia con datos del Instituto por la Democracia y la Asistencia Electoral.

D. Calidad de la democracia

La cuarta variable dentro de la dimensión Político-Institucional del contexto general considera la calidad de la democracia. El ejercicio del poder democrático solo se puede realizar si las instituciones políticas aseguran que se cumplan importantes características comunes a las democracias representativas⁵⁵ relacionadas con la libertad para los ciudadanos de elegir a sus representantes. En esta variable, utilizamos como indicador al Índice de Democracia, compilado por la unidad de inteligencia de la revista *The Economist* pretende medir el estado de la democracia en 167 países, de los cuales 166 son estados soberanos y 164 son estados miembros de la ONU.

El índice se basa en 60 indicadores agrupados en cinco categorías diferentes que miden el pluralismo, las libertades civiles y la cultura política. Además de una puntuación numérica y una clasificación, el índice clasifica a los países como uno de los cuatro tipos de régimen: democracias plenas, democracias defectuosas, regímenes híbridos y regímenes autoritarios.

Según el índice, Chile y Portugal constituyen democracias defectuosas, mientras que Dinamarca se clasifica una democracia plena, con puntajes muy cercanos al máximo (10), indicado en la Figura 7.29. El ser una democracia defectuosa no asegura la representación política de los ciudadanos que votan, factor que puede afectar seriamente la estabilidad política de nuestro país.

⁵⁵ Dahl, Robert A.; Shapiro, Ian; Cheibub, José Antônio (2003). *The democracy sourcebook*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

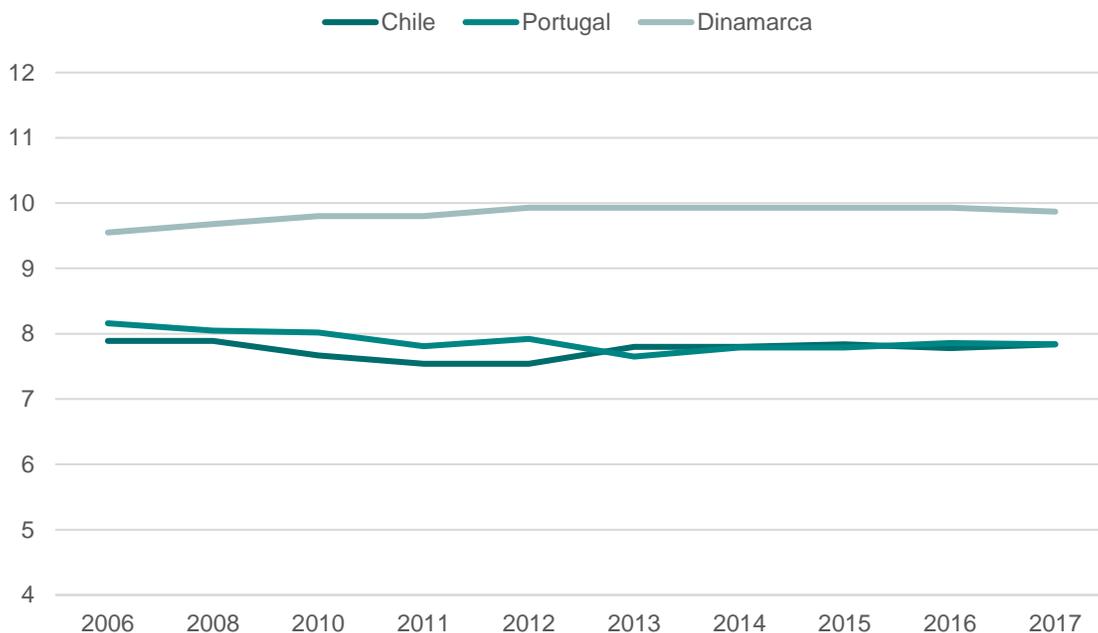


Figura 7.29. Índice de Democracia (2006-2017). Elaboración propia con datos de The Economist.

E. Percepción respecto al sistema de pensiones

En la dimensión Político-Institucional, la quinta variable expone la percepción respecto al sistema de pensiones. Las políticas de pensiones son un tema coyuntural, cuya importancia será creciente frente al desafío del Envejecimiento Poblacional.

El sistema de pensiones chileno se basa en el ahorro y la capitalización individual, donde los trabajadores dependientes e independientes cotizan obligatoriamente. El Estado sólo garantiza pensiones mínimas, quedando al arbitrio de los trabajadores la elección de la Administradora de Fondo de Pensiones (AFP) que gestione sus ahorros, y decisiones como el cambio de AFP, el momento en que se desea jubilar y el fondo donde desea invertir sus ahorros.

El principal insumo sobre la percepción respecto al sistema de pensiones en Chile es el estudio “Sistema de Pensiones: Opiniones y Demandas Ciudadanas”⁵⁶, de Espacio Público, el cual concluye que la negativa opinión de la ciudadanía sobre el sistema de pensiones se centra en las AFP, percibiéndose como ilegítimo, porque no es un sistema real de seguridad social, debido a las bajas pensiones, por la escasa redistribución, porque discrimina a la mujer, por su ilegitimidad de origen (dictadura) y porque los afiliados no tienen injerencia sobre la administración de sus fondos. Se demandan reformas fuertes que impliquen la participación del Estado y de la gente, más allá de lo tecnificado por economistas. Frente al desafío país del Envejecimiento Poblacional, es esperable que estos problemas se acrecienten si no se realizan las reformas mencionadas.

⁵⁶ Espacio Público. (2017). Sistema de Pensiones: Opiniones y Demandas Ciudadanas

F. Políticas sobre la salud

La sexta variable del contexto general del Ecosistema Nacional de CTCI apunta a las políticas sobre la salud. Las políticas sobre la salud son un tema coyuntural, cuya relevancia solo será creciente frente al Envejecimiento Poblacional. Según la OCDE^{57 58}, el sistema de salud chileno es bueno, pero tiene grandes retos, y donde una reforma debería expandir el acceso y la calidad del acceso, reforzar la atención sanitaria primaria y priorizar la sanidad pública, pues se estima que 2 millones de chilenos están en lista de espera para recibir atención especializada.

Las recientes reformas sanitarias llevadas a cabo han reforzado el sector de la atención primaria de salud, logrando la promoción de la salud, la prevención de enfermedades y la rehabilitación. Sin embargo, a pesar de todos estos avances, es importante hacer hincapié en la necesidad de contar con un sistema de atención primaria de salud eficiente, que cuente además con los recursos necesarios, ya que este aspecto será clave para abordar los retos sanitarios a los que Chile tendrá que enfrentarse en el futuro, en especial la alta tasa de envejecimiento de la población y elevados porcentajes de sobrepeso y obesidad.

El plan de reforma sanitaria, impulsada por el Gobierno de Chile, establece una serie de prioridades orientadas directamente a hacer frente a estos desafíos, incluyendo la reducción de las listas de espera; la mejora del acceso, la atención y la calidad de los servicios sanitarios; la modernización de la red de clínicas y centros de atención primaria de salud; la disminución del precio de los medicamentos; la creación de seguros contra enfermedades catastróficas; y, por último, la promoción de la salud pública. Además, el plan propone una reforma del sector de las Isapres. Actualmente, es esencial para Chile centrarse inicialmente en las políticas consideradas prioritarias que puedan aportar el máximo beneficio a los ciudadanos.

En definitiva, las políticas en Chile deben:

- › Ampliar la cobertura y calidad del sistema de salud.
- › Homogeneizar los paquetes de beneficios de Fonasa y las Isapres.
- › Reforzar las políticas para controlar la obesidad.
- › Garantizar los recursos humanos suficientes fomentando la formación de médicos, enfermeros, etcétera.
- › Reforzar el sistema de vigilancia epidemiológica.

Tomar en consideración las recomendaciones de la OCDE es importante para enfrentar en buen pie la transición demográfica de nuestro país al envejecimiento poblacional.

⁵⁷ OECD (2017), Estudios de la OCDE sobre Salud Pública: Chile (OECD Reviews of Public Health: Chile), OECD Publishing, Paris.

⁵⁸ OECD (2015), Health at a Glance – ¿Cómo compara Chile? nota de país para Chile (Health at a Glance – How does Chile compare? Chile country note), OECD Publishing, Paris.

G. Marco Regulatorio

En el último indicador de la dimensión Político-Institucional se presenta en cómo el marco regulatorio incide en el desarrollo de la ciencia, tecnología, conocimiento e innovación (CTCI) del Envejecimiento Poblacional y la Revolución Tecnológica. En particular, el análisis se divide en cuatro partes: análisis general del marco regulatorio en Chile, análisis histórico del marco normativo y regulatorio de ambos desafíos, y finalmente, análisis contextual del marco regulatorio.

1. Análisis general del marco regulatorio en Chile

En la presente sección, presentamos un breve análisis general del marco regulatorio en Chile. En él, se presentan fortalezas y debilidades del marco legal, para terminar con recomendaciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

Chile es una de las economías más estables y desarrolladas de Latinoamérica, pero nuestro marco regulatorio puede estar limitando un mayor avance. Si bien existen programas que facilitan la relación entre las personas y empresarios con las exigencias legales, lo poco claro del marco regulatorio, la introducción de leyes basada en evidencia poco clara y las buenas prácticas son identificadas como limitantes para el desarrollo económico (OECD, 2016)⁵⁹.

Chile carece de un enfoque comprensible para una reforma regulatoria. Sin embargo, existen elementos que pueden ayudar a una reforma, como documentos legales, prácticas e instituciones que pueden desarrollar una estrategia coherente para mejorar la calidad regulatoria de nuestro país.

El acceso de los negocios y los ciudadanos al marco legal ha mejorado en Chile. Diferentes iniciativas han generado avances en la comprensión del marco legal, pero no existe un estándar sobre cuál es el «lenguaje» para otorgar claridad. Respecto a la participación ciudadana sistemática en el proceso de creación de leyes, Chile está detrás de la mayoría de los países de la OCDE.

Si bien no hay un estándar para preparar nuevas regulaciones, existen controles legales que ejerce la Contraloría General de la República y la Secretaría General de la Presidencia al final de los borradores de proyectos de ley. Chile no hace un uso sistemático del «Análisis de Impacto Regulatorio» (Regulatory Impact Analysis; RIA), que mejoraría la eficiencia y eficacia de las leyes. Existen esfuerzos para integrar evaluaciones ex ante, pero aún no es una práctica estándar entre los reguladores (OECD, 2014)⁶⁰.

El stock regulatorio es grande y complejo, en particular cuando se trata de leyes subordinadas. Cuando se introduce una nueva ley, no se hace una revisión sistemática de las anteriores, resultando en leyes que no repelen automáticamente una anterior. A la fecha, el Gobierno de Chile no ha realizado avances en esta materia. Sin embargo, programas tales como «Chile sin Papeleo» y «Escritorio Empresa» ayudan a reducir las cargas cuando se trata con los requisitos legales.

El «Departamento de Evaluación de la Ley» resulta un avance en la evaluación ex post de ciertas leyes. El organismo cumple con mostrar el impacto que tiene en la sociedad cierta ley, sirviendo

⁵⁹ OECD (2016), Regulatory Policy in Chile: Government Capacity to Ensure High-Quality Regulation, OECD Reviews of Regulatory Reform, OECD Publishing, Paris.

⁶⁰ OECD (2014), Regulatory framework: Starting a business, en Entrepreneurship at a Glance 2014, OECD Publishing, Paris.

como input en caso de corregirla. Sin embargo, la capacidad del departamento es limitada. La Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda (Dipres) es otro organismo que evalúa la asignación ex post de recursos en programas, proyectos e instituciones.

Para lo anterior, en «Regulatory Policy in Chile: Government Capacity to Ensure High-Quality Regulation» la OCDE recomienda, en primer lugar, establecer un organismo a cargo de las políticas reguladoras. El organismo de supervisión debe perseguir la adopción de un instrumento político formal, explícito, vinculante y coherente de todo el Gobierno con objetivos identificados y una clara estrategia de comunicación. Además, deben desarrollar normas y lineamientos obligatorios para la elaboración de leyes y regulaciones de la administración del Estado. El establecimiento de estándares de calidad y uso de directrices deben incluir prácticas de consultoría, planificación anticipada, redacción del lenguaje simple y disciplinas para la transparencia y la rendición de cuentas (OECD, 2013)⁶¹.

El Gobierno también debería introducir el uso de herramientas de administración regulatorias, trabajando sobre las capacidades existentes, como el «Análisis del Impacto Regulatorio». También introducir un programa de simplificación legal coordinado con las iniciativas de gobierno digital, programas obligatorios para la consulta pública y, además, desarrollar evaluaciones ex post para incluir regulación secundaria.

2. Análisis histórico del marco normativo y regulatorio del desafío país Revolución Tecnológica

En esta sección, se presenta un análisis histórico sobre el desarrollo de la Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación asociadas a la Revolución Tecnológica, analizando las diferentes instituciones y programas que abarcan el desafío.

Los orígenes de la estructura normativa y regulatoria que da contexto al desarrollo de actividades de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación asociadas al desafío país Revolución Tecnológica en Chile se pueden rastrear hasta las sesiones de las Naciones Unidas del año 2000, programadas por el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas en 1999 bajo el tema «El desarrollo y la cooperación internacional en siglo XXI: la función de la tecnología de la información en el contexto de una economía mundial basada en el saber». Convocados por el Gobierno de Brasil y Cepal en el año 2000, los países de América Latina y el Caribe acuerdan en la Declaración de Florianópolis incentivar el uso de las tecnologías de información y comunicación para alcanzar el desarrollo⁶²

Al alero de estos antecedentes nace la Agenda Digital Imagina Chile 2013-2020, una hoja de ruta presentada en 2013 por el Gobierno de Sebastián Piñera y bajo el mando de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, conducente a articular iniciativas anteriores en estas materias y dar forma a los objetivos nacionales en el desarrollo de las tecnologías de información y comunicaciones para integrarse a la revolución digital. La hoja de ruta comprende catorce líneas de acción y treinta iniciativas divididas en cinco ejes estratégicos: conectividad e inclusión digital, innovación y emprendimiento,

⁶¹ OECD (2016), Digital Government in Chile: Strengthening the Institutional and Governance Framework, OECD Digital Government Studies, OECD Publishing, Paris

⁶² Observatorio Digital-Sociedad de la información. (2013). Recuperado de <http://www.observatoriodigital.gob.cl/temas-documentos/sociedad-de-la-informacion.html>.

educación y capacitación, servicios y aplicaciones, y el entorno para el desarrollo digital. Los objetivos de las distintas líneas de acción, tomadas en su conjunto, se pueden a su vez clasificar en cinco grandes objetivos: inversión en infraestructura física y digital, capital humano capacitado en tecnologías de información y comunicación, marco regulatorio y normativo para facilitar la difusión de la transformación digital, fomento a la competencia de mercado y facilitar la adopción de las nuevas tecnologías al sistema productivo.

Dos años más tarde, bajo el Gobierno de Michelle Bachelet se actualiza y expande la Agenda Digital Imagina Chile 2013-2020. Esta nueva versión, llamada «Agenda Digital 2020», comprende sesenta y tres medidas divididas en cinco grandes áreas: Derechos, Conectividad, Gobierno, Economía y Competencias, que en esencia continúan el trabajo de su antecesora incorporando una serie de medidas adicionales y un sistema de monitoreo.

A mediados de 2018, durante el segundo periodo de Gobierno de Sebastián Piñera, se firma el proyecto de ley para la creación del programa Transformación Digital que viene a actualizar la ley 19.880, la que establece la base de los procesos administrativos concernientes a sus documentos electrónicos. En específico, la ley obliga al Estado a digitalizar toda su documentación, prohíbe solicitar información que este ya posea y establece la creación de expedientes electrónicos. Por otro lado, para facilitar la transformación del gobierno digital, se crea el Consejo Asesor Permanente para la Modernización del Estado, en el que confluyen organismos como la División de Gobierno Digital, el Comité Estratégico del Programa, el Comité Coordinador del Programa y la participación de privados mediante licitaciones públicas. Ambas iniciativas pretenden intensificar los esfuerzos para la digitalización del Estado y así disminuir su carga burocrática por medio de la consultoría en transformación digital, diseño de servicios, el desarrollo de herramientas metodológicas, estándares, soluciones tecnológicas y plataformas compartidas gratuitas.

Todas estas hojas de ruta no implican necesariamente la promoción de nuevas leyes o decretos, pues también se encuentran iniciativas generales que pueden, o no, ser formalizadas en el marco normativo constitucional. Las respectivas agendas pretenden encauzar la discusión y acelerar los procesos legislativos para discutir e implementar regulaciones y así facilitar la adopción de las nuevas tecnologías en sus distintos ámbitos. No existe una receta única o serie de leyes que vayan dando cuerpo específicamente a la cuarta Revolución Tecnológica como tal; más bien tocan temas en las múltiples dimensiones que abarca la transformación digital, muchas de las cuales aún no están bien delimitadas, y de esta forma le van dando una base normativa a su implementación. Esto es lo que pretenden fomentar las agendas digitales, correspondiendo en la actualidad la Agenda Digital 2020.

AGENDA DIGITAL 2020 DEL GOBIERNO

El marco normativo para establecer o actualizar los derechos para el desarrollo digital se descomponen en una serie de normativas e iniciativas vigentes o aprobadas, divididas en un marco regulatorio para el entorno digital y los derechos fundamentales en el desarrollo digital. Cada una de estas medidas tiene puntos específicos:

Marco normativo para el entorno digital (y su estado de avance según www.agendadigital.gob.cl al 29 de octubre de 2018)

- › Ley de protección de datos personales (57%)
- › Normas sobre medios de pago electrónico (60%)

- › Impulso a la firma electrónica (42%)
- › Normas sobre tributos y aranceles digitales (100%)
- › Normas sobre compras públicas digitales (100%)
- › Mecanismos facilitadores para el desarrollo de profesionales en tecnologías de información y comunicación (94%)

Derechos fundamentales en el desarrollo digital

- › Debate para una política de igualdad de género en el ambiente digital (66%)
- › Recomendaciones para el resguardo de los derechos de consumidores en Internet (76%)
- › Recomendaciones para equilibrar acceso al conocimiento y derechos de autor (68%)

Además de estos 9 puntos, la Agenda comprende otros 54 puntos divididos en las áreas Avance y Conectividad, Avance Gobierno, Avance Economía y Avance Competencias. Todas ellas, su descripción, organismo responsable y estado de avance pueden consultarse en www.agendadigital.gob.cl

COMITÉ DE MINISTROS PARA EL DESARROLLO DIGITAL

Siguiendo en la línea de la Agenda Digital 2020, se crea en 2016 el Comité de Ministros para el Desarrollo Digital con el fin de asesorar a la Presidencia en la formulación de la Política Nacional de Desarrollo Digital. Actualmente lo encabeza Gonzalo Blumel.

3. Análisis histórico del marco normativo y regulatorio del desafío Envejecimiento Poblacional

El origen de la estructura normativa y regulatoria del adulto mayor se puede rescatar de la misma Constitución Política de la República de Chile. En el Capítulo III, de los derechos y deberes constitucionales, el artículo 19 asegura el derecho a la integridad física y psíquica de la persona. En el mismo capítulo y artículo, también se garantiza el derecho a la protección a la salud y el derecho a la seguridad social. La salud y la seguridad social, conceptos amplios, son de especial relevancia para el bienestar del adulto mayor. En particular, el inciso noveno establece:

“El Estado protege el libre e igualitario acceso a las acciones de promoción, protección y recuperación de la salud y de rehabilitación del individuo. Le corresponderá, asimismo, la coordinación y control de las acciones relacionadas con la salud. Es deber preferente del Estado garantizar la ejecución de las acciones de salud, sea que se presten a través de instituciones públicas o privadas, en la forma y condiciones que determine la ley, la que podrá establecer cotizaciones obligatorias. Cada persona tendrá el derecho a elegir el sistema de salud al que desee acogerse, sea éste estatal o privado.”

Mientras que el inciso 18 establece:

“Las leyes que regulen el ejercicio de este derecho serán de quórum calificado. La acción del Estado estará dirigida a garantizar el acceso de todos los habitantes al goce de prestaciones básicas uniformes, sea que se otorguen a través de instituciones públicas o privadas. La ley podrá establecer cotizaciones obligatorias. El Estado supervigilará el adecuado ejercicio del derecho a la seguridad social”

Existen 703 leyes y decretos relacionados con beneficios y protección para los adultos mayores. Las leyes abarcan diferentes áreas, desde pensiones hasta programas de nivelación educativa.

El comienzo del marco institucional a favor de la ancianidad de la nueva constitución es en 1995, donde mediante el Decreto Supremo N°27 se crea la Comisión Nacional para el Adulto Mayor, y el mismo año, mediante el Decreto Supremo N° 203-95, se crea el Comité Nacional para el Adulto Mayor, dependiente del Ministerio Secretaría General de la Presidencia. El Decreto Supremo N°27 tenía como objetivo ser el órgano asesor del presidente de la República en la formulación de políticas, planes y programas para el adulto mayor. Seguidamente, el Decreto N°203-95 tenía como objetivo la creación de comités que sean órganos asesores del Intendente en la promoción y aplicación a nivel regional de los planes y programas que beneficien al adulto mayor. Ya en 1995 el diagnóstico era claro: los comités se crearon para crear *“para enfrentar la situación de los adultos mayores de una manera global, que permita avanzar con seguridad en la solución de los problemas y en la respuesta a las crecientes necesidades del sector”*.

Más adelante, en septiembre de 2002, se promulga la Ley 19.828, creándose el Servicio Nacional del Adulto Mayor (Senama), el cual *“velará por la plena integración del adulto mayor a la sociedad, su protección ante el abandono e indigencia, y el ejercicio de los derechos que la Constitución de la República y las leyes le reconocen”*. Comienza a funcionar el año 2003, y tiene como objetivos específicos fomentar la integración y participación social efectiva de las personas mayores, articular una red de servicios sociales dirigida a personas mayores en situación de vulnerabilidad y/o dependencia, inducir un cambio cultural que promueva la valoración positiva de las personas mayores y fortalecer la gestión territorial del Senama. Seguidamente, en el año 2004, se creó el Comité de Ministros del Adulto Mayor, conformado por los ministros de los gabinetes sociales, de manera de desarrollar el Plan Nacional Conjunto, con el objetivo de traducir en acciones concretas las políticas dirigidas al adulto Mayor. Entre las acciones del Plan Conjunto, se encuentra el establecimiento del día del adulto mayor, encuentros intergeneracionales con el objetivo de identificar fortalezas y debilidades, y establecer una mesa de estudio del maltrato y abuso hacia los adultos mayores. Ésta última acción llevó a una modificación de la Ley 20066, sobre la violencia intrafamiliar, otorgando condiciones especiales a los adultos mayores. Esta dice *“Artículo 3°.- Prevención y Asistencia. El Estado adoptará políticas orientadas a prevenir la violencia intrafamiliar, en especial contra la mujer, los adultos mayores y los niños, y a prestar asistencia a las víctimas.”*

En la actualidad, existen diversas iniciativas privadas y públicas, pero que no responden a ninguna Ley. En ellas podemos encontrar importantes fundaciones, como Fundación Las Rosas, el Centro de Encuentro Adulto Mayor Especializado del Hogar de Cristo, Fundación Misión Batuco, Panther Nostrum, etcétera.

En el cuidado institucional se advierten importantes falencias y una ausencia casi total de las facultades de fiscalización por parte de organismos especializados. Los Establecimientos de Larga Estadía para Adultos Mayores (ELEAM) poseen un reglamento estipulado en el Decreto 134 del año 2005. En él se establece que los ELEAM está dirigido a adultos mayores que por motivos biológicos, psicológicos o sociales, requieren de un medioambiente protegido y cuidados diferenciados para la mantención de su salud y funcionalidad. Además, se definen las condiciones mínimas materiales, técnicas y humanas que deben cumplir estos establecimientos. Estos servicios y condiciones deben ser fiscalizados, controlados y supervisados, según el mismo reglamento, por la respectiva Secretaria

ría Regional Ministerial de Salud. Sin embargo, al estar sujetos bajo reglamento, y no ley. Los decretos reglamentarios no tienen el mismo alcance jurídico-político que las leyes y pueden ser reemplazados por el gobierno de turno.

En el ámbito internacional, Chile ha ratificado y promulgado la Convención Interamericana sobre la Protección de los Derechos Humanos de las Personas Mayores, con lo que nuestro país adquiere las obligaciones establecidas en la Convención Interamericana y asume como Estado, en todo su accionar, el reconocimiento de los derechos de las personas mayores. El inicio de este camino se remonta al 2015, donde Chile suscribe la Convención Interamericana, iniciando el camino a la ratificación, que se materializó en el 2017. Si bien los derechos humanos son de aplicación universal, la evolución del régimen internacional de derechos humanos coincide en adoptar normas dirigidas para grupos que han sido discriminados, como los adultos mayores.

Las obligaciones que establece la Convención Interamericana son:

- › Adoptar medidas para prevenir, sancionar y erradicar aquellas prácticas contrarias a la presente Convención.
- › Adoptar las medidas afirmativas y realizar los ajustes razonables que sean necesarios.
- › No se considerarán discriminatorias, en virtud de la presente Convención, las medidas afirmativas y ajustes razonables que sean necesarios, para acelerar o lograr la igualdad de hecho de las personas mayores.
- › Adoptar las medidas necesarias y cuando lo consideren en el marco de la cooperación internacional.
- › Promover instituciones públicas especializadas en la protección y promoción de los derechos de la persona mayor y su desarrollo integral.
- › Promover la más amplia participación de la sociedad civil y de otros actores sociales, en particular la persona mayor, en la elaboración, aplicación y control de políticas públicas y legislación dirigida a la implementación de la presente Convención.
- › Promover la recopilación de información adecuada, incluidos datos estadísticos y de investigación, que le permitan formular y aplicar políticas, a fin de dar efecto a la presente Convención.

4. Análisis contextual del marco regulatorio

En la presente sección, se presentan las principales conclusiones de entrevistas con actores relevantes en el ámbito de la Revolución Tecnológica y el Envejecimiento Poblacional con conocimiento del marco normativo y regulatorio para el desarrollo de actividades de CTCI en dichos temas.

Existen diferentes concepciones sobre la injerencia del marco regulatorio en el desarrollo de la CTCI en los desafíos. Para desarrollar el punto, buscamos entrevistados que forman parte del Gobierno, de quienes formulan y proponen políticas públicas relacionadas a los desafíos, y de investigadores de los desafíos de Envejecimiento Poblacional y Revolución Tecnológica. De esta forma, buscamos obtener un diagnóstico integral, considerando diferentes perspectivas, sobre como el marco regulatorio puede influir en el desarrollo de la CTCI en los desafíos.

La visión gubernamental argumenta que la velocidad con que un marco regulatorio se pueda proponer, aprobar y adoptar difícilmente estará a la par de la velocidad con que se innova en relación a

los desafíos. Así entonces, más que encontrar un determinante habilitador o inhibidor del marco regulatorio sobre el desarrollo de actividades de CTCL, nos encontramos con agendas gubernamentales que en términos prácticos no poseen injerencia. La injerencia, por otra parte, descansa en los proyectos particulares de las diferentes ramas del Gobierno:

“Pierde un poco de sentido tener agendas digitales, o carteras de iniciativas para la digitalización, ya que la digitalización es todo. Todos los ministerios tienen iniciativas vinculadas a transformación digital (...) por lo tanto, cuesta pensar en una agenda al estilo de los gobiernos anteriores (...) La transformación digital es parte del cotidiano, por lo que la institucionalidad pública se está reordenando para hacer frente a este cotidiano.” (E1)

Sin embargo, dado el amplio carácter de la innovación y el desarrollo científico y tecnológico, el marco regulatorio puede influir indirectamente en las actividades de CTCL.

“Desde el minuto en que uno empieza a pensar la Revolución Tecnológica como un proceso transformador de los modelos negocios, productivos, de la forma de comunicación, de cómo enseñamos, es bien difícil identificar un marco regulatorio o ley específico. Todo nuestro marco regulatorio incorpora consideraciones de estos cambios tecnológicos.” (E1)

Lo inhibidor del marco regulatorio no descansa en las mismas leyes, sino en los procesos de creación de las leyes. Con una crítica similar a la identificada en el informe “Regulatory Policy in Chile: Government Capacity to Ensure High-Quality Regulation”, OECD (2016), la entrevistada argumenta que la excesiva y complicada regulación de nuestro marco regulatorio no es eficiente. Así entonces, se argumenta que esto no es compatible con la velocidad con la que se desarrolla la tecnología.

Desde la esfera de las políticas públicas, y relativo al desafío de la Revolución Tecnológica, nuestro entrevistado tiene un diagnóstico similar al de la OCDE, mencionado anteriormente: la complejidad y rigidez del marco regulatorio lleva a que factores habilitadores, como las ventajas taxativas para la innovación, solo sean aprovechadas por las grandes empresas. De igual forma, las regulaciones que se impone el Estado en la compra y adquisición de servicios limitan la promoción de la innovación:

“Senama tiene que jugar un papel importante como campo de prueba de evaluación y validación (del desarrollo tecnológico)” (E2)

En el mismo ámbito, pero relativo al Envejecimiento Poblacional, se argumenta más que habilitadores o inhibidores regulatorios, la problemática tampoco descansa en algún elemento del marco regulatorio, sino en la falta de interés público en integrar a los adultos mayores que genere un marco específico:

“hay poca promoción para el estudio o desarrollo de los adultos mayores. Faltan fondos específicos para la temática”. Respecto a factores inhibidores, Consuelo argumenta que estos no son principalmente regulatorios, sino que culturales y sociales” (E3)

Finalmente, la visión de quienes realizan investigación nuevamente recoge la rigidez del marco regulatorio como un factor inhibidor en el desarrollo de la CTCL relativo a la Revolución Tecnológica. Nuestro entrevistado, investigador y académico, argumenta que las falencias de nuestro marco regulatorio descansan en el desconocimiento sobre la Revolución Tecnológica, y el aporte que puede

significar. Lo anterior conlleva a que no exista ningún tipo de priorización para la investigación aplicada, clave en el desarrollo de la CTCI en el ámbito de la Revolución Tecnológica:

“Pasa que el sistema de postulación a fondos es común para diferentes profesiones. Por las reglas de Conicyt, es complicado postular a fondos cuando es tan difícil compara áreas diferentes. En inteligencia artificial es fundamental la investigación y experiencia aplicada, mientras que Conicyt prioriza publicaciones (...) los fondos que yo he ganado han competido con todo tipo de temas. No hay ninguna priorización para la Revolución Tecnológica (...) hay programas totalmente abstraídos de lo que está pasando en el mundo con la Revolución Tecnológica, no se prioriza nada.” (E4)

En conclusión, no existen habilitadores específicos para el desarrollo de la CTCI para el Envejecimiento Poblacional ni la Revolución Tecnológica, dejando sin priorizar a estos desafíos clave. Las antiguas herramientas reguladoras, tales como agendas o estrategias gubernamentales, no son relevantes en una esfera tan cambiante como la innovación. Más aún, herramientas que pueden ser utilizadas para ayudar al desarrollo no lo son, dada la complejidad del marco regulatorio.

7.3 Dimensiones y variables del contexto particular del Ecosistema

En esta sección se presenta el contexto particular del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) en relación con el desafío país Revolución Tecnológica, utilizando como base el sistema de indicadores propuesto por CNID (2018) en el modelo presentado en el documento «Ampliando la comprensión del ecosistema CTCI: Desafíos en la forma de monitorear y evaluar». La Revolución Tecnológica es un concepto amplio en su descripción y aplicaciones, monitorear el desarrollo del Ecosistema Nacional de CTCI, por lo tanto, también lo es.

Como se menciona anteriormente, el contexto particular corresponde al plano intermedio de información del modelo presentado en la Figura 8.1. Este plano entrega antecedentes para una comprensión de las condiciones generales del país que dan sustento al desempeño y desarrollo del Ecosistema Nacional de CTCI. Las dimensiones consideradas en este contexto son: Económica, Infraestructura Tecnológica, Sociocultural, Laboral y Capital Humano y Político Institucional.

La Dimensión Económica da cuenta de las variables económicas que son determinantes en el desarrollo de la Revolución Tecnológica, como el nivel de inversión en investigación y desarrollo, como también las variables que se verían afectadas por el desafío, como la productividad laboral. Por otra parte, la Dimensión Infraestructura abarca el conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarias para el desarrollo de la Revolución Tecnológica. Además, la Dimensión Sociocultural comprende la interrelación entre cultura y sociedad, e indica variables que son determinantes para un buen desarrollo del desafío, mientras que la Dimensión Laboral y Capital humano concierne a la calidad del trabajo, el trabajador y los posibles efectos de la Revolución Tecnológica en el empleo. Finalmente, la Dimensión Político-Institucional trata las instituciones políticas, y como estas articulan el desarrollo del desafío. Para la presentación de los indicadores de las variables, repitiendo el aná-

lisis del contexto general, tomamos como referencia dos países para hacer comparaciones: Dinamarca que posee un alto Índice de Desarrollo Humano⁶³, y Portugal, que, siendo miembro de la OCDE, posee un nivel de Desarrollo Humano similar al de nuestro país. A continuación, en la Tabla 7.3, se presenta nuestra propuesta de variables para cada una de las dimensiones del contexto del Ecosistema Nacional de CTCI que se relacionan con el desafío país Revolución Tecnológica mencionadas anteriormente.

Tabla 7.3. Propuesta de dimensiones y variables para describir el contexto particular del Ecosistema Nacional de CTCI desde la perspectiva del desafío país Revolución Tecnológica

Dimensión	Variables
Económica	Productividad y trabajo
	Inversión en investigación científica y desarrollo tecnológico
	Patentes
	Exportaciones de alta tecnología
	Desigualdad de ingresos
	Composición de la matriz productiva
	Valor añadido sector ICT
Infraestructura	Cobertura y acceso a las tecnologías de la información y comunicación
	Prestación de servicios en línea del gobierno
	Seguridad web y datos
	Ciberseguridad global
	Electricidad
	Datos abiertos
	Capacidad estadística
	Conectividad
Sociocultural	Desigualdad de género
	Organización y difusión social por redes
	Automatización y empleo

⁶³ Elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el indicador se conforma a partir de las dimensiones fundamentales del desarrollo humano, a saber, tener una vida larga y saludable, adquirir conocimientos y disfrutar de un nivel de vida digno. El indicador es la media aritmética de los índices normalizados de cada una de las tres dimensiones.

Dimensión	Variables
Laboral y capital humano	Precarización de la jornada laboral
	Informalidad del empleo
	Competencias escolares
	Formación profesional
	Investigación científica nacional
	Evaluación de habilidades escolares en las TIC
	Capital humano en las TIC
Político-institucional	Incentivos para el desarrollo tecnológico
	Integración tecnológica del Estado
	Regulación impositiva sobre servicios digitales
	Regulación laboral y cambios tecnológicos
	Privacidad de la información

Elaboración propia

En la siguiente sección, se presenta un resumen del análisis del contexto general del país y del Ecosistema en base a las tres dimensiones analizadas: Económica, Infraestructura Tecnológica, Sociocultural, Laboral y Capital Humano y Político-Institucional.

7.3.1 Resumen del análisis del contexto particular del Ecosistema

El contexto específico del ecosistema CTCI para el desafío de la Revolución Tecnológica nos muestra un país donde la dimensión Político-Institucional lidia con el desafío, pero con serias falencias en la dimensión Económica y Laboral y Capital Humano. Existen variables críticas que requieren esfuerzos públicos, privados y sociales, lo que dificulta el avance de estas. Las variables mejor evaluadas respecto al estado en que se encuentran son el valor añadido a la economía del sector ciencia y tecnología, la prestación de servicios en línea del gobierno, como también la capacidad del gobierno de producir datos estadísticos certeros, periódicos y puntuales, donde estas variables, respectivamente, se encuentran al nivel de los países desarrollados. Por otra parte, la matriculación terciaria de Chile supera al promedio de la OCDE. Respecto a la tendencia que siguen las variables, la mejor evaluada son los incentivos para el desarrollo tecnológico desde la política pública, donde ha existido un esfuerzo permanente y creciente destinado a afrontar los desafíos tecnológicos y adoptarlos a los requerimientos del país. Las variables críticas según el estado en que se encuentran son la inversión en investigación científica y desarrollo tecnológico, donde el gasto del país es menos de una quinta parte que el gasto promedio de la OCDE. Ligado a esto está la investigación científica nacional, considerablemente menor al momento de comparar con países desarrollados. Finalmente, respecto al estado y tendencia, la variable peor evaluada es el porcentaje de empleos informales, que llega al 41%, cifra muy superior cuando comparamos con países de la OCDE, donde la informalidad oscila entre el 11% y el 15%.

En el contexto económico particular del ecosistema CTCI para el desafío país, no se evidencian progresos significativos en la mayoría de las variables analizadas, tales como la productividad multifactor y la inversión en investigación y desarrollo. Variables económicas que pueden verse fuertemente afectadas por la Revolución Tecnológica son la productividad laboral (PIB dividido en las horas trabajadas) y la productividad multifactor (eficiencia con que se usa el trabajo y el capital en el proceso de producción) que, en Chile, destacan por su volatilidad, así como también el lento crecimiento del capital por trabajador en la última década. Además, los niveles de productividad laboral del país son inferiores al promedio de la OCDE. La eficiencia y productividad del capital y los trabajadores se ve determinada por los medios de producción que intervienen en el proceso de producción. Las nuevas herramientas tecnológicas pueden transformar drásticamente estos medios, pero para su creación e integración, es fundamental la investigación y desarrollo. En la última década, el gasto interno en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB ha sido significativamente bajo (0,39%), representando, al 2015, menos de una quinta parte del gasto promedio en investigación y desarrollo de la OCDE. Lo anterior explica que la producción científica en Chile no pueda alcanzar los niveles de financiamiento, del resto de los países de la OCDE, dificultando la integración tecnológica, y, por tanto, el desarrollo del país. Consecuentemente, dados los bajos niveles de inversión en investigación y desarrollo que limitan la producción de tecnología de punta, las exportaciones de alta tecnología como cuota del total de las exportaciones manufactureras en Chile representan el 7%, avanzando sólo un 2% en 26 años. Por su parte, el promedio de la OCDE es 17%.

En la dimensión Infraestructura Tecnológica, Chile ha logrado alcanzar el nivel de países de la OCDE, sin embargo, existen desafíos por enfrentar. En términos generales, el país presenta indicadores de cobertura y acceso a las tecnologías de la información y comunicación (tales como telefonía móvil e internet) similar al de los países con mejor desempeño de la OCDE. Empero, existen algunas falencias como, por ejemplo, en el acceso doméstico a un computador, donde el país presenta un 60% de cobertura, mientras que, para países de la OCDE, la cifra supera el 70%. Índices que miden la integración digital del Estado y la capacidad estadística posicionan a Chile en un nivel similar al de los países con el mejor desempeño de la OCDE. De acuerdo al Índice de Disposición a la Conectividad, confeccionado por el Banco Mundial, que mide qué tan bien una economía está utilizando las tecnologías de la información y las comunicaciones para impulsar la competitividad y el bienestar, Chile no ha avanzado de su posición en el periodo 2012-2016, manteniéndose en la posición 38 de 154 países, aún lejos de los países de la OCDE. Además, el país presenta desafíos de mejora en términos del trato de los datos abiertos y la ciberseguridad global.

En la dimensión laboral y capital humano, el estado actual y futuro de las capacidades técnicas de la fuerza laboral de Chile no responde a la urgencia del desafío país Revolución Tecnológica. El mercado laboral de la economía chilena presenta ciertas debilidades que pueden acrecentarse con el desafío de la Revolución Tecnológica, tales como la informalidad laboral y los trabajos a tiempo parcial. Por otra parte, las habilidades escolares de los estudiantes en Chile medidas por pruebas estandarizadas nos ubican, en promedio, debajo de los países de la OCDE en la última década. Relacionado a la calidad de la educación está el número de investigadores en Chile. Si bien la tasa de matrícula escolar terciaria es superior a la del promedio de la OCDE, el número de investigadores por cada 1000 trabajadores, que se entienden como aquellos profesionales involucrados en la creación de nuevos productos y conocimiento, es considerablemente menor al promedio de los países miembros de la OCDE. Al 2016, mientras Chile posee 1, en promedio, la OCDE posee 8.

El contexto Político-Institucional nos muestra un escenario que toma consideración del desafío de la Revolución Tecnológica. Desde 1990 a la fecha, ha existido un esfuerzo permanente y creciente desde la política pública destinado a afrontar los desafíos tecnológicos y adaptarlos a los requerimientos del país, con Corfo y Conicyt como las instituciones protagonistas. El Estado ha realizado esfuerzos por integrarse tecnológicamente con resultados disímiles. De acuerdo a un estudio realizado por el World Economic Forum el año 2017, de un total de 139 países, Chile ocupa el lugar 68 en la importancia de las tecnologías de información y comunicación para el gobierno. En cuanto a los servicios en línea del gobierno, Chile ocupa el lugar 16, mientras que, respecto al éxito del gobierno en la promoción de TIC, posee el lugar 61. Como aspecto negativo, en Chile no existe un indicador estandarizado para describir la forma en que se regulan impositivamente los servicios digitales, aunque medidas para regular estos servicios empezaron a discutirse el año 2018.

En las siguientes secciones, se presenta el desarrollo y estado actual de cada una de las variables de análisis propuestas en la Tabla 7.3. Para ello se incluye una descripción de cada variable, su relevancia para el contexto del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica, el indicador utilizado y las series de datos respectivas. El orden con el que se presentan los indicadores es el mismo que muestra la tabla mencionada

7.3.2 Variables de la dimensión Económica

En el contexto del estudio, se entiende a la dimensión Económica como aquella que da cuenta de las condiciones macroeconómicas del país. La Revolución Tecnológica tendrá un alto impacto en la economía global, con alcances que atañen cientos de dimensiones. En efecto, a nivel macroeconómico se podrían ver afectados: el crecimiento económico (considerando cómo los avances tecnológicos crean valor y riqueza), el empleo (dados los riesgos de la automatización la creación de nuevas profesiones vinculadas a la revolución tecnológica), entre otros. Los avances tecnológicos están propiciando cambios profundos en las industrias y los negocios, por lo que estar preparados para para enfrentar estos fenómenos es una necesidad de los gobiernos, la sociedad civil y el sector privado.

En línea generales, el análisis realizado nos muestra lo desfasado que está nuestro país respecto a economías desarrolladas. En específico, nuestro nivel de inversión en investigación científica y desarrollo tecnológico es menos de la quinta parte del promedio de la OCDE, lo que es una determinante en el bajo número de patentes que se registran inscriben y adjudican en nuestro país, así como en el bajo nivel de exportaciones de productos tecnológicos. Al mismo tiempo, nuestra matriz productiva está fuertemente orientada hacia materias primas. La inversión no se ha diversificado en más sectores, lo que puede representar una oportunidad latente según indican los datos: el valor añadido por el sector de ciencia y tecnología es considerablemente mayor al de Portugal y Dinamarca, lo que puede indicar un alto rendimiento de la inversión en ciencia y tecnología. En cuanto a los efectos que podría tener la Revolución Tecnológica, nuestra productividad podría verse considerablemente aumentada una vez se internalicen los avances tecnológicos de ésta; promover e internalizar la investigación y desarrollo es fundamental para el crecimiento económico de nuestro país.

Para describir la dimensión Económica del contexto particular del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI), se presentan a continuación los resultados del análisis de las siete variables identificadas en relación al desafío país Revolución Tecnológica, a saber:

A) Productividad y trabajo, B) Inversión en investigación científica y desarrollo tecnológico, C) Patentes, D) Exportaciones de alta tecnología, E) Desigualdad de ingresos, F) Composición de la matriz productiva y G) Valor añadido de la ciencia y la tecnología .

A. Productividad y trabajo

La primera variable del contexto particular del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica para la dimensión Económica da cuenta de la productividad laboral y de medidas asociadas a ella. La relevancia de la productividad laboral radica en que su crecimiento es un indicador clave del desempeño económico de un país y, por ende, es una parte esencial de los estímulos necesarios para establecer mejoras en los estándares de vida. Dentro de la Revolución Tecnológica, es un factor determinante, ya que, si se estanca, las empresas tenderán a invertir en tecnología que complementa las labores de los trabajadores o directamente los sustituye⁶⁴.

Para la medición de la productividad laboral, se utiliza el crecimiento del producto interno bruto (PIB) per cápita por hora trabajada, y para los cambios en la extensión de la utilización de la mano de obra, se utiliza el cambio en las horas trabajadas per cápita. Respecto de su análisis, un alto crecimiento de la productividad laboral puede reflejar un mayor uso de capital y/o una disminución en el empleo de trabajadores de baja productividad, o ganancias generales de eficiencia e innovación.

En la Figura 7.30 se presentan tres indicadores para medir la productividad de nuestro país: la productividad laboral, del capital por trabajador y la productividad multifactor en el periodo 2000 – 2016. La productividad laboral se calcula dividiendo el PIB por las horas trabajadas en el país. La medida no considera las capacidades personales de los trabajadores, la intensidad de su esfuerzo o el uso de capital en su trabajo. Como respuesta a lo anterior, se expone de manera complementaria el crecimiento del capital que utilizan los trabajadores, como también la productividad multifactor, que expone la eficiencia con que se usa el trabajo y el capital en el proceso de producción. En la figura podemos ver la volatilidad de la productividad laboral y multifactor en Chile, como también el lento crecimiento del capital por trabajador. Los bajos niveles de inversión de capital en el proceso productivo pueden explicar la volatilidad de la variable, sujeta a los ciclos económicos de nuestro país. Respecto de cómo son los niveles de productividad en Chile, tal como se observa en la Figura 7.31, ésta es inferior al promedio de la OCDE⁶⁵, pero superior a las de Dinamarca y Portugal. Es importante mencionar que el nivel del PIB de los países en comparación es considerablemente superior al nuestro, por tanto, su crecimiento más moderado, y así, el crecimiento de su productividad laboral también lo es.

⁶⁴ Bonin, H., Gregory, T., Zierahn, U. (2015), "Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland. "Kurzexpertise im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales" [Transmission of the study by Frey / Osborne (2013) on Germany. Short expertise on behalf of the Federal Ministry of Labour and Social].

⁶⁵ Cuando nos referimos al promedio de la OCDE, nos referimos al promedio ponderado por el número de países.

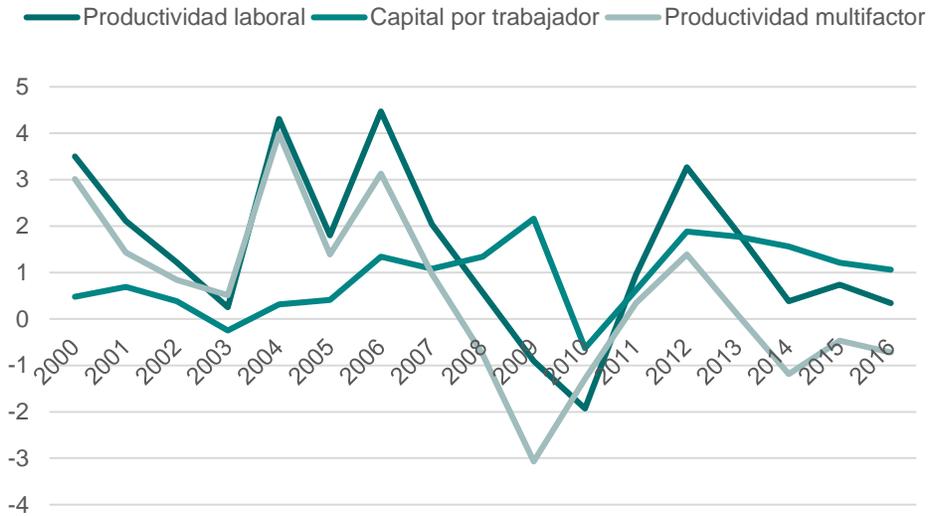


Figura 7.30. Crecimiento de la productividad laboral, del capital por trabajador y productividad multifactor de Chile (2000 – 2016). Elaboración propia con datos de OCDE Data⁶⁶.

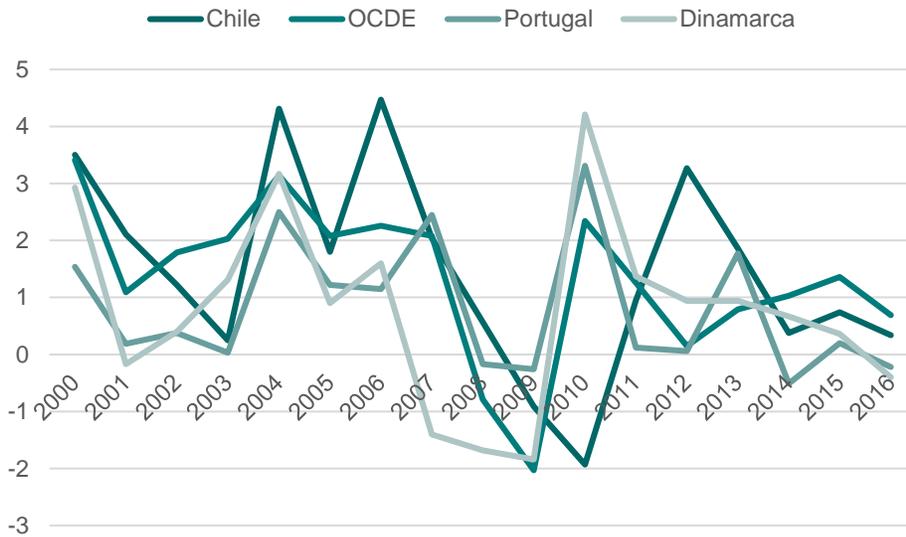


Figura 7.31. Crecimiento de la productividad laboral (2000 – 2016). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

⁶⁶ Disponible en <https://data.oecd.org>

B. Inversión en investigación científica y desarrollo tecnológico

La segunda variable identificada para la dimensión Económica apunta a la inversión pública o gasto interno en investigación científica y desarrollo tecnológico⁶⁷. Para tener economías que sean líderes en innovaciones y no simplemente seguidoras, es necesario un acervo de capital humano que produzca investigación y desarrollo^{68 69}, aun cuando esta no sea una condición suficiente. Para la medición del nivel de inversión respectivo se utiliza el gasto interno bruto en investigación y desarrollo, definido como el gasto total (corriente y capital, esto es, el gasto efectivo y en activos) realizado por todas las empresas residentes, centros de investigación, laboratorios universitarios, institutos tecnológicos públicos, etc. en investigación y desarrollo dentro de un país, incluyendo la investigación y el desarrollo financiados desde el extranjero, pero excluye los fondos nacionales para investigación y desarrollo realizada fuera de la economía nacional. Este indicador se mide en precios constantes en dólares estadounidenses utilizando el año base 2010 y PPA⁷⁰, y como cuota del producto interno bruto (PIB).

En la Figura 7.32 se muestra el gasto interno en investigación y desarrollo de Chile, la OCDE, Portugal y Dinamarca, donde se puede apreciar que el gasto de nuestro país es notoriamente inferior, representando menos de una quinta parte que el del promedio de la OCDE y casi 8 veces menos que Dinamarca. Lo anterior deja entrever que la producción científica en Chile no puede alcanzar los niveles de financiamiento del resto de los países de la OCDE, brecha se debe subsanar, ya que, sin un presupuesto adecuado, se detiene la producción e integración tecnológica de un país.

⁶⁷ En adelante también investigación y desarrollo.

⁶⁸ Romer, P. (1989). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5).

⁶⁹ Chang, S., Fan, C. (2017). Scientific or technological driving force? Constructing a system of national innovative capacity. *International Journal of Innovation Science*, 9(2).

⁷⁰ Medir en PPA corriente significa medir según la Paridad de Poder Adquisitivo (PPA) en términos nominales. Esto es, considerar el valor nominal de la suma final de cantidades de bienes y servicios al valor monetario nominal del dólar. Lo que se intenta hacer es medir la riqueza desligada de la variación de tipo de cambio, como también a correcciones por algún factor temporal, como la inflación.

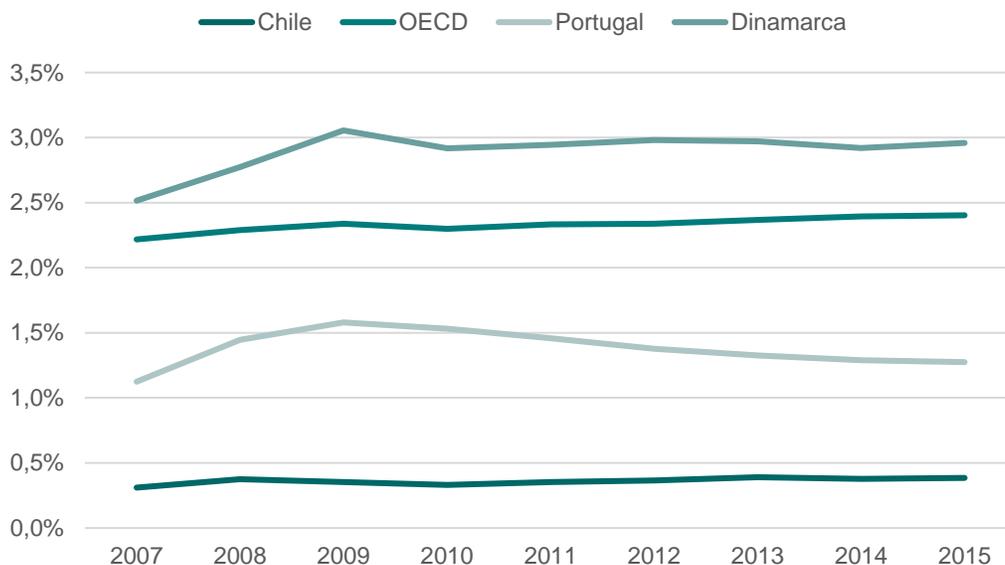


Figura 7.32. Gasto interno en I+D como cuota del PIB (2007 – 2015). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

C. Patentes

La tercera variable de la dimensión Económica del contexto particular del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica es la producción de patentes. Diversos documentos^{71 72} aseguran que la investigación científica por sí sola, en el corto plazo, no es suficiente para comenzar a producir tecnología. Para ello, parte fundamental es la comercialización de la investigación. La comercialización, además de darle valor intrínseco a los avances científicos, vuelve competitivo el mercado laboral de la investigación, siendo capaz de atraer más y mejores científicos.

Para medir la producción de patentes y patentado se utiliza la cantidad de solicitudes de patente por residentes, es decir, aquellas solicitudes de patentes en todo el mundo presentadas a través del procedimiento del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT)⁷³ o mediante una oficina nacional de patentes, para establecer derechos exclusivos de una invención, un producto o proceso que proporciona una nueva forma de hacer algo u ofrece una nueva solución técnica a un problema. Una patente proporciona protección para la invención al propietario de la patente por un período limitado, generalmente de 20 años.

⁷¹ Stern, S., Porter, M., & Furman, J. (2000). The Determinants of National Innovative Capacity. *Research Policy*, 31, 899-933.

⁷² Riddel, M. (2003). Regional Innovative Capacity with Endogenous Employment: Empirical Evidence from the U. *The Review of Regional Studies*, 33(1), 73-84.

⁷³ El Tratado de Cooperación en materia de Patentes crea un procedimiento único de solicitud de patentes para proteger las invenciones en todos los países miembros. Al realizarse una única solicitud, se realiza una única búsqueda internacional válida por todos los países suscritos.

En la Figura 7.33 se muestra la serie de solicitudes de patentes en Chile, Portugal y Dinamarca en los últimos años.

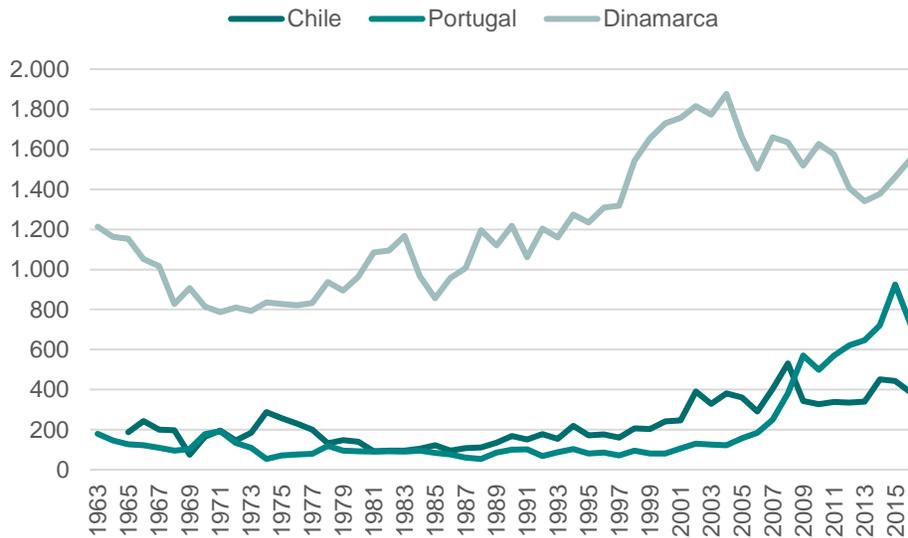


Figura 7.33. Solicitudes de patente por residentes (1963 – 2015). Elaboración propia con datos de World Bank Data⁷⁴.

Más detalladamente, en la Figura 7.34 se puede observar la generación de patentes relacionadas con tecnologías de información y comunicación, actividad económica clave para la Revolución Tecnológica, donde Chile se encuentra en una posición considerablemente inferior a Portugal y Dinamarca. Los datos anteriores nos muestran como la poca producción científica estaría teniendo un directo impacto en la baja producción de patentes, y a su vez, la baja comercialización de la investigación.

⁷⁴ Disponible en <https://data.worldbank.org/>

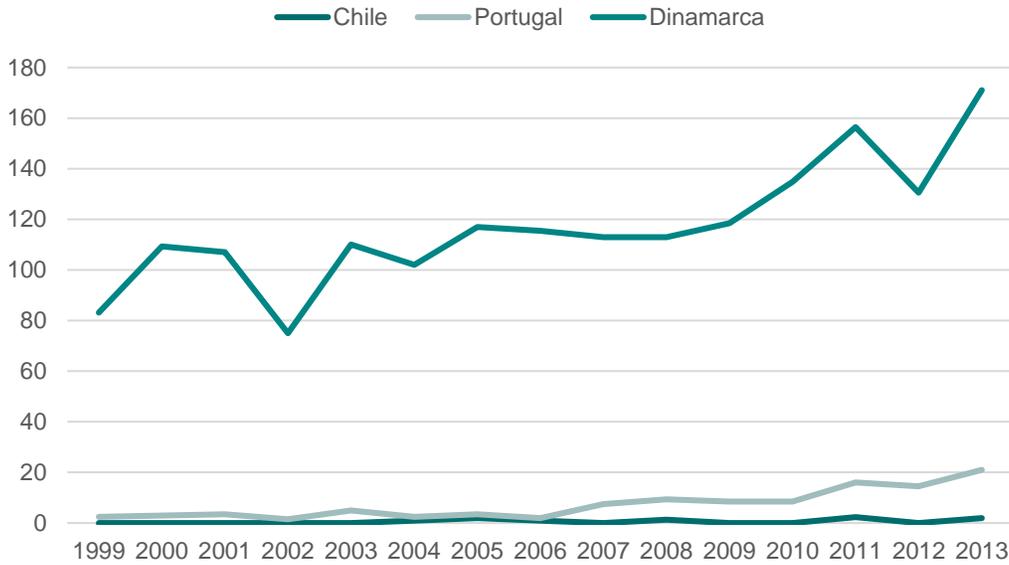


Figura 7.34. Patentes en el sector de tecnologías de información y comunicación (1999 – 2013). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

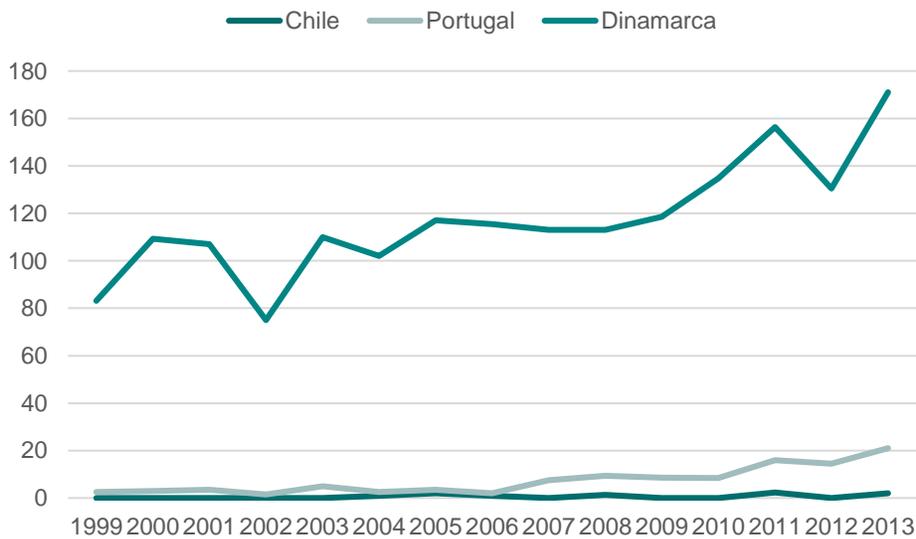


Figura 7.35. Patentes en el sector de tecnologías de información y comunicación (1999 – 2013). Elaboración con datos de OCDE Data.

D. Exportaciones de alta tecnología

La cuarta variable para la dimensión Económica se deriva de las exportaciones de alta tecnología dentro del total de exportaciones manufactureras, entendiendo como productos de alta tecnología aquellos que en su elaboración son intensivos en investigación y desarrollo, tales como en automóviles, computadoras, medicamentos, instrumentos científicos y maquinaria eléctrica.

Respecto de la clasificación de las exportaciones, la OCDE ha desarrollado una clasificación de cuatro categorías: alta, media-alta, media-baja y baja tecnología. La clasificación se basa en la preponderancia de los gastos en investigación y desarrollo en relación con la producción bruta y el valor añadido de diferentes tipos de industrias que producen bienes para la exportación, donde las industrias de alta y media-alta intensidad tecnológica representan más de dos tercios de las exportaciones totales de manufacturas de la OCDE.

Algunos ejemplos de industrias de alta tecnología son la aeroespacial, semiconductores, farmacéuticos; para la tecnología media-alta son vehículos motorizados, equipos eléctricos y la mayoría de los productos químicos; en el nivel de tecnología media-baja se incluyen las industrias de procesamiento de caucho, plásticos, metales básicos y construcción de barcos; en baja tecnología se incluye el procesamiento de alimentos, textiles, ropa y calzado.

En la Figura 7.36 se muestran las exportaciones de alta tecnología como cuota del total de las exportaciones manufactureras en Chile, el promedio de los países de la OCDE, Portugal y Dinamarca, pudiendo apreciarse que éstas representan el 7% de las exportaciones manufactureras, avanzando sólo un 2% en 26 años. Por su parte, el promedio de la OCDE es 17%, mientras que el de Dinamarca es de 16%.

La baja producción de patentes, tal como vimos en la sección anterior, sería causa de los bajos niveles de exportación en alta tecnología. Otros factores que determinan el bajo nivel de exportaciones de alta tecnología, son nuestra matriz productiva y las variables relacionadas con el capital humano, analizadas más adelante en la presente sección y en la dimensión Laboral y de Capital Humano.

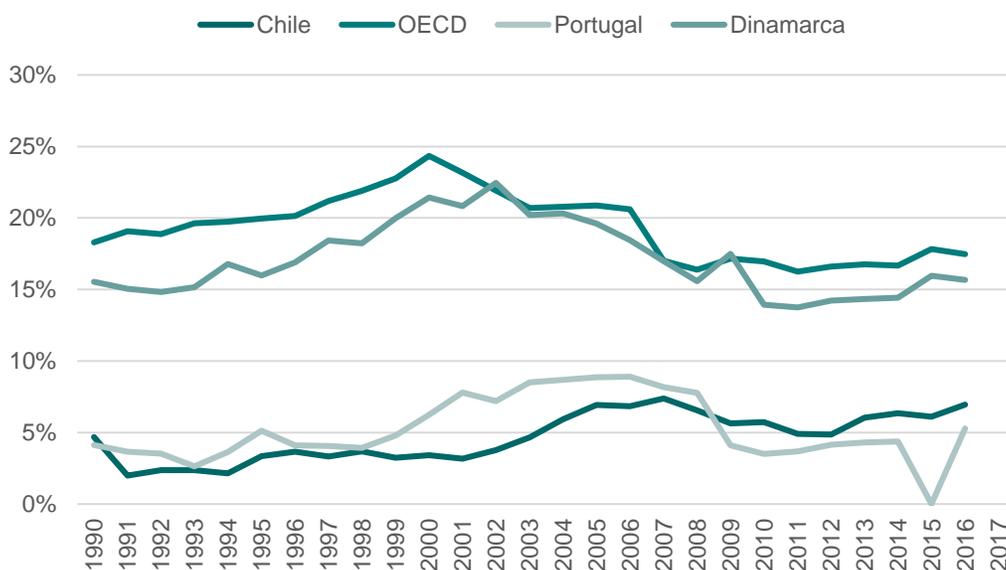


Figura 7.36. Exportaciones de alta tecnología como cuota del total de exportaciones manufactureras (1990 – 2017). Elaboración propia utilizando datos de OCDE Data.

E. Desigualdad de ingresos

En la dimensión económica, la quinta variable identificada tiene relación con la distribución de la riqueza. Su relevancia es que, aun cuando no existen consenso ni diagnóstico claro sobre los efectos totales sobre la distribución de los ingresos, diferentes autores plantean que los avances tecnológicos pueden impactar negativamente en ésta⁷⁵. Chile, un país especialmente desigual, podría acen-
tuar aún más esta condición.

El ingreso se define como el ingreso disponible del hogar en un año en particular. Consiste en ganancias, trabajo por cuenta propia e ingresos de capital y transferencias públicas de efectivo (se deducen los impuestos sobre la renta y las cotizaciones a la seguridad social que pagan los hogares). Los ingresos del hogar se atribuyen a cada uno de sus miembros, con un ajuste para reflejar las diferencias en las necesidades de los hogares de diferentes tamaños.

La desigualdad de ingresos entre individuos se mide aquí por dos indicadores: el Coeficiente de Gini y el Índice de Palma. El Coeficiente de Gini se basa en la comparación de las proporciones acumulativas de la población con las proporciones acumuladas de ingresos que reciben, y oscila entre 0 (en el caso de igualdad perfecta) y 1 (en el caso de desigualdad perfecta). El Índice de Palma es la proporción de todos los ingresos recibidos por el 10% de las personas con el ingreso disponible más alto dividida por la proporción de todos los ingresos recibidos por el 40% de las personas con el ingreso disponible más bajo.

En la Figura 7.37 y la Figura 7.38 se muestra el Coeficiente de Gini y el Índice de Palma, respectivamente, para los últimos años. Si bien la desigualdad ha disminuido entre 2009 y 2015, aún sigue siendo alta. Una justa distribución de ingresos, además de ser clave en el desarrollo del capital humano nacional, garantiza que los avances venideros de la Revolución Tecnológica no aumentarán dichas diferencias en el ingreso.

⁷⁵ Schwab, K. (2017). The fourth industrial revolution. London: Portfolio Penguin.

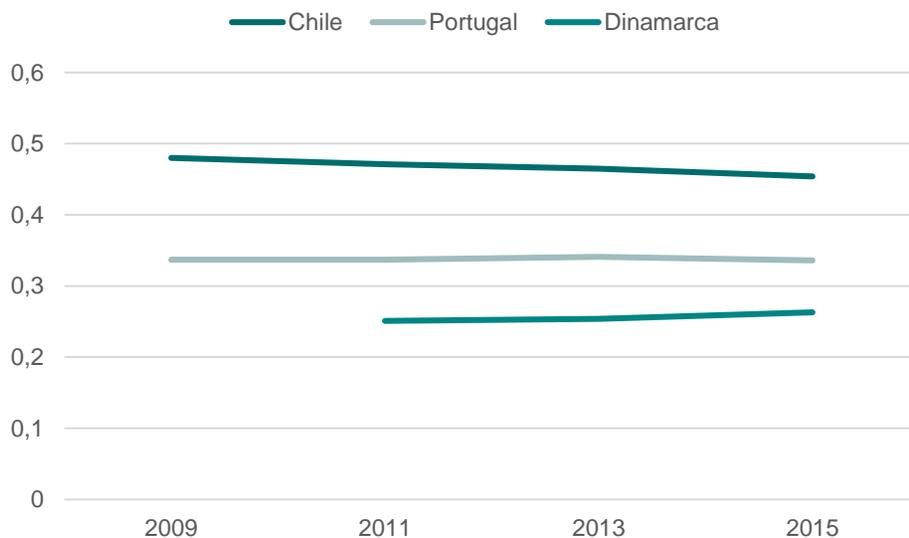


Figura 7.37. Desigualdad según coeficiente de Gini (2009 – 2015). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

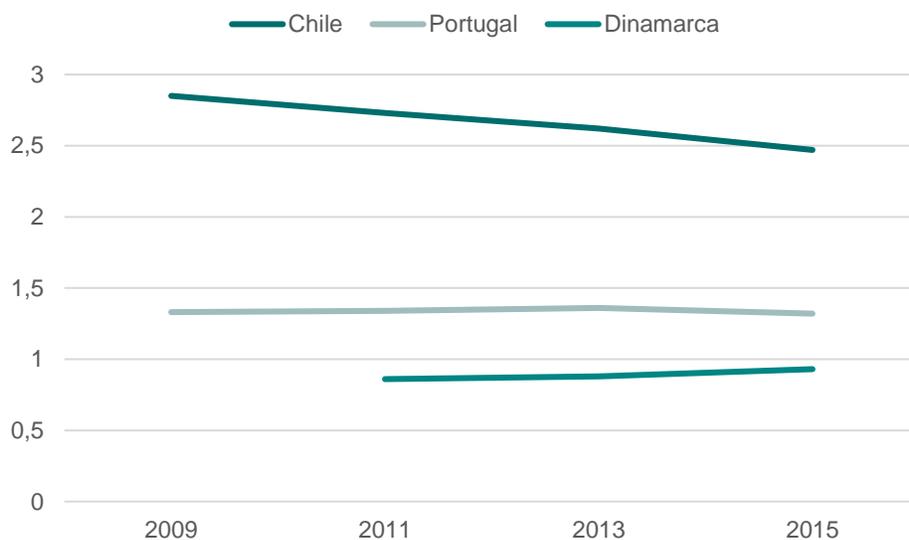


Figura 7.38. Desigualdad según coeficiente de Palma (2009 – 2015). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

F. Composición de la matriz productiva

En la dimensión Económica, la sexta variable nos expone la complejidad económica de nuestro país. Para medirla se utiliza el Atlas de la Complejidad Económica, del Centro para el Desarrollo Internacional de la Universidad de Harvard⁷⁶, que es una herramienta de visualización de datos que permite explorar los flujos de comercio global a través de los mercados, rastrear estas dinámicas a lo largo del tiempo y descubrir nuevas oportunidades de crecimiento para cada país. El Atlas coloca las capacidades industriales y el conocimiento de un país en el centro de sus perspectivas de crecimiento, donde la diversidad y la complejidad de las capacidades existentes influyen en gran medida en cómo se produce el crecimiento.

En la Figura 7.39 se presenta la composición de la matriz productiva en Chile. En ella podemos ver cómo gran parte de nuestra economía exportadora está dominada por metales y minerales. Por lo mismo, el Atlas de la Complejidad Económica ubica a Chile en el lugar 64 de 127 países en la complejidad económica de su matriz productiva. Portugal, por otra parte, se ubica en el puesto 36 en el mismo ranking, y Dinamarca en el 23, muy superior a Chile. La simplicidad de nuestra matriz productiva es causa y consecuencia de sí misma. Nuestro país no produce tecnología, y así, todas las industrias relacionadas pierden presencia en nuestra matriz. A su vez, la poca diversidad de nuestra matriz impide la diversificación de inversiones más allá de las materias primas. Esto no solo implica nuestra poca adecuación a la Revolución Tecnológica, sino que también un gran riesgo para la estabilidad macroeconómica de nuestro país.

⁷⁶ The Atlas of Economic Complexity. Center for International Development at Harvard University, <http://www.atlas.cid.harvard.edu>

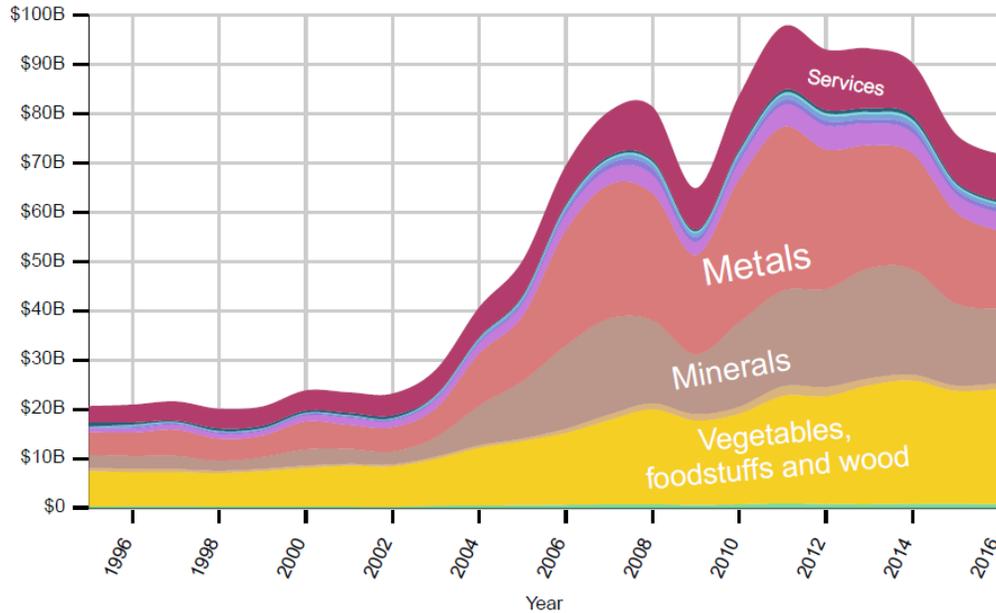


Figura 7.39. Composición de la matriz productiva según Atlas de Complejidad Económica. Áreas por miles de millones de dólares (1995 – 2016). Elaboración propia utilizando datos de Atlas of Economic Complexity

G. Valor añadido de la ciencia y la tecnología

La última variable de la dimensión Económica nos expone el valor que añade a la economía los bienes asociados a la ciencia y la tecnología; lo que refleja cómo la investigación científica y el desarrollo tecnológico se capitalizan en la economía, elemento clave para su difusión. En específico, el valor añadido de la ciencia y la tecnología se calcula como el valor agregado bruto⁷⁷ de la economía menos las actividades que no tienen una contraparte directa con el sector de la investigación y desarrollo, como el sector inmobiliario.

En la Figura 7.40 se presenta el valor añadido de la ciencia y la tecnología. En ella podemos ver que en Chile el valor añadido por la industria es creciente y mayor a Portugal y Dinamarca. Esto puede indicar que el rendimiento de los factores a invertir en este sector es alto, por su bajo desarrollo, presentando espacios atractivos para la inversión, y a su vez, oportunidades para integrarse y aprovechar los avances tecnológicos del desafío de la Revolución Tecnológica.

⁷⁷ El valor agregado bruto es la macromagnitud económica que mide el valor añadido generado por el conjunto de productores de un área económica, recogiendo los valores que se agregan a los bienes y servicios en las distintas etapas del proceso productivo.

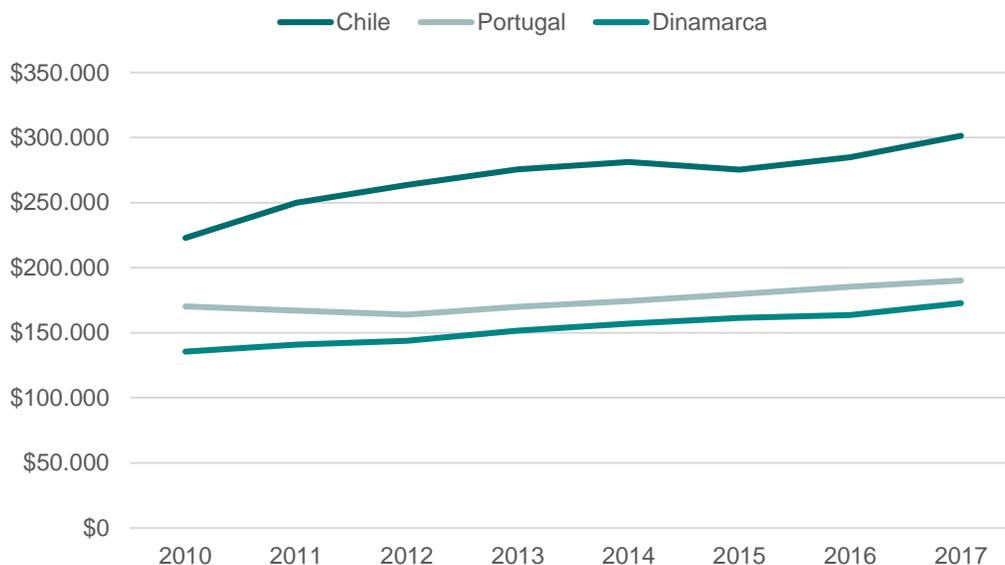


Figura 7.40. Valor añadido de la ciencia y la tecnología en millones de dólares en PPA⁷⁸ corriente (2010 – 2017). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

7.3.3 Variables de la dimensión Infraestructura Tecnológica

En el contexto del estudio, entendemos a la dimensión Infraestructura Tecnológica como al conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarias para el desarrollo tecnológico. La infraestructura tecnológica se relaciona con la Revolución Tecnológica de manera endógena, pudiendo ésta verse afectada por el fenómeno, pero también la Revolución Tecnológica requerirá de la mejora de la infraestructura tecnológica para su desarrollo.

Por una parte, el desafío en estudio puede llevar a una eficiencia de capital mucho mayor para el desarrollo e implementación de infraestructura tecnológica, mediante la conexión de equipos, personas y activos físicos en un ecosistema digital integrado que genera, analiza y comunica datos, y a veces, toma medidas basadas en esos datos sin la necesidad de intervención humana. Por otra parte, el desarrollo de la infraestructura tecnológica es clave para la Revolución Tecnológica, debido a que la integración de los activos físicos, como también el procesamiento y análisis de datos requiere un conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para su desarrollo.

La infraestructura tecnológica tiene una evolución dispar respecto al acceso a las tecnologías de información y la comunicación en nuestro país. La telefonía móvil está bien cubierta, no así el acceso a internet y computadores. Esto no se condice con el Índice de Servicios en Línea del Gobierno, que nos ubica mejor que Dinamarca y Portugal, demostrando una buena integración de servicios entre

⁷⁸ Medir en PPA corriente significa medir según la Paridad de Poder Adquisitivo (PPA) en términos nominales. Esto es, considerar el valor nominal de la suma final de cantidades de bienes y servicios al valor monetario nominal del dólar. Lo que se intenta hacer es medir la riqueza desligada de la variación de tipo de cambio, como también a correcciones por algún factor temporal, como la inflación.

Gobierno y ciudadanía. Por otra parte, para la integración tecnológica a nivel empresarial, es relevante el número de servidores seguros de internet y el Índice de Ciberseguridad Global, donde estamos muy atrás de Portugal y Dinamarca. A su vez, para el correcto análisis de datos, los datos abiertos y la capacidad estadística de un país es fundamental, donde Chile ha ido mejorando paulatinamente. Finalmente, el Índice de Disposición a la Conectividad, medida que evalúa el desempeño en el mundo digital, muestra que Chile no ha avanzado de su posición, inferior a la de Portugal y Dinamarca.

En virtud de describir el contexto particular del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) para esta dimensión, se presentan a continuación los resultados del análisis de las ocho variables identificadas en relación al desafío país Revolución Tecnológica, a saber: A) Cobertura y acceso a las tecnologías de la información y comunicación, B) Prestación de servicios en línea del gobierno, C) Seguridad web y de datos, D) Ciberseguridad global, E) Electricidad, F) Datos abiertos, G) Capacidad estadística y H) Conectividad.

A. Cobertura y acceso a las tecnologías de la información y comunicación

La primera variable identificada para la dimensión Infraestructura Tecnológica apunta a la cobertura y acceso a las tecnologías de la Información y comunicación. Las tecnologías de información y comunicación son especialmente relevantes para la Revolución Tecnológica; están presentes en cualquier producto que almacene, recupere, manipule, transmita o reciba información electrónicamente en forma digital (por ejemplo, computadoras personales, televisión digital, correo electrónico o robots, todas herramientas centrales de la Revolución Tecnológica).

En los siguientes gráficos, observamos diferentes indicadores sobre la cobertura y acceso de las tecnologías de la información y la comunicación provenientes de la Unión Internacional de Telecomunicaciones, organismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación.

Para dilucidar cómo Chile se compara en el desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, en la Figura 7.41 y la Figura 7.42 se presenta el número de suscriptores a telefonía móvil por cada 100 habitantes y el ancho de banda internacional de Internet por usuario, respectivamente. Estos indicadores indican qué tan extendidas están las tecnologías de la comunicación e información, sector clave en el desarrollo tecnológico y en la revolución que estamos viviendo. Respecto a la telefonía móvil, los datos nos muestran que Chile supera en número de suscriptores a Portugal y Dinamarca. Por otra parte, el ancho de banda internacional de Internet por usuario de nuestro país es 10 veces menor al de Portugal, pero es levemente inferior al de Dinamarca.

Respecto al uso del computador y el internet, la Figura 7.43 nos muestra el porcentaje de hogares con acceso a un computador y la Figura 7.44 nos muestra el porcentaje de hogares con acceso a Internet. Chile posee un porcentaje inferior a Portugal y Dinamarca respecto al porcentaje de hogares con acceso a un computador, empeorando su situación desde el 2012, cuando alcanzó el 68% de cobertura, superando a Portugal por dos puntos porcentuales. Al 2017, por otra parte, Chile alcanza un 60%, Portugal un 71% y Dinamarca supera a ambos países con un 93%.

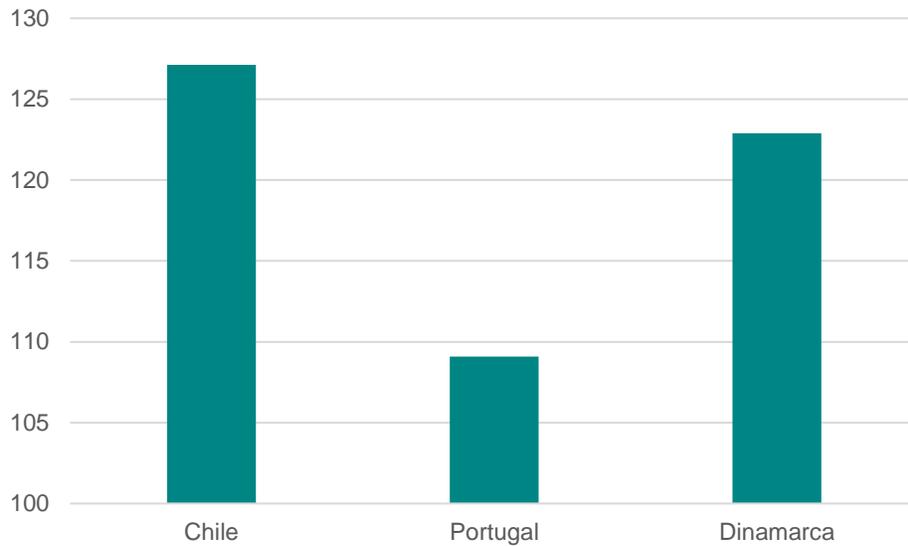


Figura 7.41 Número de suscriptores a telefonía móvil por cada 100 habitantes (2017). Elaboración propia con datos de Unión Internacional de Telecomunicaciones, Naciones Unidas.

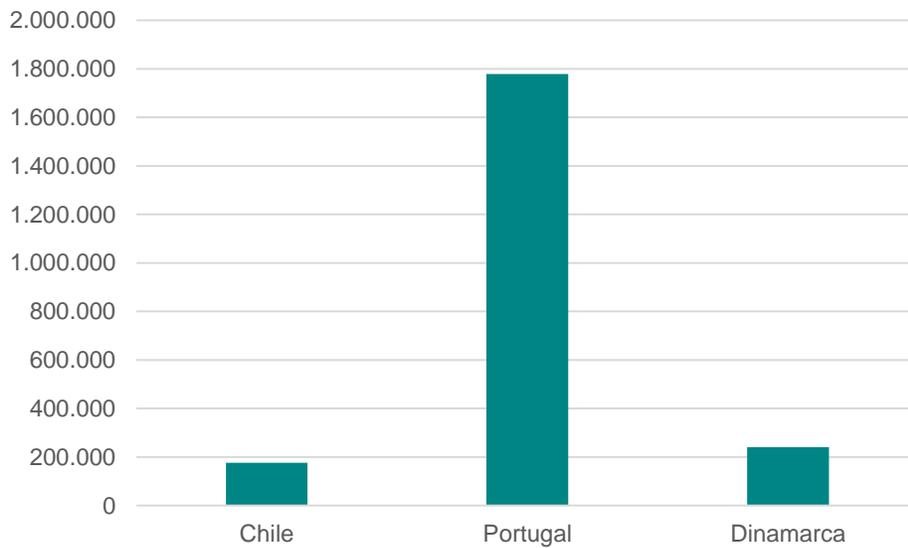


Figura 7.42 Ancho de banda internacional de Internet por usuario (bit/s), 2017. Elaboración propia con datos de Unión Internacional de Telecomunicaciones, Naciones Unidas.

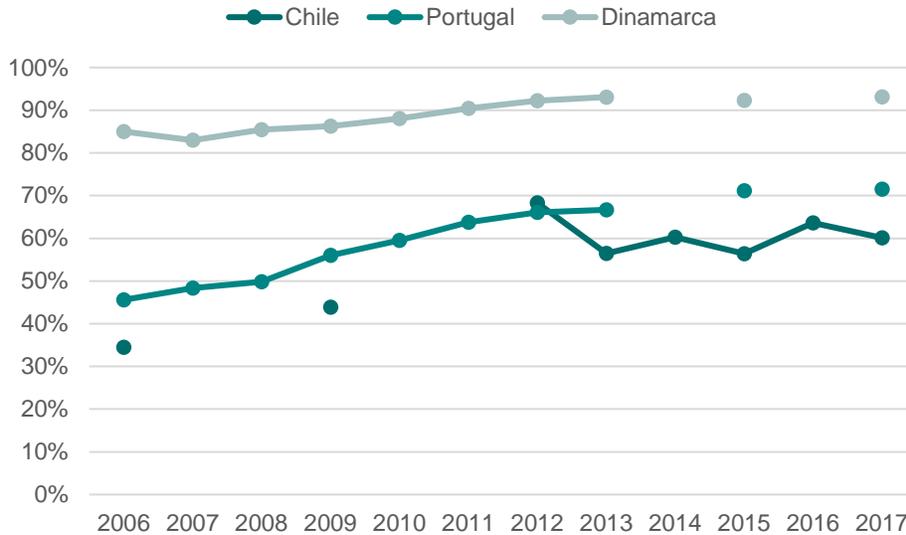


Figura 7.43 Porcentaje de hogares con acceso a un computador (2006-2017). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

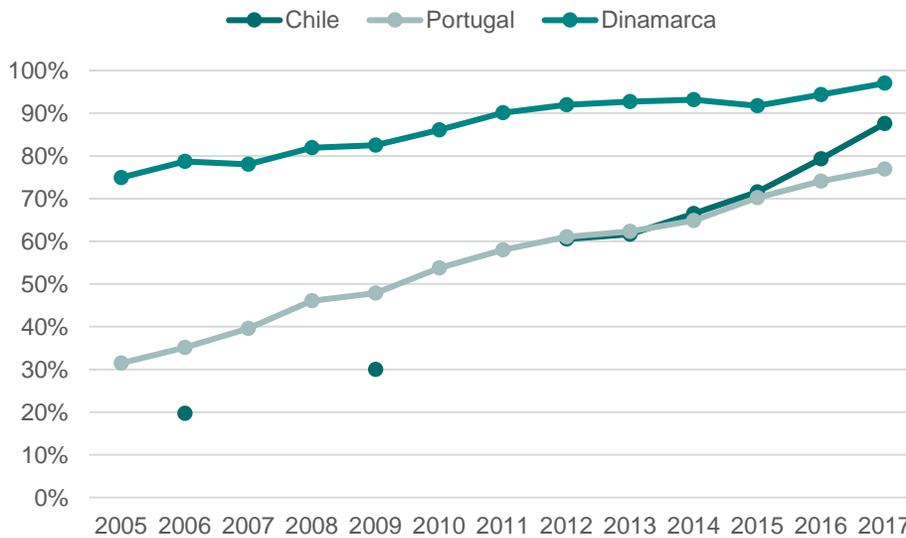


Figura 7.44 Porcentaje de hogares con acceso a Internet (2005-2017). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

B. Prestación de servicios en línea del gobierno

En esta segunda variable de la dimensión Infraestructura Tecnológica se entiende la capacidad del gobierno de prestar sus servicios en línea. Se mide con el Índice de Servicios en Línea del Gobierno, el cual busca identificar cuán digitalmente integrado está el gobierno, y al mismo tiempo, cómo se relacionan, digitalmente, gobierno y ciudadanos. Según la Red de Administración Pública de las Naciones Unidas, este índice captura el desempeño de un gobierno en la prestación de servicios en

línea a los ciudadanos. Hay 4 etapas en la prestación de servicios: Emergente, Mejorado, Transaccional y Conectado. Los servicios que provee el gobierno de cada país se asignan a cada etapa según su grado de sofisticación. El desempeño del gobierno se mide comparando el número de servicios prestados con el total de los servicios disponibles de acuerdo a la etapa. Por ejemplo, si el servicio de la prestación de certificados se ubica en Conectado, y la etapa posee 10 servicios, un país que provea 5 servicios se ubicará en medio de la medición. Algunos de los ejemplos de servicios incluyen la presencia en línea, la implementación de contenido multimedia, la solicitud de los ciudadanos de aportes de los ciudadanos, el intercambio generalizado de datos y el uso de redes sociales.

En la Figura 7.45 se presenta el ranking del Índice de Servicios en Línea del Gobierno de Chile, Portugal y Dinamarca. El índice nos pone en buen pie frente a los países que hemos tomado de referencia: Chile se ubica mejor posicionado que Portugal y Dinamarca, materializando esfuerzos llevados que se describen en el marco regulatorio del desafío, en la sección 7.2.4 del presente informe. Chile se ubica en el puesto 16 entre 125 países, lo que nos indica que los esfuerzos del Gobierno para integrarse digitalmente son efectivos, marcando un buen precedente para el desarrollo de otras actividades de integración digital.

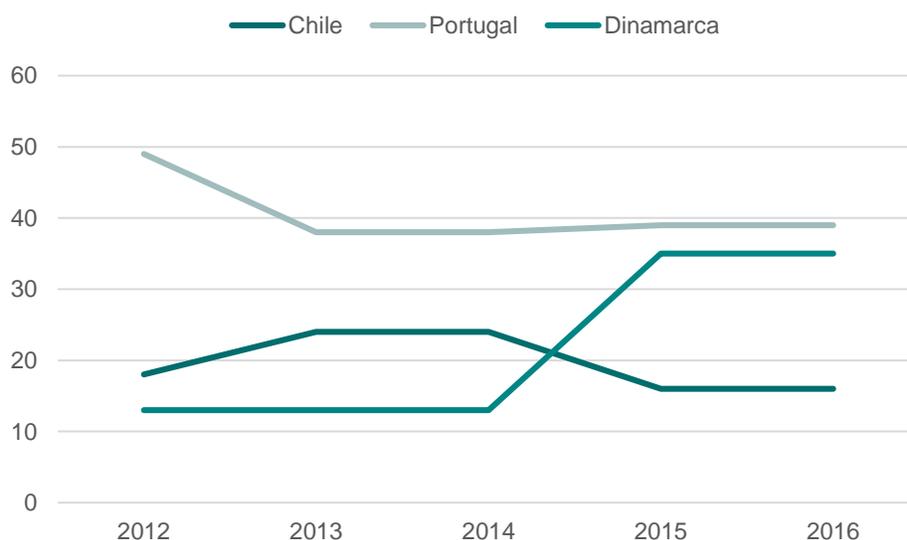


Figura 7.45 Ranking según Índice de servicios en línea del gobierno (2012-2016).

Elaboración propia con datos de World Bank Data.

C. Seguridad web y de datos

La tercera variable identificada para la dimensión Infraestructura Tecnológica es la seguridad web y de datos. Una forma de medir lo anterior es con la cantidad de servidores de internet seguros por cada millón de habitantes. Una aplicación fundamental de la Revolución Tecnológica es la integración física y digital, para lo que se necesita de servidores seguros de internet. La cantidad de servidores seguros proviene de la encuesta “Netcraft Secure Server”, la cual examina el uso de transacciones encriptadas a través de una exploración automatizada extensiva, contando la cantidad de sitios web

que utilizan HTTPS⁷⁹. Este análisis se relaciona con los sitios encontrados en la encuesta donde el certificado es válido para el nombre de host y el cual se haya emitido desde una raíz de confianza pública. La ubicación geográfica se deriva de la ubicación de alojamiento de los sitios que utilizan los certificados. Los datos se dividen por la población a mitad de año y se multiplican por un millón.

En la Figura 7.46, presentamos el ranking según servidores de internet seguros por cada millón de habitantes. Chile se ubicaba en el lugar 47 de 259 Estados y Microestados del ranking en el año 2016, muy por debajo de Dinamarca, pero algo más cercano a Portugal. Lo anterior implica que tecnologías fundamentales en la Revolución Tecnológica, tales como el “Internet de las cosas”, herramienta que tiene como base la interconexión digital de objetos cotidianos con el Internet, pueden llegar más tarde a nuestro país⁸⁰.

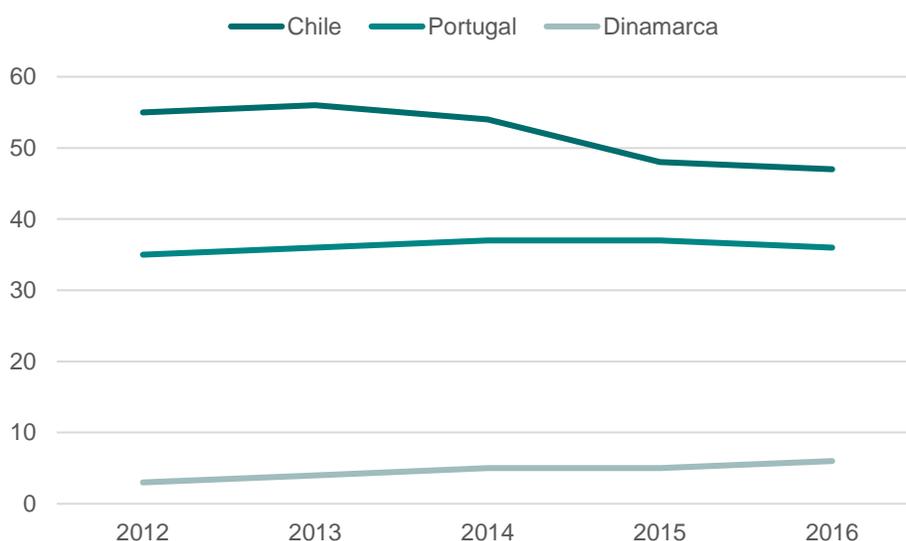


Figura 7.46 Ranking según servidores de internet seguros por cada millón de habitantes (2012-2016). Elaboración propia con datos de World Bank Data.

D. Ciberseguridad global

En la dimensión Infraestructura Tecnológica, la cuarta variable identificada es la ciberseguridad global. La integración de las nuevas tecnologías por parte de las empresas, la sociedad civil y el Gobierno dependerá de cuán seguro es hacerlo. Su medición se realiza a través del Índice de Ciberseguridad Global (ICG). El índice se calcula a través de una encuesta que mide el compromiso de los Estados miembros con la ciberseguridad. El ICG gira en torno a la Agenda de Ciberseguridad Global (ACG) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y sus cinco pilares, a saber: i) legal, ii)

⁷⁹ “Hypertext Transfer Protocol Secure”, o “Protocolo seguro de transferencia de hipertexto” en español, es un sistema que utiliza un canal cifrado para el tráfico de información de los servidores.

⁸⁰ Con el Internet de las cosas, podemos esperar que cuestiones tan importantes como la puerta de nuestra casa esté conectada a un servidor, con una contraseña. Esto solo será seguro si existe la suficiente cantidad de servidores seguros, capaces codificar contraseñas.

técnico, iii) organizativo, iv) desarrollo de capacidades y v) cooperación. Para cada uno de estos pilares, se desarrollaron preguntas para evaluar el compromiso de los países con la ciberseguridad, las cuales, a través de la consulta con un grupo de expertos, fueron ponderadas para alcanzar un puntaje general de ICG.

La encuesta se administró a través de una plataforma en línea mediante la cual también se recopilaban pruebas y cubre 193 estados miembros de la UIT. Los resultados se exponen en la Figura 7.47 y la Figura 7.48, donde vemos el puntaje y ranking del índice, respectivamente. En ellas, Chile se ubica en el puesto 81, con casi la mitad del puntaje que obtiene Dinamarca, como se observa en la Figura 7.47. Estamos entre los últimos lugares de los encuestados, lo que representa una barrera para las nuevas tecnologías ligadas a la Revolución Tecnológica, puesto que la seguridad de las plataformas digitales es fundamental para el desarrollo de las herramientas de la Revolución Tecnológica.

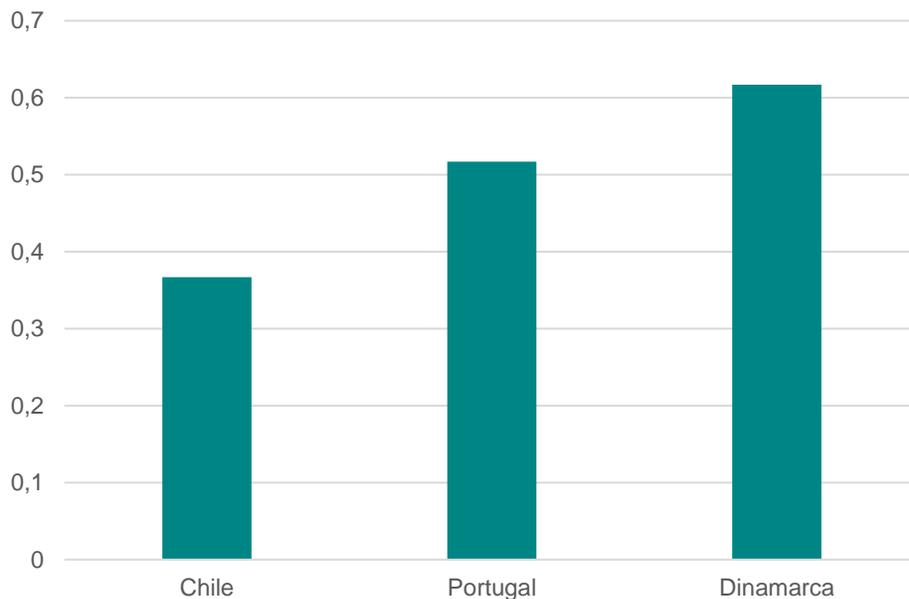


Figura 7.47 Puntaje del Índice de Ciberseguridad Global (2016). Elaboración propia con datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

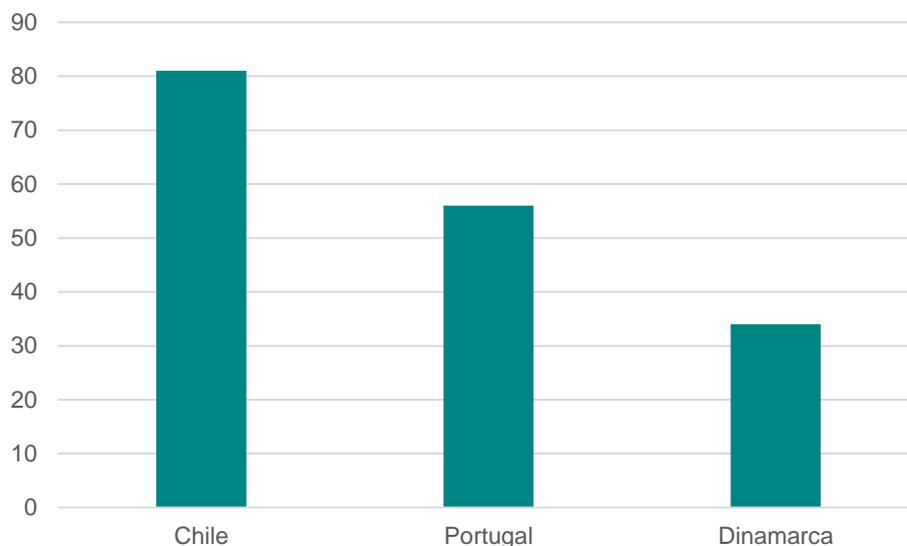


Figura 7.48 Ranking del Índice de Ciberseguridad Global (2016). Elaboración propia con datos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

E. Electricidad

La quinta variable a analizar en la dimensión Infraestructura Tecnológica es la Electricidad, medida por medio de la generación y consumo de electricidad, las cuales a permiten la generación de indicadores básicos del tamaño y desarrollo de una economía. Además, sin un flujo constante de electricidad, la Revolución Tecnológica es imposible, ya que no permite la adopción de nuevas tecnologías. Ampliar el suministro de electricidad para satisfacer la creciente demanda de economías cada vez más urbanizadas, industrializadas y tecnologizadas sin incurrir en costos sociales, económicos y ambientales considerables es uno de los grandes desafíos que enfrentan los países en desarrollo. Los gobiernos son cada vez más conscientes de la necesidad urgente de hacer un uso más eficiente de los recursos energéticos del mundo. La eficiencia energética es a menudo el medio más económico y fácilmente disponible para mejorar la seguridad energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

La generación de electricidad se define como la electricidad generada a partir de combustibles fósiles, centrales nucleares, centrales hidroeléctricas (excluyendo el almacenamiento por bombeo), sistemas geotérmicos, paneles solares, biocombustibles, energía eólica, etcétera., incluyendo a aquellos productores de electricidad que generan para uso propio, de propiedad pública o privada. Este indicador se mide en gigavatios-hora. El consumo, por otra parte, mide la producción de las centrales eléctricas y de las plantas de cogeneración⁸¹ menos las pérdidas ocurridas en la transmisión, distribución, transformación y el consumo propio de las plantas de cogeneración. El consumo se mide en kilovatios-hora.

En la Figura 7.49 y la Figura 7.50, se presenta la generación de electricidad total y el consumo de energía eléctrica, respectivamente, para Chile, Portugal y Dinamarca. En ellas podemos ver cómo

⁸¹ Generación de electricidad y calor al mismo tiempo.

Chile genera más energía que Portugal y Dinamarca, y también consume menos. Pueden existir diferentes razones para lo anterior, tales como el uso energético por parte de las industrias locales y su nivel de eficiencia, pero la producción creciente de la industria energética chilena nos ubica en una buena posición, puesto que una industria energética creciente garantiza que se desarrollen las herramientas de la Revolución Tecnológica.

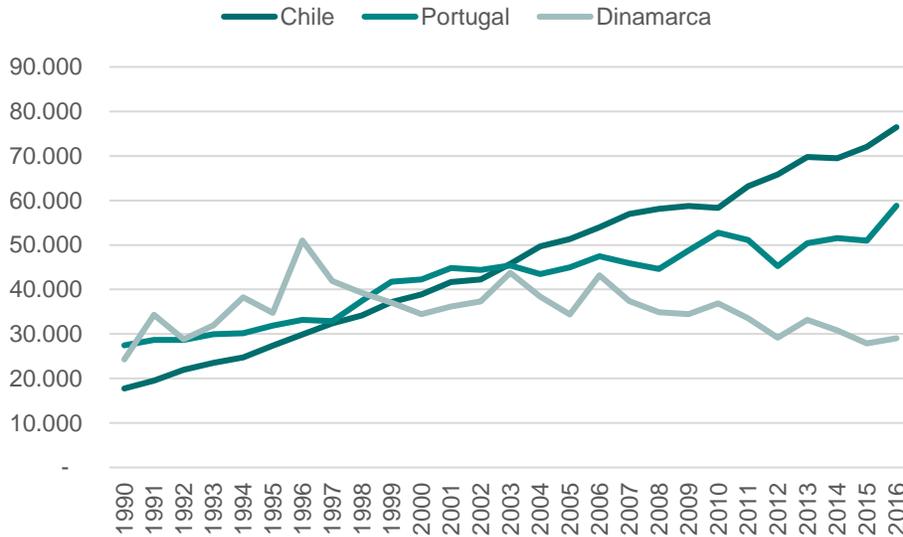


Figura 7.49. Generación de electricidad (GWh per cápita) total (1990-2016). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

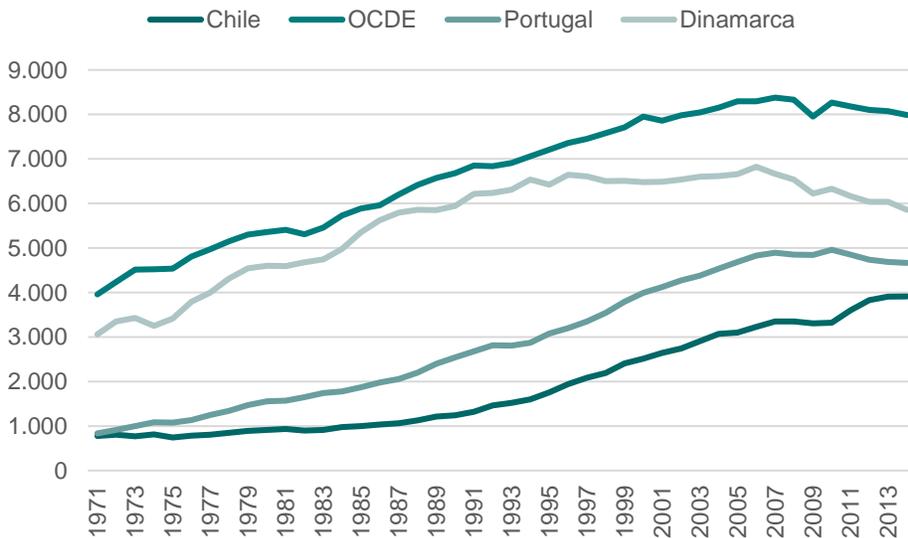


Figura 7.50. Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita) (1971-2013). Elaboración propia con datos de World Bank Data.

F. Datos abiertos

En la dimensión Infraestructura Tecnológica, la sexta variable identificada son los datos abiertos. Los datos, y la cantidad de ellos, son claves para hacer posible la automatización respecto de la toma de decisiones sin intervención humana. La automatización es uno de los cambios profundos y sistemáticos de la Revolución Tecnológica⁸². Para su medición se utiliza el Barómetro de Datos Abiertos, producido por la Fundación World Wide Web, el cual tiene como objetivo descubrir la verdadera prevalencia e impacto de las iniciativas de datos abiertos en todo el mundo.

El indicador analiza las tendencias globales y proporciona datos comparativos sobre gobiernos y regiones utilizando una metodología en profundidad que combina datos contextuales, evaluaciones técnicas e indicadores secundarios. El Barómetro clasifica a los gobiernos según su preparación para iniciativas de datos abiertos, implementación de programas de datos abiertos, impacto que los datos abiertos están teniendo en los negocios, la política y la sociedad civil, de acuerdo al puntaje obtenido en una escala de 0 a 100.

La Figura 7.51 muestra el puntaje de Chile en el Barómetro de Datos Abiertos en el periodo 2013-2017. Si bien Chile ha avanzado en los últimos años, dentro de 30 países, Chile se ubica en el puesto 20 donde ha tenido un lento progreso en este aspecto. Es importante, que el País acelere la liberación de datos que puedan ser de utilidad para tecnologías tales como la automatización y Big Data, donde el uso y análisis de datos es fundamental.

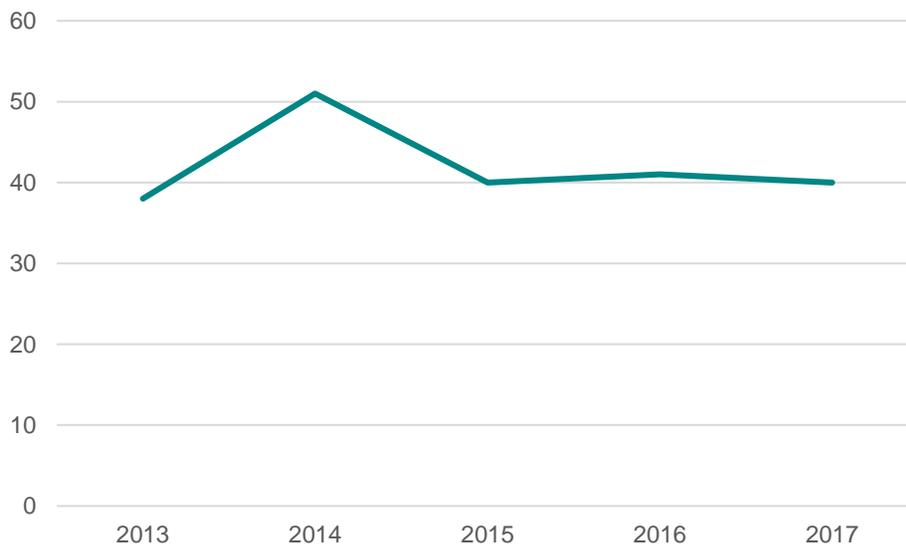


Figura 7.51. Puntaje en el Barómetro de Datos Abiertos (2013-2017). Elaboración propia con datos de Fundación World Wide Web.

⁸² Schwab, K. (2016) The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. World Economic Forum. World Economic Forum

G. Capacidad estadística

La séptima variable identificada para la dimensión Infraestructura Tecnológica la constituye la capacidad estadística de un país, la cual mide la capacidad de una nación para recopilar, analizar y difundir datos de alta calidad sobre su población y economía. Las estadísticas de calidad son esenciales para la toma de decisiones basadas en la evidencia, incluyendo: seguimiento de indicadores sociales y económicos, asignación de representación política y recursos gubernamentales. Permite guiar la inversión del sector privado, informar a la comunidad internacional de donantes para el diseño de programas y la formulación de políticas, como aquellas relevantes a la Revolución Tecnológica.

Para la medición de esta variable se utiliza el Indicador de Capacidad Estadística del Banco Mundial, puntaje compuesto que evalúa la capacidad del sistema estadístico de un país. Se basa en un marco de diagnóstico que evalúa las siguientes áreas: metodología; fuentes de datos; y periodicidad y puntualidad. Los países se califican de acuerdo a 25 criterios en estas áreas, utilizando información disponible públicamente y/o información del país. El puntaje general de Capacidad estadística se calcula como el promedio simple de los tres puntajes de área en una escala de 0 a 100.

La Figura 7.52 nos muestra el Indicador de Capacidad Estadística en el periodo 2004-2017. Al respecto, Chile obtiene puntajes superiores a los 90 puntos, los que además muestran una tendencia levemente creciente en el período comprendido entre 2004 y 2017. Lo anterior nos ubica en una buena posición para enfrentar las nuevas herramientas de la Revolución Tecnológica, intrínsecamente relacionadas al uso de grandes cantidades de datos.



Figura 7.52. Puntaje en el Indicador de Capacidad Estadística (2004-2017). Elaboración propia con datos de World Bank Data.

H. Conectividad

La última variable para la dimensión Infraestructura Tecnológica trata la conectividad. Para su medición se utiliza el Índice de Disposición a la Conectividad, indicador confeccionado por el Banco Mundial, clave en la identificación del desempeño de los países en el mundo digital, ya que mide qué tan

bien una economía está utilizando las tecnologías de la información y las comunicaciones para impulsar la competitividad y el bienestar. La disposición a la conectividad depende de que un país posea los impulsores necesarios para que las tecnologías digitales alcancen su potencial, y de que estas tecnologías realmente tengan un impacto en la economía y la sociedad. Como se podría esperar de un tema tan complejo, la clasificación se elabora utilizando una amplia gama de información, con datos obtenidos desde organismos internacionales tales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones, la UNESCO, otros organismos de las Naciones Unidas y el Banco Mundial. Otros indicadores provienen de la Encuesta de Opinión Ejecutiva del Foro Económico Mundial, que fue completada por más de 14,000 ejecutivos de negocios en más de 140 países.

En la Figura 7.53 se presenta el Índice de Disposición a la Conectividad para Chile, Portugal y Dinamarca. En los últimos años, Chile no ha avanzado de su posición, manteniéndose en la posición 38 dentro de 154 países. Se mantiene lejano a Dinamarca, que se ubica en el puesto 11, y algo más bajo que Portugal, que se posiciona en el puesto 30. Lo anterior indica que los esfuerzos de Chile para prepararse e integrarse a la Revolución Tecnológica no han tenido efecto en el corto plazo, de acuerdo a su posición relativa respecto de los países en análisis. Podemos entender que, relativamente, Chile empeoró: la cantidad de puestos que disminuyó Dinamarca superan a la cantidad de puestos que mejoró Portugal, pero, aun así, nosotros mantuvimos nuestra posición. Es urgente, por tanto, enfocarse en este desafío.

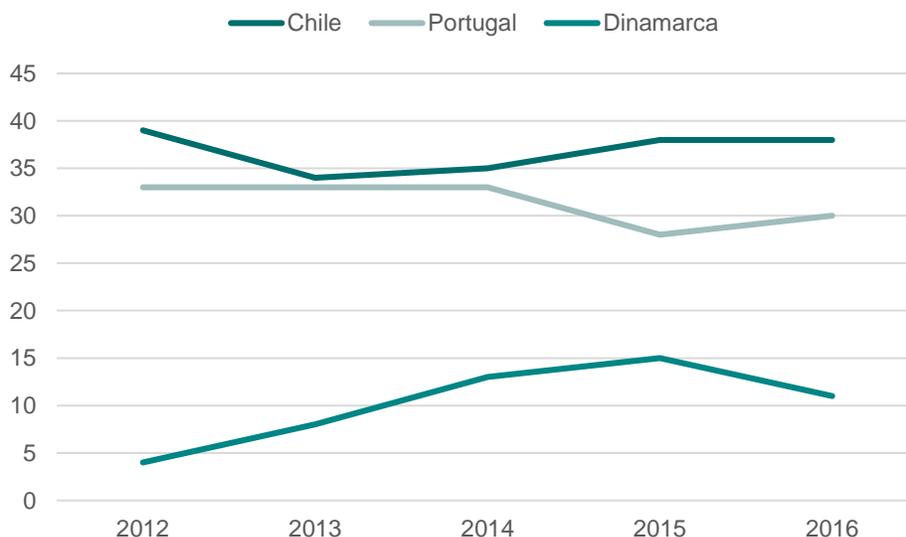


Figura 7.53. Ranking según el Índice de Disposición a la Conectividad (2012-2016).

Elaboración propia con datos de World Bank Data.

7.3.4 Variables de la dimensión Sociocultural

En el contexto del estudio, se entiende a la dimensión sociocultural como aquella que comprende la interrelación entre cultura y sociedad, como también da cuenta de estos elementos en nuestro país. El avance científico, la comercialización y la difusión de la innovación son procesos sociales y culturales que surgen a medida que las personas se desarrollan e intercambian ideas en su contexto. A

su vez, hay muchos componentes entrelazados que conforman nuestras sociedades y muchas innovaciones que de alguna forma son coproducidas por ellas. El gran desafío para la mayoría de las sociedades será cómo absorber y adaptarse a la nueva modernidad al tiempo que abarca los aspectos nutritivos de nuestros sistemas de valores tradicionales. La Revolución Tecnológica puede exacerbar las tensiones que existen en nuestra sociedad, como también determinar distintos elementos de ella. A continuación, se presenta nuestra propuesta de 2 variables de la dimensión Sociocultural que permiten describir el contexto particular del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) en cuanto al desafío país Revolución Tecnológica: A) Desigualdad de género y B) Organización y difusión social por redes.

A. Desigualdad de género

La primera variable determinada para la dimensión Sociocultural del contexto particular del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica la constituye la desigualdad de género. La variable se mide por la brecha salarial de género y la tasa de participación laboral de las mujeres. Una pregunta relevante frente a la Revolución Tecnológica es si las profesiones dominadas por hombres o mujeres son más susceptibles a la automatización. Si bien no es claro qué industria será automatizada, estudiar lo anterior permitiría dilucidar si las brechas salariales de género aumentarían o no, y a su vez, cuál será la presencia de la mujer en la fuerza de trabajo. La brecha salarial de género se define como la diferencia entre los ingresos medios de hombres y mujeres en relación con los ingresos medios de los hombres. Los datos se refieren a empleados de tiempo completo y a trabajadores por cuenta propia.

La Figura 7.54 muestra la brecha salarial de género en Chile, Portugal y Dinamarca para el periodo 2000-2016. Los datos nos muestran la distancia porcentual respecto al salario entre hombres y mujeres. No es posible comparar directamente las series, ya que los datos para Chile no son anuales, y si lo son para Portugal y Dinamarca, pero podemos observar que la distancia salarial en nuestro país es creciente y superior a Portugal, por dos puntos porcentuales, y a Dinamarca por 15 puntos porcentuales, para ambos países al año 2015.

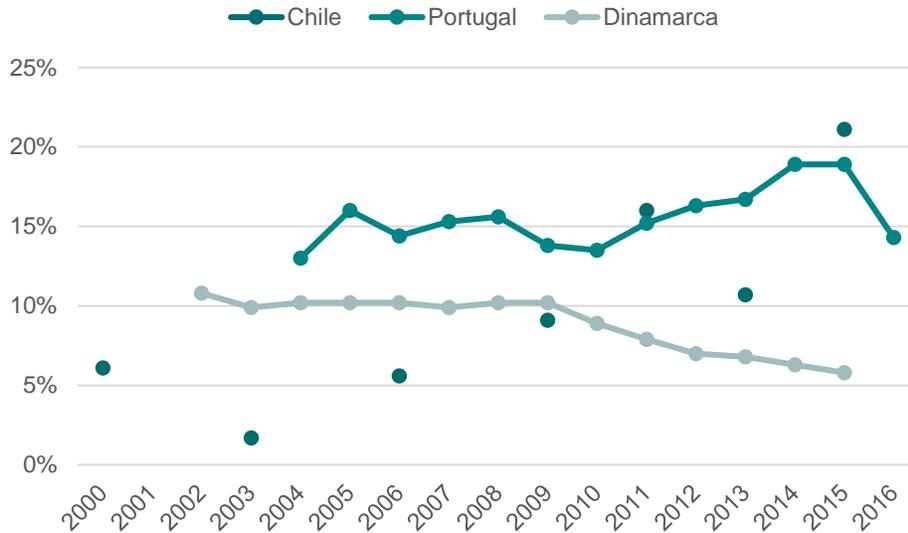


Figura 7.54. Brecha salarial de género (2000-2016). Elaboración propia con datos de World Bank Data.

Las tasas de participación en la fuerza laboral, expuestas en la Figura 7.55, se calculan como la fuerza laboral dividida por la población total en edad de trabajar. En este caso, se selecciona como muestra sólo a mujeres. La población en edad de trabajar se refiere a las personas de 15 a 64 años de edad. Este indicador se mide como un porcentaje del total de las personas en edad de trabajar.

La Figura 7.55 expone cómo Chile está casi 15 puntos porcentuales por debajo de Portugal, y a más de 20 por debajo de Dinamarca respecto a la participación laboral de las mujeres, no obstante 14 puntos porcentuales en el periodo 2000-2016, alcanzando el 56%. En el mismo periodo, Portugal avanzó 6 puntos porcentuales, alcanzando el 71%, y Dinamarca avanzó 1 punto porcentual, alcanzando el 77%.

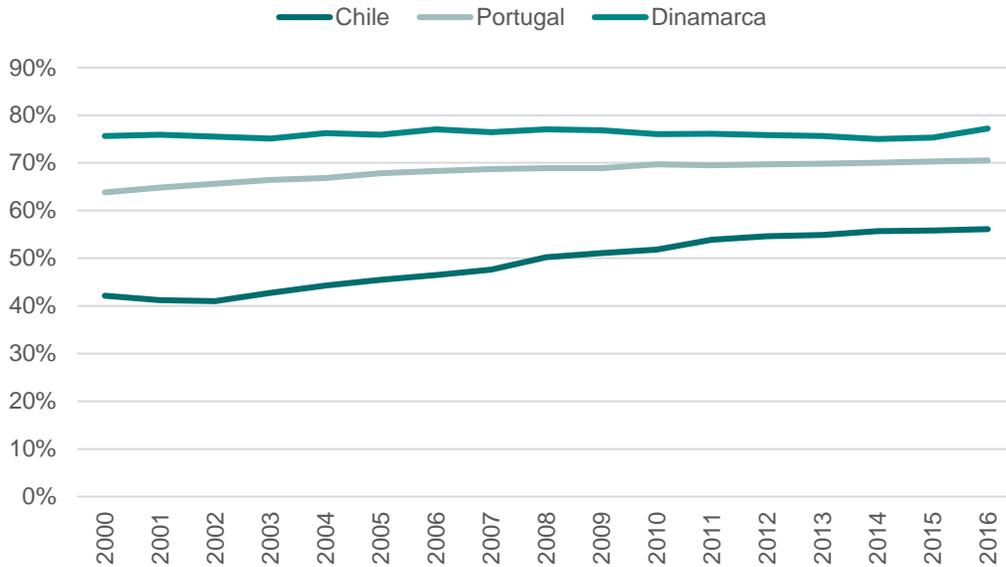


Figura 7.55. Tasa de participación laboral de las mujeres (2000-2016). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

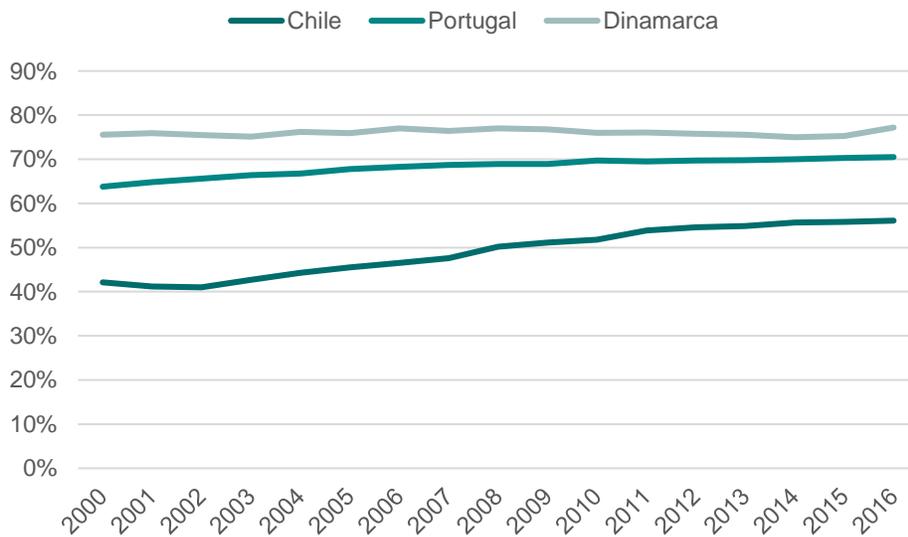


Figura 7.56. Tasa de participación laboral de las mujeres (2000-2016). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

La brecha salarial de género y la tasa de participación laboral de las mujeres en Chile nos ubica muy por detrás de Portugal y Dinamarca. La Revolución Tecnológica puede exacerbar estos fenómenos, ya que la automatización puede afectar a empleos dominados por las mujeres, fenómeno a considerar para enfrentarse al desafío.

B. Organización y difusión social por las redes

En la dimensión Sociocultural, la segunda y última variable del contexto particular del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica apunta a la organización y difusión social por las redes. Klaus Schwab, a través de su libro “La cuarta revolución industrial”⁸³ nos ilustra respecto a cómo la nueva era tecnológica está cambiando la forma en la que vivimos y nos relacionamos unos con otros. En concreto, Schwab plantea que esta nueva Revolución Tecnológica brinda un abanico de nuevas tecnologías que mezclan distintos mundos y, por lo tanto, tiene un efecto directo en diversas disciplinas, economías e industrias. Es por esto que el autor hace un llamado a los líderes y ciudadanos para que “formen juntos un futuro que funcione para todos al dar prioridad a las personas, empoderarlas y recordarnos constantemente que todas estas nuevas tecnologías son, ante todo, herramientas creadas por personas para personas”.

Esto se relaciona directamente con el efecto que provoca la tecnología en las relaciones humanas, en donde una preocupación transversal ha sido la posible relación negativa que nace entre ambas variables: debido a la cuarta revolución industrial, nuestras habilidades sociales y empatía podrían resultar dañadas.

De hecho, tal como argumenta Schwab, esto ya está sucediendo: en el año 2010 un estudio realizado por la Universidad de Michigan⁸⁴ encontró una disminución de 40% en la empatía entre los estudiantes universitarios en comparación con sus contrapartes hace 20 o 30 años, y la mayor parte de esta disminución se produce después del año 2000. Esto dejaría en evidencia que, si bien la tecnología resulta muy útil y facilita una gran cantidad de procesos, si no la utilizamos como una herramienta para y por las personas, podría provocar efectos negativos en la sociedad y su organización.

7.3.5 Variables de la dimensión Laboral y Capital Humano

La dimensión Laboral y de Capital Humano, en el marco del estudio, la entendemos como aquella que concierne a la calidad del trabajo, el trabajador y los posibles efectos de la Revolución Tecnológica en el empleo. Además, la dimensión también evalúa los elementos conductores del trabajo a la Revolución Tecnológica, como la calidad laboral de las personas involucradas en el proceso productivo.

Los avances tecnológicos y su integración están determinados por el grado de formación de los trabajadores, y a su vez, la tecnología es determinante en las relaciones laborales. Según Schwab⁸³, la dimensión laboral será una de las más afectadas por la Revolución Tecnológica, siendo la naturaleza del empleo, como también la generación de empleo, variables del trabajo que se verían fuertemente afectadas por los cambios tecnológicos.

Los miedos del impacto de la tecnología en el trabajo no son nuevos. Keynes dijo, en 1931, que «el descubrimiento de los medios (de producción) para economizar el uso de la mano de obra es más

⁸³ Schwab, K. (2017). The fourth industrial revolution. London: Penguin Random House.

⁸⁴ Konrath, S. H., Obrien, E. H., & Hsing, C. (2010). Changes in dispositional empathy in American college students Over Time: A Meta-Analysis. *Personality and Social Psychology Review*, 15(2) .

rápido que el ritmo al que podemos encontrarle nuevos usos a esta mano de obra»⁸⁵. Por supuesto, Keynes estaba equivocado. Al largo plazo, las herramientas tecnológicas crearon nuevos segmentos laborales, desde la industria automovilística hasta la computación. Aun así, el consenso de los economistas, como veremos a continuación, nuevamente parece apuntar en este sentido.

A continuación, se presentan las ocho variables de la dimensión Laboral y Capital Humano que hemos seleccionado para describir el contexto particular del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) en cuanto al desafío país Revolución Tecnológica: A) Automatización y empleo, B) Precarización de la jornada laboral, C) Informalidad del empleo, D) Evaluación internacional de los estudiantes, E) Formación de Capital Humano, F) Investigación científica, G) Evaluación de habilidades escolares en las tecnologías de información y comunicación y H) Capital humano en las tecnologías de información y comunicación.

A. Automatización y empleo

La primera variable dentro de la dimensión Laboral y Capital Humano del contexto particular del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica la constituye la automatización y el empleo. La variable es medida por el porcentaje de empleos en riesgo de automatización para 32 países.

La automatización es una de las principales herramientas de la Revolución Tecnológica, con efectos multidimensionales. Según Schwab⁸⁶, el riesgo de automatización y su interacción con la capacitación y el uso de habilidades en el trabajo es una realidad cercana. Sobre la base de la evaluación de expertos realizada por Frey y Osborne⁸⁷, el documento estima el riesgo de automatización para trabajos individuales según la Encuesta de Habilidades de los Adultos. La estimación se alinea más estrechamente con la evaluación inicial de la automatización potencial derivada del desarrollo del Aprendizaje Automático, por medio del riesgo de automatización que se estima para los 32 países de la OCDE que han participado en la Encuesta de Habilidades de los Adultos hasta el momento.

El estudio pone énfasis en las características de los trabajos que probablemente se vean perturbados significativamente por la automatización y las características de los trabajadores que los ocupan. El riesgo también se evalúa contra el uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el trabajo y el papel de la capacitación para ayudar a los trabajadores a transitar hacia nuevas oportunidades profesionales.

La Figura 7.57 expone el porcentaje de empleos en riesgo de automatización para Chile Dinamarca y el resto de los países evaluados⁸⁸ en el año 2013. Los datos para Chile arrojan estimaciones que superan a Dinamarca y el resto de los países evaluados, con un riesgo de automatización del 55%

⁸⁵ John Maynard Keynes, “Economic Possibilities for our Grandchildren” in *Essays in Persuasion*, Harcourt Brace, 1931.

⁸⁶ Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. London: Portfolio Penguin.

⁸⁷ Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2013). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280.

⁸⁸ Portugal no fue uno de ellos. Existen reportes más actualizados sobre los riesgos de la automatización, como “Job Creation and Local Economic Development” (OECD, 2018), pero Chile no pudo ser evaluado bajo los estándares del estudio por falta de información.

de los empleos, colocándonos en una situación particularmente riesgosa para la situación laboral en el futuro cercano. Si la tasa de destrucción de empleos efectivamente llega al 55%, esto tendría efectos muy perjudiciales para nuestra economía.

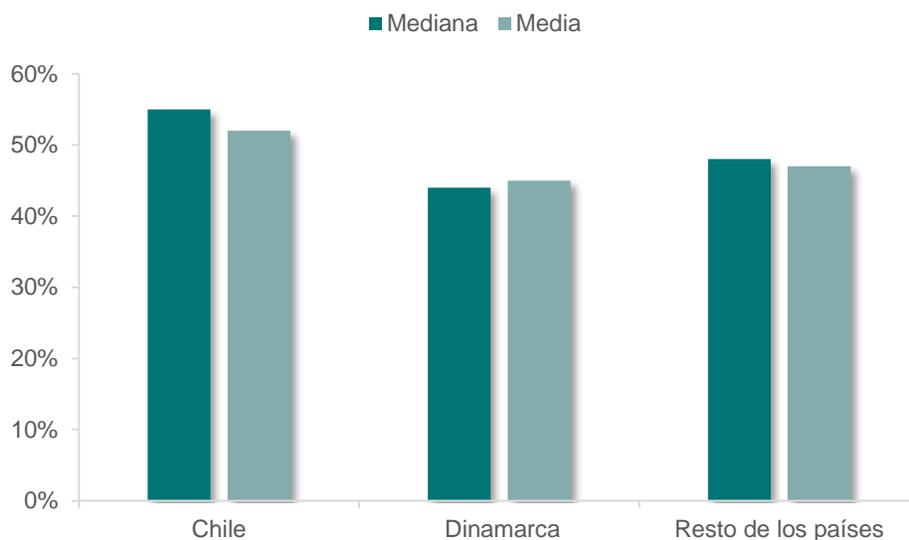


Figura 7.57. Meda y mediana del porcentaje de empleos en riesgo por la automatización.

Elaboración propia con datos de OCDE Data.

B. Precarización de la jornada laboral

En la dimensión Laboral y Capital Humano, la segunda variable tiene relación con la precarización del empleo y su jornada laboral, y es medida por el porcentaje de empleo a tiempo parcial.

La naturaleza del trabajo podría cambiar considerablemente con la Revolución Tecnológica; con la automatización, no solo es esperable que se destruyan algunos oficios, sino que también que muchas tareas sean automatizadas. A su vez, los cambios tecnológicos pueden causar una precarización del empleo a nivel general⁸⁹, con cambios como la creación de empleos a tiempo parcial en lugar de a tiempo completo.

El empleo a tiempo parcial se define como las personas empleadas (ya sean empleados o trabajadores por cuenta propia) que generalmente trabajan menos de 30 horas por semana en su trabajo principal. Las personas empleadas son aquellas de 15 años o más que informan que han trabajado en un empleo remunerado durante al menos una hora en la semana anterior o que tuvieron un trabajo, pero estuvieron ausentes del trabajo durante la semana de referencia mientras tenían un vínculo laboral formal. El indicador que se presenta en la variable muestra la proporción de personas empleadas a tiempo parcial entre todas las personas empleadas. También se denomina incidencia del empleo a tiempo parcial.

⁸⁹ Krzywdzinski, M., Gerber, C., & Evers, M. (2018). The Social Consequences of the Digital Revolution. *Le Grandi Questioni Sociali Del Nostro Tempo Società E Trasformazioni Sociali*. doi:10.30687/978-88-6969-273-4/008

La Figura 7.58 muestra el porcentaje de empleo a tiempo parcial para Chile, Dinamarca y Portugal para el periodo 2000-2017. La figura expone cómo el empleo a tiempo parcial en Chile es más preponderante que en Portugal, y ligeramente inferior a Dinamarca, cifras y diferencias que podrían acrecentarse con los efectos de la Revolución Tecnológica. Chile, además de ser susceptible a perder empleos por la automatización, también es susceptible a crear empleos de menor calidad, en términos de jornada laboral.

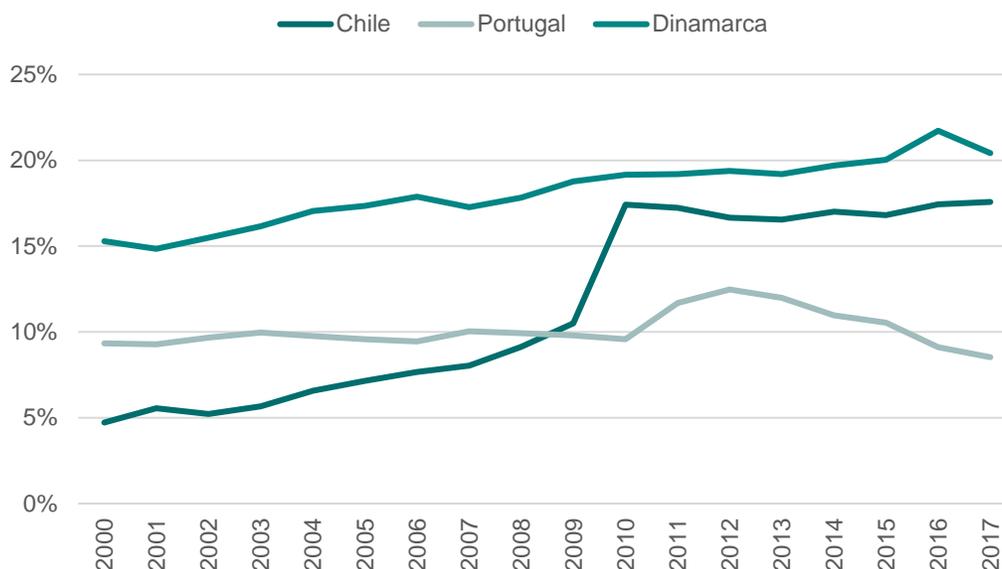


Figura 7.58. Porcentaje de empleo a tiempo (2000-2017). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

C. Informalidad del empleo

La tercera variable dentro de la dimensión Laboral y Capital Humano se constituye por la informalidad del empleo. Como se mencionó en el apartado B de la presente sección, las nuevas herramientas de la Revolución Tecnológica pueden estar precarizando el trabajo (Krzywdzinski, M., Gerber, C., & Evers, M. (2018)).

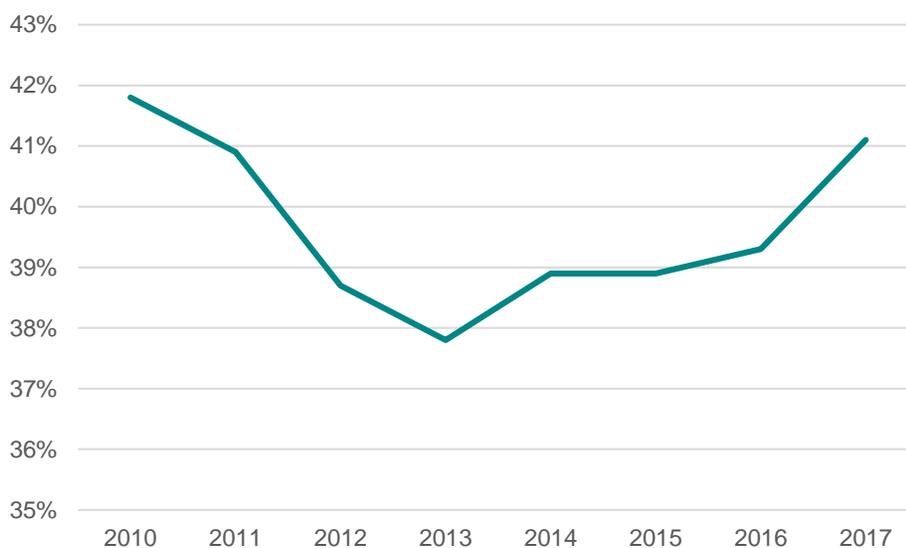
Un síntoma importante de la precarización del empleo es el porcentaje de empleo informal en una economía, el cual implica una disminución de la seguridad social de los trabajadores, pues pierden accesos a servicios de salud o previsión y se crean lagunas previsionales. Además de esto, es usual que trabajadores informales se encuentre en situación de pobreza, como señala el director del Departamento de investigaciones de la Organización Internacional del Trabajo, Damian Grimshaw⁹⁰.

El empleo en la economía informal como porcentaje del empleo incluye todos los trabajos en empresas privadas no registradas o de pequeña escala no incorporadas que producen bienes o servicios destinados a la venta. Sin embargo, se excluyen las actividades agrícolas y actividades relacionadas,

⁹⁰ Noticias ONU (13 de febrero de 2019). Tener trabajo no siempre garantiza unas condiciones dignas de vida. Obtenido de: <https://news.un.org>

los hogares que producen bienes exclusivamente para su propio uso (por ejemplo, agricultura de subsistencia, trabajo doméstico, trabajo de cuidado y empleo de trabajadores domésticos remunerados) y servicios voluntarios prestados a la comunidad.

La Figura 7.62 expone la informalidad del empleo en Chile como porcentaje del total. En ella podemos ver cómo Chile no ha mejorado en los últimos 7 años, a pesar de un fuerte descenso en el mismo periodo, donde para el año 2013, se llegó a un mínimo de un 38% de informalidad en el mercado laboral. La cifra resulta muy superior cuando comparamos con Portugal y Dinamarca, que para el periodo 2008-2009, la cifra rondó entre el 11% y 15%⁹¹. Las cifras podrían empeorar una vez que se concreten los avances tecnológicos de la Revolución Industrial. La creación de empleos de “pequeños encargos”, entendida como gig economy, está creciendo rápidamente con aplicaciones como Uber o Airbnb. De acuerdo a Grimshaw, este nuevo modelo de negocios es una amenaza latente a las condiciones que aseguran un trabajo digno⁹².



D. Competencias escolares

La cuarta variable dentro de la dimensión Laboral y Capital Humano del contexto particular del Ecosistema de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica está dada por las competencias escolares. El rendimiento académico de los estudiantes es predictor de cuál será su capacidad de desarrollar ciencia y conocimiento, los motores de la Revolución Tecnológica. A su vez, la integración de las nuevas tecnologías depende de quienes la usan, pues sin las capacidades técnicas suficientes, las nuevas tecnologías no darán provecho.

⁹¹ Hazans, M. (2011). Informal Workers across Europe: Evidence from 30 European Countries. Policy Research Working Papers.

⁹² Noticias ONU (13 de febrero de 2019). El nuevo modelo de negocios “tech” amenaza las condiciones decentes en el trabajo. Obtenido de: <https://news.un.org/>

La medición de la variable se realiza en base al Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (Programme for International Student Assessment; PISA), que es una evaluación estandarizada internacional, desarrollada conjuntamente por los países participantes y aplicada a niños de 15 años en las escuelas, que comenzó en el año 2000, y que en el proceso realizado en 2015, alcanzó a 75 países. Las pruebas se administran generalmente entre 4.500 y 10.000 estudiantes de cada país. PISA evalúa hasta qué punto los estudiantes cerca del final de la educación obligatoria han adquirido algunos de los conocimientos y habilidades que son esenciales para la plena participación en la sociedad. En todos los ciclos de las pruebas, los dominios de la lectura, la alfabetización matemática y científica están cubiertos no sólo en términos de dominio del currículo escolar, sino en términos de conocimientos importantes y habilidades necesarias en la vida adulta.

En la Figura 7.59, la Figura 7.60 y la Figura 7.61, se expone el rendimiento medio en ciencias, matemáticas y lectura de Chile, el promedio de la OCDE, Portugal y Dinamarca, respectivamente. En ellas podemos ver cómo Chile ha avanzado en las tres áreas, pero, en comparación, aún está bastante lejos. Para el caso de ciencias, Chile subió 8 puntos en el periodo 2000-2009. Portugal, en el mismo plazo, subió 27 puntos, ubicándose uno debajo de Dinamarca. El caso es similar para matemáticas, donde Chile, desde 2000 hasta 2012, subió su puntaje promedio en 12 puntos, mientras que Portugal 26. Para la prueba de lectura, en el mismo plazo, Chile subió 31 puntos, mientras que Portugal 18. Cabe destacar que, para todas las pruebas, Chile tiene el peor puntaje de los tres países, lo que es un mal indicador para el desarrollo del conocimiento y tecnología a nivel avanzado, como también del uso de las nuevas tecnologías.

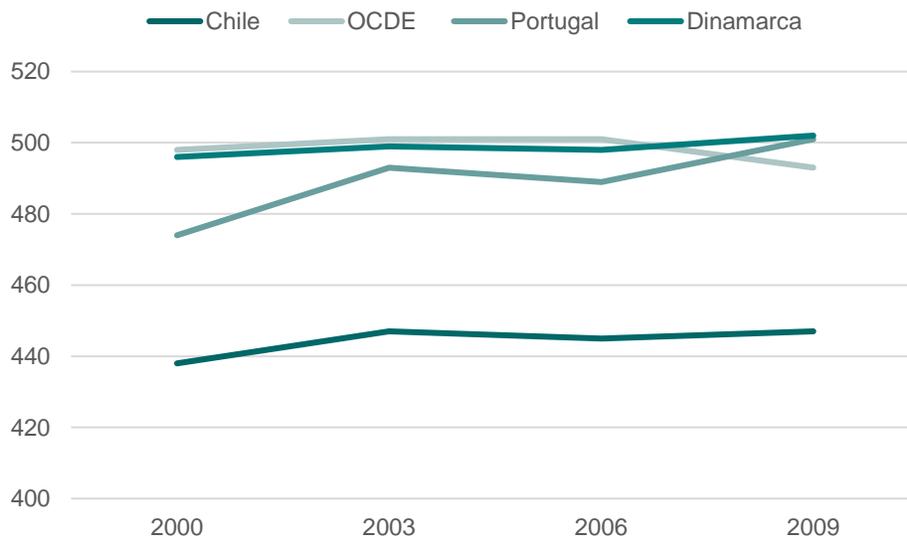


Figura 7.59. Rendimiento medio en ciencias en la prueba PISA (2000-2009), puntajes.

Elaboración propia con datos de OCDE Data.

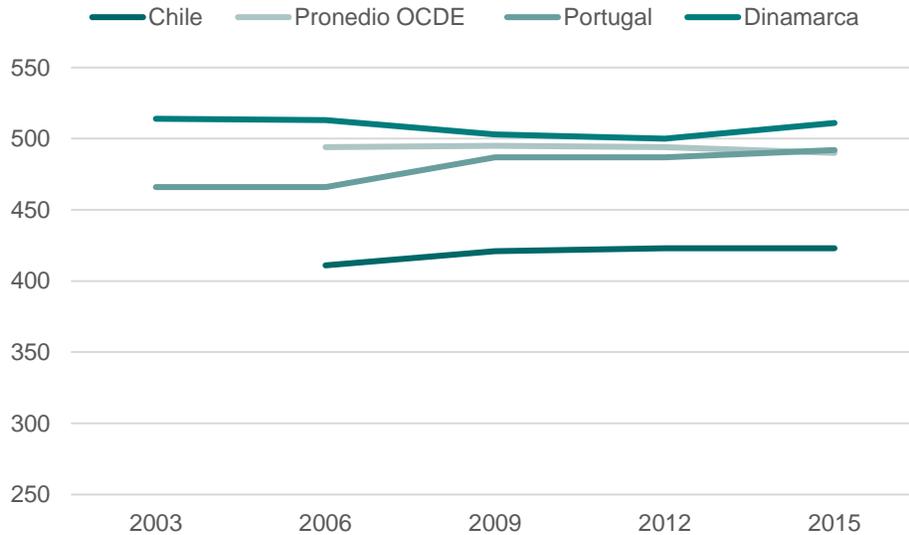


Figura 7.60. Rendimiento medio en matemáticas en la prueba PISA (2000-2012), puntajes.
Elaboración propia con datos de OCDE Data.

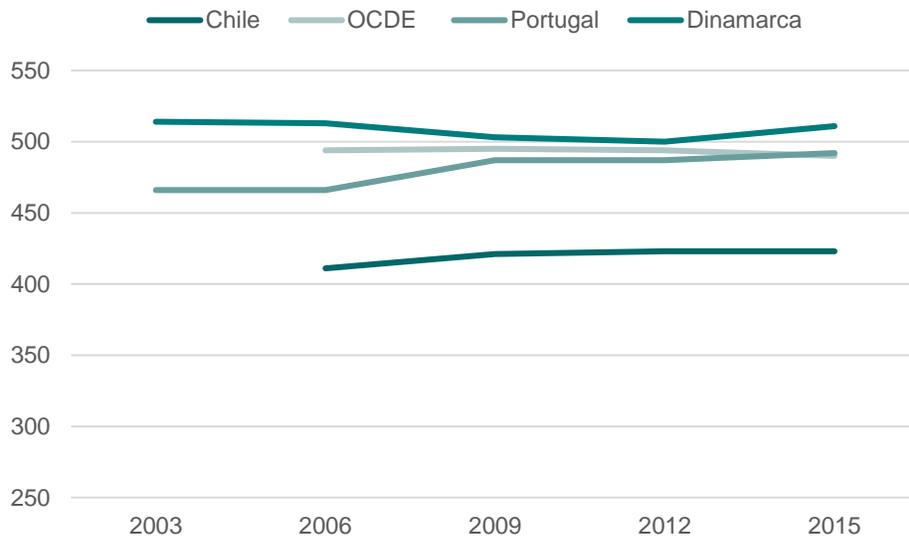


Figura 7.61. Rendimiento medio en lectura en la prueba PISA (2000-2015), puntajes.
Elaboración propia con datos de OCDE Data.

E. Formación profesional

En la dimensión Laboral y Capital Humano, la quinta variable identificada apunta a la formación profesional. La variable se mide con los matriculados en la educación terciaria. La Revolución Tecnológica no solo traerá nuevos enfoques, sino también metodologías y tecnologías, que deberán introducirse en las empresas. Lo anterior es solo posible si es que existe un número suficiente de trabajadores capacitados. Indicador de esto, es el número de matriculados en la educación terciaria.

La tasa bruta de matrícula es la proporción entre la matrícula total, independientemente de la edad, y la población del grupo de edad que corresponde oficialmente al nivel de educación mostrado. La educación terciaria normalmente requiere como condición mínima de admisión la finalización exitosa de la educación en el nivel secundario.

La Figura 7.62 expone la matriculación escolar, terciaria de Chile, el promedio de la OCDE, Portugal y Dinamarca. En ella podemos ver cómo Chile supera al promedio de la OCDE por 17 puntos porcentuales, a Portugal por 27 puntos porcentuales y a Dinamarca por 9 puntos porcentuales. El alto número de matriculados nos pone en una buena posición para integrar las nuevas tecnologías y herramientas de la Revolución Tecnológica, siempre y cuando se cumplan estándares de calidad en la educación terciaria. Cabe preguntarse, sin embargo, cuál es la calidad de la educación impartida.

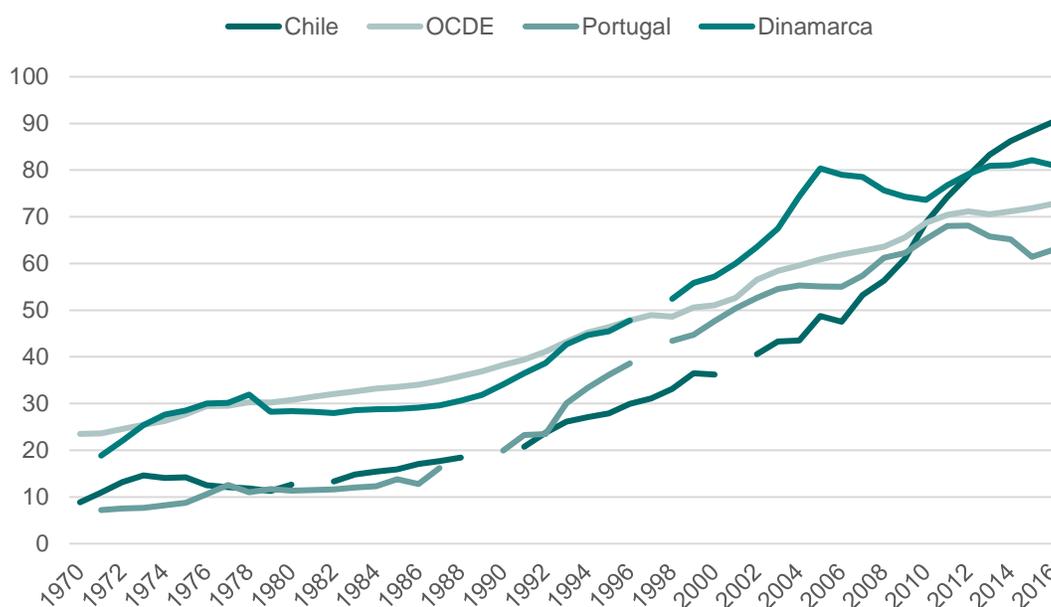


Figura 7.62. Porcentaje bruto de matriculación escolar terciaria (1970-2016). Elaboración propia con datos de World Bank Data⁹³.

F. Investigación científica nacional

La sexta variable dentro de la dimensión Laboral y Capital Humano del contexto particular del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica es la investigación científica. Los investigadores son los protagonistas de la Revolución Tecnológica, ya que son quienes proponen los avances tecnológicos, e integran la tecnología de punta en diferentes dimensiones. Los investigadores son profesionales dedicados a la generación de nuevo conocimiento, así como a la gestión de los proyectos en que participan investigando. Esta variable se mide como número de investigadores por cada 1.000 personas empleadas.

⁹³ El gráfico presenta líneas discontinuas debido a la falta de registros en los años respectivos.

La Figura 7.63 expone el número de investigadores por cada mil trabajadores para Chile, Dinamarca, Portugal y la OCDE. Los datos para Chile, muestran que estamos muy por debajo de Portugal y Dinamarca. En efecto, Chile posee un investigador por cada mil trabajadores, mientras que Dinamarca 14 y Portugal 7,8. Lo anterior indica que las nuevas propuestas tecnológicas, como también la integración de la tecnología de punta, son elementos lejanos a nuestro contexto.

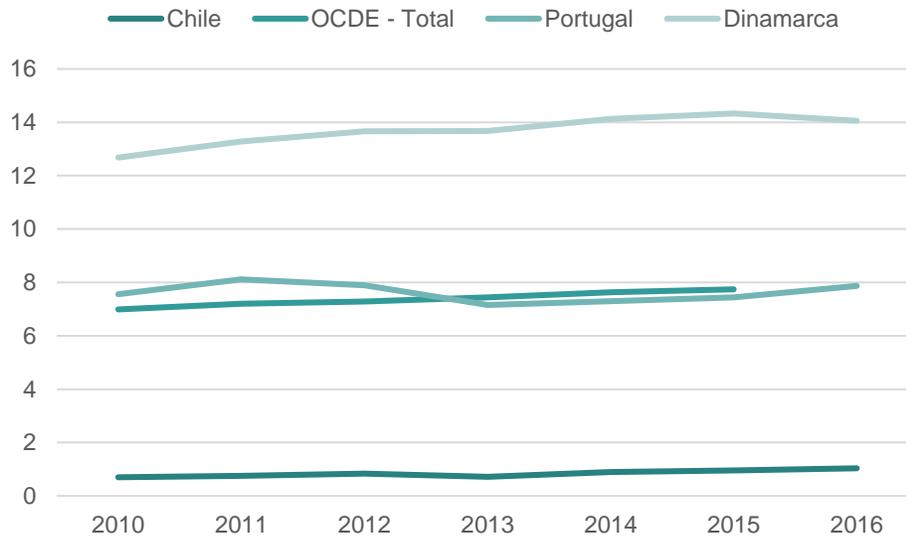


Figura 7.63. Investigadores por cada mil trabajadores (2010-2016). Elaboración propia con datos de OCDE Data.

G. Habilidades escolares en las tecnologías de información y comunicación

La séptima variable identificada de la dimensión Laboral y Capital Humano tiene relación con la evaluación de habilidades escolares en las tecnologías de la información y la comunicación. La variable se mide con el SIMCE TIC. El desempeño académico de los estudiantes en el SIMCE TIC es especialmente relevante a la hora de predecir la capacidad de desarrollar ciencia y conocimiento en el sector, área clave para la Revolución Tecnológica. SIMCE TIC es una prueba que evalúa las habilidades relacionadas con las tecnologías de la información y comunicación. Su objetivo es determinar el nivel de desarrollo de las habilidades en estas tecnologías de los estudiantes chilenos y conocer los factores individuales y de contexto relacionados con el rendimiento de los estudiantes en la prueba.

La Figura 7.64 muestra la distribución de estudiantes por nivel de logro en el SIMCE TIC. Se expone que sólo el 1,8% de la población tiene un nivel de logro avanzado. La mayoría de los estudiantes tienen un nivel intermedio (51,3%), lo que nos ubica a un nivel aceptable respecto al uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

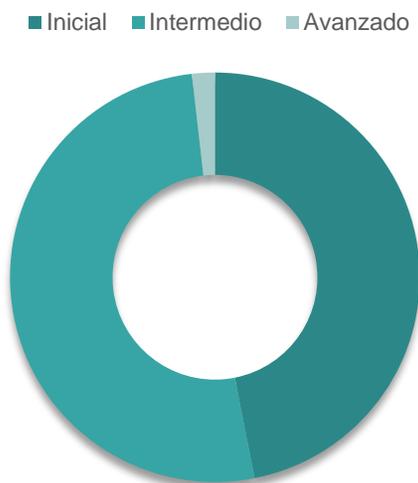


Figura 7.64. Distribución de estudiantes según nivel de logro en prueba SIMCE TIC.
Elaboración propia con datos de Mineduc, SIMCE.

H. Capital humano en las tecnologías de información y comunicación

La última variable dentro de la dimensión Laboral y Capital Humano del contexto particular del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica la constituye el déficit de capital humano en tecnologías de la información y la comunicación. Adquirir nuevas tecnologías no es suficiente. Los países deben desarrollar su capacidad humana para aprovechar al máximo las tecnologías de información y comunicación. La innovación impulsada por el Internet está incrementando la demanda de profesionales capacitados en tecnologías de información y comunicación, pero el acceso limitado a las habilidades en el sector está creando una brecha de habilidades persistente y creciente en América Latina, donde la demanda está superando la oferta.

Cisco Networking, empresa norteamericana de comunicaciones, realizó un estudio para 4 países de Latinoamérica, presentados en la Figura 7.65, que expone el déficit de capital humano en áreas tecnologías de información y comunicación de Chile, Argentina, Perú y Brasil⁹⁴. En ella, podemos ver que la menor brecha la tiene Argentina, mientras que la mayor, Chile. Lo anterior indica que, en Chile, en primer lugar, existe un mercado laboral para las tecnologías de la información y la comunicación, pero faltan personas capacitadas. A su vez, esto indica que las herramientas de las tecnologías de la información y la comunicación, relacionadas intrínsecamente a la Revolución Tecnológica, no están alcanzando su máximo potencial de desarrollo.

⁹⁴ Si bien no se compara con Dinamarca y Portugal, como en el resto de los indicadores, se incluye el indicador por su valor en el estudio.

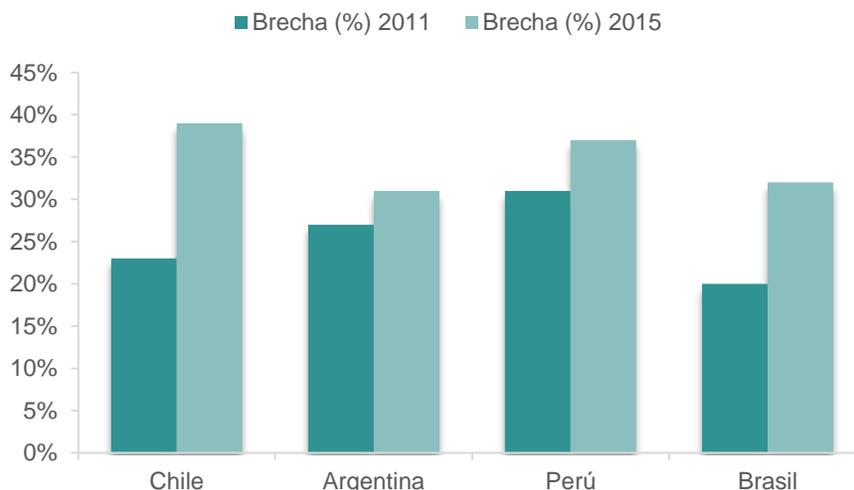


Figura 7.65. Déficit de capital humano en tecnologías de información (2011-2015).

Elaboración propia con datos de Cisco Networking

7.3.6 Variables de la dimensión Político-Institucional

En el presente estudio entendemos a las instituciones políticas como aquellas que dependen directamente del Estado y que cumplen funciones fiscalizadoras, legislativas, administrativas y reguladoras relacionadas al desafío país Revolución Tecnológica. En el contexto de la Transformación Digital, estas instituciones pueden desempeñar un rol clave –aunque contradictorio– en el proceso, de acuerdo con la visión sobre el tema que tengan y las acciones implementadas en la materia. Así, las instituciones políticas pueden actuar como facilitadoras que articulan y dirigen el sentido de la transformación en sus diferentes ámbitos de acción o, por el contrario, convertirse en obstaculizadoras que restringen no sólo el desarrollo tecnológico en el país, sino que dificultan la transferencia y adopción de tecnología en dichos ámbitos.

Respecto a la posición de Chile en la dimensión Político-Institucional, se aprecia por una parte que, si bien existen incentivos estatales vigentes y crecientes para el desarrollo tecnológico en el país, éstos aún resultan insuficientes; lo que se puede explicar por el desarrollo sinuoso con que las instituciones gubernamentales y políticas nacionales enfrentan el desafío de la Revolución Tecnológica.

Por otro lado, en términos legales, el país carece de regulación de aspectos clave para afrontar el desafío de la Revolución Tecnológica, tal como es el normar la tributación de las empresas extranjeras que prestan servicios digitales en el territorio nacional, algunas de las cuales se encuentran entre las más valoradas a nivel mundial, o el establecimiento de estándares claros sobre el uso de la información privada. De igual forma, se observa que la discusión legislativa muchas veces se hace de forma tardía y reactiva, y que no va en paralelo con las tendencias mundiales en tecnología, creando vacíos legales en Chile, como es el caso del teletrabajo, los sistemas de arriendo de vehículos con conductor (Uber, Cabify, etc.), entre otras cuestiones.

Por último, se observa la pasividad de las instituciones gubernamentales y políticas nacionales respecto al desafío de la Revolución Tecnológica y que se hace evidente en el uso de las nuevas tecnologías de información y comunicación existentes por parte de las instituciones del Estado. En este

campo, se aprecia que la importancia de estas tecnologías para el Gobierno, así como el éxito alcanzado por el Gobierno en la promoción de éstas, se ubica muy por debajo del resto de países utilizados como punto de comparación del estudio, a saber, Dinamarca y Portugal. Así, en síntesis, se hace necesaria mejorar la vinculación, explícita y adecuada, de las instituciones políticas y gubernamentales con los cambios asociados al desafío país Revolución Tecnológica.

En virtud de describir el contexto particular del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) para la dimensión Político-Institucional, a continuación se presentan los resultados del análisis de cinco variables relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica: A) Incentivos para el desarrollo tecnológico, B) Integración tecnológica del Estado, C) Regulación impositiva sobre servicios digitales, D) Regulación laboral y cambios tecnológicos; y E) Privacidad de la información.

A. Incentivos para el desarrollo tecnológico

La primera variable identificada para la dimensión Político-Institucional –Incentivos para el desarrollo tecnológico– se entiende como el fomento al desarrollo, transferencia y aplicación de nuevas tecnologías en distintos ámbitos de interés. En este ámbito, Chile ha identificado como uno de sus principales retos redefinir los patrones de su economía, considerando la intensificación en el uso del conocimiento como motor económico, la sostenibilidad de sus actividades productivas y el desarrollo equitativo, con tal de lograr añadir más valor a los productos que produce.

Para ello resulta fundamental que el Estado incentive programas de ciencia, tecnología e innovación, que ayuden a asegurar el cambio de rumbo de la economía chilena. En este sentido, y en virtud del análisis de la variable, no se ha identificado un indicador propiamente tal que permita medir dicho incentivo, pero sí es posible, a través de la revisión documental, identificar las iniciativas públicas que se orientan a incentivar el desarrollo de nuevas tecnologías, las que son presentadas en la Tabla 7.4.

Tabla 7.4. Selección de iniciativas públicas de incentivo al desarrollo de nuevas tecnologías en Chile (1990-2016)

Año	Nombre de la iniciativa	Descripción breve
1991	Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (Conicyt)	Surge para promover la vinculación entre instituciones de investigación, empresas y otras entidades en la realización de proyectos de investigación aplicada y de desarrollo tecnológico.
1991	Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (Corfo)	Financiado por un préstamo del Banco Interamericano de Desarrollo, nace con el objetivo de aumentar la competitividad económica a través de la inversión en innovación tecnológica y desarrollo en áreas estratégicas de la economía nacional.
1992	Plan de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Economía)	Política de coordinación de los instrumentos existentes hasta la fecha.

Año	Nombre de la iniciativa	Descripción breve
1995	Fondo de Desarrollo e Innovación (Corfo)	Nace con el objetivo de modernizar los institutos tecnológicos de la década de 1960 y para reconvertir aquéllos que no continuarían en la órbita del sector público.
1996	Programa de Innovación Tecnológica (Ministerio de Economía)	Programa sucesor del Plan de Ciencia y Tecnología, coordinó los instrumentos existentes hasta esa fecha.
1997	Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias (Conicyt)	Se crea para articular la actividad de grupos de investigadores en áreas del conocimiento de importancia para el país y donde la ciencia básica nacional ha alcanzado un alto nivel de desarrollo.
2000	Programa Regional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt)	Nace con el objetivo de fortalecer las capacidades científicas de las distintas regiones del país.
2001	Programa de Desarrollo e Innovación Tecnológica (Ministerio de Economía)	Se construye para funcionar entre 2001 y 2006. El año 2003 pasó a llamarse Chile Innova, y fue financiado por el Gobierno de Chile en conjunto con un préstamo del BID.
2004	Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología (Conicyt)	Financiado por el Banco Mundial, permitió la creación de Centros Basales y Consorcios Tecnológicos en el país.
2006	Programa de Financiamiento Basal para Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia (Conicyt)	Programa que otorga financiamiento de largo plazo a centros interdisciplinarios de investigación y desarrollo
2007	Programa de clústeres (Corfo)	Nace con el objetivo de fomentar el crecimiento de sectores priorizados a nivel nacional.
2008	Becas Chile (Conicyt)	Surge como una política continuadora de las capacitaciones del Estado a profesionales altamente calificados en el extranjero.
2008	Ley de Incentivo Tributario a la Investigación y el Desarrollo (Corfo)	Entrega beneficios tributarios a los contratos de I+D entre empresas y terceros registrados ante Corfo.
2009	Política de Atracción de Centros de Excelencia Internacional (Corfo)	Política de atracción de entidades de investigación y desarrollo
2010	Startup Chile (InnovaChile)	Programa de atracción de emprendedores mediante subsidios, capital físico y facilidades de visado.

Año	Nombre de la iniciativa	Descripción breve
2014-2016	Políticas focalizadas apoyadas por Corfo	Implementación de diversas iniciativas focalizadas, tales como los Programas Estratégicos de Especialización Inteligente, el Voucher de Innovación, Contratos Tecnológicos, los Centros de Extensionismo Tecnológico y el Laboratorio de Gobierno.

Elaboración propia con datos de datos de Dipres⁹⁵

De la tabla anterior se aprecia que, desde 1990 a la fecha, ha existido un esfuerzo permanente desde la política pública destinado a afrontar los desafíos tecnológicos y adaptarlos a los requerimientos del país. En este sentido, si bien no todas las acciones mencionadas se encuentran vigentes, las que han tenido mayor duración a lo largo del tiempo, con una mayor cobertura e impacto, han sido impulsadas principalmente por organismos tales como: i) Corfo y ii) Conicyt. Por ello, es que éstas se perfilan dentro del Estado como las encargadas de liderar y articular las acciones y los procesos que incentiven el desarrollo y adopción de las tecnologías en el país.

B. Integración tecnológica del Estado

En la dimensión Político-Institucional, la segunda variable del contexto particular del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica trata la integración tecnológica del Estado.

Las tecnologías de información y comunicación constituyen la columna vertebral de la integración del Estado dentro del desafío de la Revolución Tecnológica. Esto, a su vez, puede significar la puerta de entrada a la integración tecnológica en otras dimensiones que impactan en el Ecosistema.

Como indicador para medir esta variable se ha seleccionado el Pilar del Índice de Disposición a la Conectividad relacionado con el Uso del gobierno ⁹⁶. Este Pilar mide la importancia de las tecnologías de información y comunicación para el gobierno, servicios en línea del gobierno y éxito del gobierno en la promoción de las tecnologías de información y comunicación, formando parte de una de las mediciones más completas y confiables en el mundo en esta materia.

En la Figura 7.66, se presentan los lugares obtenidos por Chile, Portugal y Dinamarca en el Ranking del pilar Uso del gobierno del Índice de Disposición a la Conectividad del Foro Económico Mundial para el año 2017. Se observa que Chile ocupa el lugar 68 en la variable Importancia de las tecnologías de información y comunicación para el gobierno, muy por debajo de Portugal y Dinamarca, que ocupan los lugares 25 y 36, respectivamente. En cuanto a la variable Servicios en línea del gobierno, Chile ocupa el lugar 16 por sobre Portugal, que ocupa el lugar 39 y Dinamarca con el lugar 35 en el

⁹⁵ Dirección de Presupuestos. (2018). Ciencia, Tecnología e Innovación en Chile: un análisis presupuestario. Obtenido de http://www.dipres.gob.cl/598/articles-171080_doc_pdf.pdf

⁹⁶ Este índice, del Foro Económico Mundial en colaboración de INSEAD (*Institut Européen d'Administration des Affaires*), mide –a través de una encuesta ejecutiva– la propensión de los países a explotar las oportunidades que ofrecen las tecnologías de información y comunicación, a través de ocho pilares.

Ranking. Por otro lado, en la variable Éxito del gobierno en la promoción de las tecnologías de información y comunicación, Chile posee el lugar 61, muy por debajo de Portugal que tiene el lugar 34 y de Dinamarca con el lugar 17 del ranking.

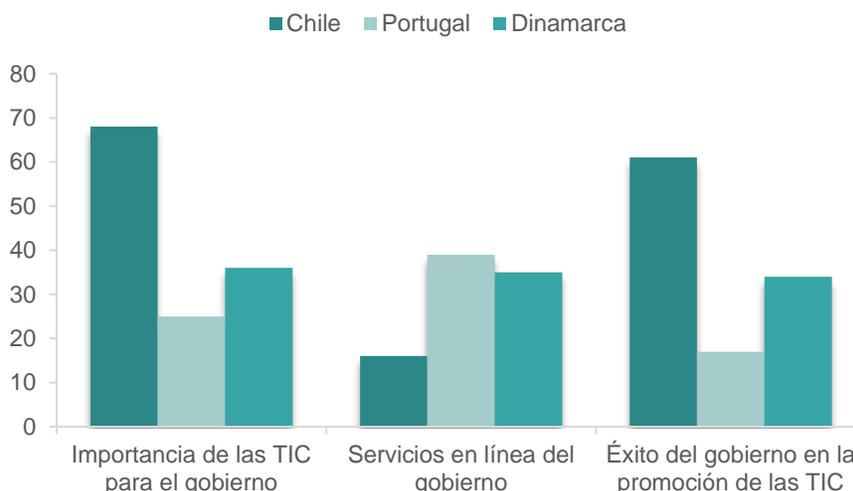


Figura 7.66. Ranking en las variables del pilar Uso del Gobierno en el del Índice de Disposición a la Conectividad (2017). Elaboración propia con datos de World Economic Forum

Se aprecia que el Estado chileno realiza una buena prestación de sus servicios por medios digitales, por ejemplo, en la realización de trámites, la obtención de documentos y certificados y en la atención en línea, por sobre países europeos como Dinamarca y Portugal. Esto, sin embargo, se ve atenuado por las brechas existentes en la promoción y la importancia de las tecnologías de información y comunicación, temas que no son percibidos como relevantes para el Estado.

C. Regulación impositiva sobre servicios digitales⁹⁷

Esta tercera variable de la dimensión Político-Institucional analiza la regulación impositiva a la que se ve afecto el sector tecnológico y las facilidades tributarias a las que puede acceder. En efecto, los impuestos sobre actividades de desarrollo o implementación de tecnología en un país tienen un impacto importante para las empresas que entregan servicios digitales de acuerdo a la magnitud de su carga.

Al respecto, resulta clave que exista una regulación clara y suficientemente flexible para equilibrar los intereses fiscales con la competitividad en los precios que los usuarios pagan por estos servicios. En este sentido, el debate es importante porque los servicios tecnológicos son un elemento central dentro de la Revolución Tecnológica. Compañías como Spotify, Facebook y Netflix constituyen símbolos de los recientes cambios tecnológicos que han alcanzado una importante valorización de mercado, además de un amplio uso dentro de la sociedad, se verían afectadas por la aplicación de impuestos sobre los servicios digitales.

⁹⁷ Comisión Nacional de Productividad. (2018). "Tecnologías Disruptivas: Regulación de Plataformas Digitales". Capítulos 3 y 4

En la actualidad, y dado el posicionamiento alcanzado por las empresas de servicios digitales en el mercado, existe una amplia discusión sobre la política impositiva que debe regular a los bienes y servicios digitales, situación que no ha sido enfrentada de manera temprana por los legisladores y que se manifiesta en que exista una escasa legislación impositiva al respecto.

El centro de la discusión se ha centrado en la necesidad de igualar las condiciones impositivas entre empresas, para que de esta forma aquéllas que ofrecen los mismos servicios, independiente de si se basan o no en plataformas digitales, tengan igual carga tributaria. Otro aspecto discutido es el país donde deben tributar las empresas que entregan bienes (digitales) y servicios de manera remota. Las posibles opciones para ello son, a saber, i) en el mercado donde están los consumidores finales, ii) en aquél donde se producen y/o donde se entregan los bienes y servicios, o iii) donde están constituidas sus casas matrices.

En el caso de Chile no existe un indicador cuantitativo ni estandarizado para describir la forma en que se regulan impositivamente estos servicios. Sin embargo, es posible destacar, como acción orientada a afrontar dicha discusión que, en el año 2018, el Gobierno propuso que los bienes y servicios que se entregan por vía digital a consumidores sean clasificados, ya sea como una importación o como servicios profesionales. De este modo se aplicaría a los bienes los aranceles e IVA correspondientes, mientras que a los servicios se les aplicaría el impuesto de tasa adicional que grava las rentas de origen chileno que reciben los no-residentes. La clasificación variará de acuerdo a la naturaleza del bien o servicio que se está adquiriendo.

Para finalizar, la posible adopción de una política tributaria para los servicios digitales puede marcar un precedente en la adopción que hacen las instituciones políticas chilenas de las nuevas tecnologías nacidas de la Revolución Tecnológica; aunque, asimismo, muestra el significativo desfase que ha existido entre la incorporación y el uso de estos servicios en el país y legislación tributaria para este tipo de servicios, faltando ver los potenciales efectos que la regulación tendría en el uso de los bienes y servicios digitales por parte de la población.

D. Regulación laboral y cambios tecnológicos

En la dimensión Político-Institucional, la cuarta variable del contexto particular del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica se deriva de la transformación del mercado laboral causada por la incorporación de nuevas tecnologías y por la legislación existente para regular sus efectos.

La Revolución Tecnológica modificará fuertemente el mercado laboral, pues incorporará avances tecnológicos de vanguardia que modifican rápidamente los métodos de producción y las relaciones laborales que se conocen actualmente. Las innovaciones tecnológicas basadas en la nube, por ejemplo, están cambiando la forma en que trabajamos, lo que lleva a las empresas a repensar cómo contratar empleados y, al mismo tiempo, cómo alcanzar los objetivos de la organización. Según Schwab⁹⁸, las empresas se organizarán cada vez más en torno a equipos distribuidos, trabajadores remotos y grupos –colectivos– dinámicos, con un intercambio continuo de datos e información sobre las cosas o tareas en las que se está trabajando.

⁹⁸ Schwab, K. (2017). The fourth industrial revolution. London: Portfolio Penguin.

Por tanto, resulta relevante que la legislación laboral nacional se adapte a estos cambios, ya que es el marco de las relaciones de trabajo establecidas mediante normas que regulan los derechos y obligaciones de empleadores y trabajadores. En Chile, el Código del Trabajo es la principal fuente de regulación en las relaciones laborales, cuyo último gran ajuste se efectuó en enero de 1994, que incluyó reformas aprobadas por todos los sectores políticos, en temas como la protección de la negociación colectiva, los contratos individuales de trabajo y el ejercicio de la libertad sindical, así como la agilización de los procedimientos de los Tribunales de Trabajo.

En línea con los cambios tecnológicos experimentados en el mercado laboral y manteniendo el espíritu del Código del Trabajo, es que actualmente, se encuentra en tramitación un proyecto de ley de teletrabajo, propuesto por el actual Gobierno (2018-2022), y que se estima pueda favorecer a 100 mil trabajadores para que se adhieran a esta modalidad de trabajo⁹⁹. El proyecto apunta, como su eje principal, a que a cualquier persona empleada que pueda realizar sus labores desde un lugar distinto al establecimiento de la empresa, se le garanticen las medidas suficientes de seguridad y salud laborales, de la misma manera como se hace con la modalidad de trabajo presencial.

De esta manera, la regulación laboral en el contexto de la Revolución Tecnológica presenta un doble desafío: por un lado, debe respetar y regular los derechos y obligaciones de los empleadores y trabajadores en un entorno tecnológico dinámico y, por otro lado, debe ser capaz de anticiparse, en lo posible, a los potenciales fenómenos de precarización laboral que se pudieran presentar producto de los cambios tecnológicos, como es la automatización de la producción o la operación remota de servicios.

E. Privacidad de la información

En la dimensión Político-Institucional, la quinta variable del contexto particular del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica trata la privacidad de la información. Esto es, la forma en que la institucionalidad pública proporciona un entorno de seguridad para el uso y resguardo de la información personal que es entregada por las personas al utilizar servicios digitales.

En este sentido, a pesar del carácter transnacional de las redes y la tecnología, en aumento por la Revolución Tecnológica, los derechos y obligaciones sobre los datos personales y las regulaciones para la protección de éstos dependen de la legislación de cada país; siendo la Unión Europea la comunidad donde las reglas en torno a la recopilación, el procesamiento y la reventa de datos personales están, hasta ahora, suficientemente definidas, a diferencia de lo que sucede en el resto del mundo.

Las nuevas tecnologías hacen posible que diferentes empresas deduzcan más información de la que los usuarios consintieron proporcionar, creando perfiles individuales y tipológicos mucho más personalizados, lo que puede eventualmente beneficiar a los usuarios y consumidores, pero que también genera inquietudes importantes cuando se trata de la privacidad del usuario y la autonomía individual, como también en el uso que las empresas le dan a dicha información.

⁹⁹ Toro, P. (25 de diciembre de 2018). Gobierno proyecta que unos 100 mil empleos puedan estar bajo la modalidad de teletrabajo. La Tercera. Obtenido de <https://www.latercera.com>

Para describir esta variable, se ha seleccionado el Índice Internacional de Privacidad, estudio sobre temas de privacidad y vigilancia en países de todo el mundo realizado por *Privacy International* y Derechos Digitales, organizaciones sin fines de lucro que buscan la defensa y la promoción de los derechos humanos en el entorno digital. En concreto, para el caso de Chile el estudio detalla cuatro aspectos clave que ayudan a la protección de los datos personales:

- › Protección constitucional de la privacidad: el artículo 19 de la Constitución de Chile protege el derecho a una vida privada.
- › Leyes de protección de datos: en 1999 Chile se convirtió en el primer país sudamericano en aprobar una ley de datos integral.
- › Agencia de protección de datos: Chile no tiene autoridad de protección de datos. Un proyecto de ley para modificar la Ley N° 19.628 sobre la protección de la vida privada exige la creación de una autoridad de protección de datos. La cámara baja aprobó el proyecto de ley que, a partir de junio de 2017, está siendo evaluado por el Senado.

Régimen de identificación: desde 1973, el régimen de identificación nacional de Chile comprende principalmente el Rol Único Nacional. En síntesis, el marco legal sobre el uso y recopilación de datos es parte fundamental sobre cómo lidiamos a nivel institucional con los cambios tecnológicos actuales y por venir. Si bien en Chile ha existido preocupación por parte de las autoridades políticas en este tema, la institucionalidad existente se observa como insuficiente para regular de forma clara los estándares en el uso de la información privada, ya que incluso no se observa una definición sobre qué se debe entender en este ámbito. Bajo esta línea, elegir la eficiencia en la producción y comercialización por sobre la privacidad individual es un debate que aún no está resuelto por nuestras instituciones.

8 Comentarios finales

En el análisis de los resultados obtenidos aparecen con frecuencia términos como *centralización* o *concentración*. Con ello, surge una de las características transversales que presenta el Ecosistema de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación para el desafío país Revolución Tecnológica: la alta desigualdad de conocimiento que se observa en el Ecosistema. En efecto, la concentración del conocimiento ocurre en función de su localización geográfica, de la institucionalidad relacionada y de las áreas de conocimiento que involucra, por medio de la producción de conocimiento, de su difusión, divulgación y aplicación. Esto no representa necesariamente un resultado novedoso, pero que sí muestra una tendencia que debe ser cubierta.

La concentración geográfica de la producción de conocimiento no es única ni exclusiva para el desafío país Revolución Tecnológica, ya que históricamente esto ha ocurrido en el sistema global de la ciencia y de manera transversal para todas las disciplinas. En el caso del Ecosistema Nacional de CTCI, la localización de actores investigadores, y particularmente de los especialistas, sigue un patrón de concentración relacionado directamente a la distribución de la población entre las regiones de Chile. Que esto además ocurra de una manera similar en la concentración de actores que participan en otras actividades del Ecosistema muestra que éste está produciendo y reproduciendo mecanismos de exclusión sistémica, considerando que el circuito tradicional de flujo de conocimiento – que va desde la producción hasta la aplicación de conocimiento – se continúa centralizando sólo en algunas áreas geográficas. Especial realce cobra esta situación cuando se considera, además, que en todas las regiones se dispone de oferta académica y profesional para la formación de capital humano en esta materia, y que además la ausencia de especialistas en una región reduce las chances de construir redes de colaboración científica que aporten a su desarrollo desde la ciencia, limitando sus posibilidades futuras.

La concentración institucional relacionada al estudio del desafío país Revolución Tecnológica muestra que el tipo de entidad con mayor acción en el Ecosistema Nacional de CTCI corresponde a las de carácter académico, principal, pero no exclusivamente, a las universidades con mayor tradición histórica en el país, siendo las excepciones a esto las actividades de financiamiento, las iniciativas de aplicación de conocimiento y las solicitudes de patentes relacionadas al desafío país, en que las

universidades tienen una menor cuota de participación. Por esta razón, entidades de tipo privado o público quedan, en este sentido, relegadas a posiciones secundarias de participación. Ello se debe en buena medida a la capacidad de atraer y retener actores individuales de capital humano avanzado que tienen estas universidades, lo que a su vez se vinculará con la capacidad de gestión que posean. Asimismo, esto permite ampliar brechas entre universidades, ya que aquellas que no poseen capacidad de atraer y retener académicos con grado de doctorado ven disminuidas sus posibilidades de realizar investigaciones de largo alcance y de competir por obtener recursos públicos para desarrollarla, conformándose esquemas circulares y persistentes de exclusión sistémica. Ante esta situación, se hace necesario ejecutar procesos que continúen vinculando a las universidades con otros actores del Ecosistema, así como construir nuevos modelos que permitan disminuir las brechas existentes entre universidades, fomentando la colaboración interuniversitaria para que los planteles con menores recursos logren aumentar su acción en el Ecosistema.

La concentración de áreas de conocimiento que muestra el Ecosistema Nacional de CTCI, en tanto, resulta de la alta densidad de acciones de producción, difusión, divulgación y aplicación de conocimiento desde actores con formación en Ciencias Naturales y en Ciencias Técnicas en comparación con otras áreas de conocimiento. Si bien esto podría naturalizarse por cuanto actores con formación en Ciencias de la Computación o en ramas de la Ingeniería resultan claves para el desafío país Revolución Tecnológica, va de la mano con la concentración de dimensiones de estudio que cubre la actividad de CTCI del Ecosistema. Particularmente llamativa resulta la amplia diferencia en los volúmenes de investigación en materia de desarrollo y aplicación de tecnologías y de ciencias y tecnologías afines, por un lado, frente a los volúmenes de publicaciones acerca de educación, regulación, nueva economía, Estado y tecnología y particularmente del impacto de las nuevas tecnologías. Esta brecha, además, se acentúa en mayor proporción entre los actores especialistas. Especialmente importante resulta la investigación asociada al impacto de la incorporación de las nuevas tecnologías en el sistema social, ya que ello permite generar conocimiento que contribuya a la optimización de la integración de estas tecnologías en diferentes ámbitos de la vida de las personas.

Ante este escenario, las políticas públicas cobran un rol clave, por cuanto su diseño e implementación puede producir los ajustes necesarios al funcionamiento del Ecosistema con el fin de modificar estos problemas, cuyo origen resulta estructural. A nivel territorial, además, se pueden aprovechar las capacidades de formación y especialización que existen en todas las regiones del país, para así articular sistemas regionales menos complejos y más dinámicos para producir y aplicar conocimiento.

Finalmente, una de las brechas que es necesario cubrir es la del tipo de producción que se está actualmente generando. Comparativamente, la cantidad de publicaciones científicas presentan una magnitud mucho mayor que el resto de la producción, especialmente de patentes, lo que denota que aún los actores académicos pueden articularse de manera mucho más diversa con el sector privado, lo que permitiría, a su vez, aumentar la producción de patentes relacionadas al desafío país, ya que constituyen uno de los pocos productos de los actores del Ecosistema que mantiene una variación irregular año tras año.

Anexo A – Alcance metodológico detallado

En este anexo presentamos los alcances metodológicos utilizados para elaborar cada uno de los productos requeridos en el trabajo Capacidades nacionales del Ecosistema Nacional de CTCl para transformar la Revolución Tecnológica en una oportunidad de desarrollo.

A.1. Taxonomía para clasificar el estudio de la Revolución Tecnológica

Para elaborar una taxonomía para clasificar en forma sistemática los campos y las áreas científico-tecnológicas relevantes para el estudio de la Revolución Tecnológica, que facilite la posterior caracterización del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en materia de Revolución Tecnológica, hemos combinado tres técnicas de trabajo: i) Revisión documental, ii) Análisis bibliométrico y iii) Entrevistas a expertos.

REVISIÓN DOCUMENTAL

Al inicio del estudio, realizamos una revisión documental con el fin de identificar un sistema de clasificación de conocimiento científico y tecnológico validado que pudiese ser utilizado como marco de referencia para identificar de manera rigurosa las disciplinas asociadas al estudio de Revolución Tecnológica y definir la taxonomía buscada.

Junto con ello, de forma paralela, realizamos una revisión documental para identificar las principales dimensiones de estudio que estuvieran relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica. Esto lo llevamos a cabo sobre la base de los actores institucionales identificados para este desafío, revisando sus sitios web y los documentos oficiales que mostraban sus objetivos y líneas de trabajo. Ello nos permitió, a través de la técnica de análisis de contenido cualitativo, formular un conjunto de temas de investigación preliminares y propios del desafío. Además, esta técnica nos permitió también identificar expertos con quienes poder validar las categorías construidas para representar estas dimensiones de estudio.

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

Para clasificar los campos, las áreas y/o las disciplinas asociadas a las publicaciones científicas identificadas, realizamos un Análisis bibliométrico con el fin de clasificarlas. Estas publicaciones las asociamos con el área de la revista en la cual se encontraba cada una en la base de datos *Web of Science*. Si bien la búsqueda de actores investigadores y de publicaciones la realizamos a partir de la base de datos *Scopus* (que permite maximizar la cantidad de publicaciones y actores para identificar), *Web of Science* posee un sistema de clasificación mejor diferenciado según área para sus revistas indexadas. De este modo, al identificar las publicaciones pudimos obtener también las disciplinas utilizadas por *Web of Science* para clasificar estas publicaciones, las que traducimos al sistema de clasificación de conocimiento científico-tecnológico seleccionado. Este trabajo fue esencialmente iterativo, ya que debió ser actualizado cada vez que se identificaron nuevos actores investigadores.

Utilizamos además esta técnica con el fin de realizar la primera validación de las dimensiones de estudio. Sobre la base de las publicaciones identificadas a través de las palabras clave utilizadas para el presente estudio, revisamos la pertinencia de las dimensiones de estudio preliminares construidas desde la revisión documental, categorizando cada publicación en alguna de dichas dimensiones. Ello nos permitió realizar ajustes y precisiones en las categorías preliminares, las que pudimos definir y delimitar de mejor forma

ENTREVISTAS A EXPERTOS

Con el fin de validar las dimensiones de estudio construidas durante la revisión documental y el Análisis bibliométrico, aplicamos entrevistas semiestructuradas a expertos y a representantes de actores institucionales relevantes. Además, ello nos permitió determinar la forma en que interactúan las diferentes dimensiones de estudio entre sí dentro del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica.

En este contexto, realizamos entrevistas individuales tanto en modalidad presencial como a distancia (por vía telefónica), donde solicitamos, a los representantes de instituciones relevantes para el desafío, seleccionar los campos, las áreas y/o las disciplinas asociadas a sus respectivos ámbitos de trabajo. Asimismo, con los expertos que se desempeñan en temas relacionados a la Revolución Tecnológica, consultamos acerca de la pertinencia de las dimensiones de estudio construidas preliminarmente, así como la manera en que dichas dimensiones interactúan dentro del Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío.

A.2. Contexto general del país y del Ecosistema

Con el fin de identificar variables que permitan describir el contexto general del país, así como el Ecosistema Nacional de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica, hemos utilizado como base el modelo propuesto por CNID (2018)¹⁰⁰ para monitorear y evaluar el Ecosistema Nacional de

¹⁰⁰ CNID (2018). Ampliando la comprensión del ecosistema CTCI: Desafíos en la forma de monitorear y evaluar. Santiago:Gobierno de Chile.

Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Este modelo permite analizar dicho Ecosistema para cualquier desafío o reto que pueda ser abordado por la actividad científica y/o tecnológica a nivel nacional, definiendo planos y dimensiones para orientar este trabajo, proponiendo además algunos indicadores que pudieren ser de utilidad para ello.

Tal como se puede observar en la Figura 8.1 el modelo propuesto por CNID consta de tres planos de información:

- › Contexto general del país: Se refiere a las condiciones generales que dan sustento y afectan el desempeño del Ecosistema Nacional de CTI en las dimensiones Económica, Sociocultural, Político-Institucional y Medioambiental.
- › Contexto particular del desafío o reto: Representado por las condiciones que permiten contextualizar el Ecosistema Nacional de CTI para el reto a abordar dentro del contexto general; en nuestro caso, el desafío país Revolución Tecnológica.

Las capacidades: Se refiere a las capacidades con las que cuenta el Ecosistema Nacional de CTI para el reto a abordar, en términos de Actores, Conocimiento e Innovación y Condiciones Habilitantes.

La disposición circular de la Figura 8.1 muestra las dimensiones en cada plano de información, en tanto que el número de arcos que contiene el círculo para cada dimensión representa la cantidad de indicadores utilizados en el modelo de CNID.



Figura 8.1. Esquema de los planos de información y elementos del modelo propuesto por CNID para monitorear el Ecosistema Nacional de CTI. Elaboración propia en base a CNID (2018)

Si bien el modelo presenta planos y dimensiones bien definidos, resulta necesario ajustar éstos en función de cada desafío o reto a abordar. Por esta razón, para el desafío país Revolución Tecnológica decidimos definir la relevancia de las dimensiones planteadas por el modelo y si, por otra parte, era pertinente añadir otras dimensiones específicas para el desafío. La selección de dimensiones e indicadores la llevamos a cabo concatenando dos métodos de trabajo: en primer lugar, desarrollamos un análisis de contenido cualitativo con el fin de identificar indicadores y agruparlos en dimensiones teóricamente relevantes para el estudio, en la línea de trabajo de elaboración y diseño de categorías a partir de un texto. Realizado esto, comprobamos empíricamente los indicadores identificados, para así descartar los que no se pudieran medir con los datos disponibles.

De este modo, utilizamos dos técnicas para la selección de indicadores y para la agrupación de éstos en dimensiones: i) Revisión documental y ii) Análisis de contenido

REVISIÓN DOCUMENTAL

Por medio de esta técnica pudimos identificar y rescatar información relevante mediante la búsqueda y revisión de informes y bases de datos de organismos nacionales e internacionales, publicaciones científicas e iniciativas extranjeras que presentan mediciones sobre indicadores propios del contexto medioambiental, político-institucional, económico y sociocultural del Ecosistema Nacional de CTCI. Ello nos permitió la identificación de indicadores que entregaran información relevante para la descripción del contexto general del país y del Ecosistema Nacional de CTCI a partir de los textos revisados.

ANÁLISIS DE CONTENIDO

Esta técnica nos permitió organizar, analizar y clasificar dimensiones preliminares a partir de los indicadores identificados en los textos, tanto para el contexto general del país como para el Ecosistema Nacional de CTCI del desafío país Revolución Tecnológica. Mediante el análisis de contenido cualitativo agrupamos los indicadores en las dimensiones elaboradas previamente, descartando dimensiones no representadas por ningún indicador¹⁰¹. Mediante este mecanismo, de hecho, descartamos la dimensión Medioambiental, ya que los indicadores que la constituían no resultaban relevantes para las características del desafío país Revolución Tecnológica.

Una vez concluido el análisis de contenido, realizamos la comprobación de la factibilidad de medición de los indicadores, por medio de series de datos de acceso público, descartando aquellos indicadores que no presentaran datos suficientes para ser medidos. Finalmente, extrajimos las series de datos para los indicadores y desarrollamos el análisis respectivo para cada uno de ellos.

A.3. Producción de los actores del Ecosistema

En esta sección se presenta el marco metodológico utilizado para identificar y describir la producción de los actores individuales e institucionales del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Cono-

¹⁰¹ Es necesario indicar que esta agrupación no tiene un carácter secuencial, pues requiere de una serie de revisiones y ajustes. Por esta razón resulta un proceso iterativo que tiene su término al ser acordado por todos los involucrados en el desarrollo de la presente investigación.

cimiento e Innovación (CTCI) relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica. Particularmente, exponemos las técnicas de recolección de información utilizadas para A) la producción científica de los actores, B) la producción tecnológica de los actores, C) los programas académicos de formación y especialización, y D) las acciones de difusión, divulgación y aplicación de conocimiento.

A. Producción científica de los actores

En el marco del presente estudio denominamos producción científica al conjunto de publicaciones realizada por los actores del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI). Para identificar y describir la producción científica de los actores relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica hemos utilizado el Análisis bibliométrico. Utilizando la base de datos *Scopus*, identificamos, mediante la búsqueda a través de las palabras clave definidas en la Tabla 7.1 todas las publicaciones científicas en el periodo 2013 – 2018 que tuvieran al menos un autor afiliado a una entidad establecida en Chile. Éstas que fueron registradas en un archivo Excel con su caracterización general: autores de la publicación, ID de *Scopus*, título, revista, tipo de publicación, palabras clave, afiliación de los autores y número de citas de la publicación. Posterior a ello, hicimos una revisión de cada una de las publicaciones para descartar eventuales «falsos positivos», es decir, todos aquellos resultados que, por algún motivo, contenían la palabra clave en el título, abstract o keywords de la publicación, pero cuyo contenido no se relacionara de ninguna forma con el desafío país Revolución Tecnológica.

Una vez descartados los casos sin relación con el desafío, el análisis permitió también clasificar cada publicación. En este sentido, realizamos dos clasificaciones: en la primera, realizamos un ejercicio de traducción de las áreas de las revistas asociadas a cada publicación hacia las categorías del Nivel 1 de la taxonomía propuesta, es decir, del sistema de clasificación ÖFOS detallado en la sección 2.2. En la segunda clasificación de publicaciones, asociamos cada una de ellas con una de las dimensiones de estudio, presentadas en la sección 2.3 del presente informe.

En el caso del impacto de la producción científica de los investigadores identificados, analizamos el Scimago Journal & Country Rank (SJR)¹⁰² de las publicaciones realizadas por los investigadores identificados. Hemos decidido utilizar SJR de Scopus ya que permite medir el impacto tanto para ciencias naturales como para ciencias sociales, junto con ponderar las citas no sólo de acuerdo a la calidad de la revista donde se publica, sino además según la calidad de la revista de origen de las citas de los últimos tres años. Con estos datos hemos calculado un indicador de impacto científico agregado por investigador, para identificar el impacto individual de ellos. Considerando que SJR logra otorgarle puntaje a las revistas en las cuales publican y de donde las publicaciones son citadas, obtenemos un total en base a la sumatoria de puntajes parciales por publicación asociada a un investigador.

¹⁰² Scimago Journal & Country Rank (SJR) es un indicador elaborado por la Universidad de Leiden por encargo de Scopus, equivalente al Factor de Impacto de Thomson Reuters. Este indicador mide el cociente de citas por artículo publicado en una revista; se calcula dividiendo el número de citas recibidas en un año por los artículos publicados en una determinada revista los tres años anteriores, por el número total de artículos académicos publicados en esos mismos tres años.

Tal como lo hemos mencionado anteriormente en el presente informe, en este caso también hemos trabajado con un grupo de análisis sin un tamaño predefinido. De este modo, la búsqueda de publicaciones científicas se realiza a partir desde las palabras clave del estudio y no desde una muestra de investigadores definida, por lo cual el total de casos se define estrictamente a partir de los resultados obtenidos mediante estas palabras clave.

B. Producción tecnológica de los actores

En el marco del presente estudio denominamos producción tecnológica al conjunto de acciones y productos que se orientan a la aplicación práctica del conocimiento, sea este de carácter científico o estrictamente técnico, por ejemplo, proyectos de investigación y desarrollo. Para la identificación y caracterización de la producción tecnológica de los actores relacionados al Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación del desafío país Revolución Tecnológica utilizamos tres técnicas de recolección de información: i) Consulta a bases de datos, ii) Entrevista a actores clave y iii) Encuesta.

CONSULTA A BASES DE DATOS

Para efectos del presente estudio, identificamos dos fuentes principales de producción científica y tecnológica a nivel nacional:

- › Los proyectos de investigación y desarrollo que, si bien pueden tener una constitución inicial con orientación científica, se financian con el propósito de contribuir a solución de problemas concretos o para aplicar sus resultados en algún sentido práctico.
- › Las solicitudes de propiedad industrial (patentes) que se corresponden la documentación de productos de proyectos de investigación y/o desarrollo antes de su transferencia al mercado..

Para identificar los proyectos de investigación y desarrollo utilizamos las bases de datos GBARD¹⁰³ de los periodos 2014 – 2015 y 2016 – 2017, disponibles en el período definido para el levantamiento de información. Asimismo, para complementar esta información solicitamos a Conicyt y a Corfo información sobre proyectos financiados para el periodo 2013 – 2018, lo que nos permitió tener un panorama amplio sobre proyectos de investigación y desarrollo con financiamiento público. A partir de esta información seleccionamos los proyectos iniciados a partir del año 2013, y que se relacionaran directamente con alguna de las palabras clave utilizadas para el presente estudio o, en su defecto, cuya descripción, objetivo o título estuviera relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica, por lo que fue necesario realizar búsquedas en Internet que permitieran profundizar la información que contenían las bases de datos antes mencionadas.

Por su parte, con el fin de identificar solicitudes de patentes, consultamos las bases de datos del Instituto Nacional de Propiedad Industrial (Inapi), realizando la búsqueda de todas las solicitudes cursadas en el periodo 2013 – 2018 por medio de las palabras clave definidas clave definidas en la Tabla 7.1. De los resultados obtenidos, seleccionamos aquéllos que, por una parte, tenían a su solicitante o su inventor localizado en el territorio de Chile, descartando las solicitudes en que solo el representante legal tuviera dirección en Chile. Asimismo, hicimos una revisión del resumen de cada

¹⁰³ GBARD (Government budget allocations for Research & Development) permite identificar el presupuesto público destinado a investigación y desarrollo en diferentes ámbitos en un periodo de tiempo determinado.

uno de los resultados de búsqueda obtenidos, para así descartar también los «falsos positivos», es decir, las solicitudes que hubiesen aparecido por alcance de términos, pero sin relacionarse en sentido estricto al desafío país Revolución Tecnológica.

ENTREVISTA A ACTORES CLAVE

Como el proceso de levantamiento de información mediante análisis de fuentes secundarias nos permitía contar únicamente con los proyectos de investigación y desarrollo con financiamiento público, y ante las dificultades que presentaba tener una visión amplia de los proyectos de financiamiento privado (tanto por su identificación como por su acceso), complementamos la información obtenida a través de entrevistas semiestructuradas aplicadas a representantes de actores institucionales clave, identificados para el presente estudio. Aplicamos este tipo de entrevista tanto de manera presencial como telefónica, dada su utilidad para recabar información de manera flexible, conciliando entre lo que los entrevistados manifiestan en sus propios términos, y la focalización de los entrevistados para recolectar información relevante para el estudio.

La aplicación de las entrevistas, si bien no nos entregaría información completa acerca de todos o de la mayoría de los proyectos a nivel nacional, al menos nos permitiría, por una parte, identificar proyectos relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica financiados con fondos privados, y por otra, validar y complementar información acerca de los proyectos identificados a través de fuentes secundarias. En este contexto, sin embargo, es importante mencionar que a partir de estas entrevistas no se identificaron proyectos financiados con fondos privados u otros proyectos aparte de los identificados por medio de la revisión documental.

ENCUESTA

Si bien el proceso de levantamiento de información mediante análisis de fuentes secundarias nos permitía tener un panorama únicamente de los proyectos de investigación y desarrollo con financiamiento público, complementamos la información obtenida a través de encuestas de modalidad autoadministrada para confirmar que ningún proyecto relevante quedase fuera de nuestro registro. Dicha encuesta la enviamos mediante correo electrónico a todos los Institutos y Núcleos Milenio que tuvieran relación con el desafío país Revolución Tecnológica, con el fin de recabar información acerca de todos los proyectos de investigación y desarrollo que hubiesen ejecutado en el periodo 2013 – 2018. Aplicamos este tipo de encuesta ya que, por una parte, nos permitía obtener información precisa sobre la ejecución de esos proyectos y, por otra, entregaba facilidades a quienes respondían para hacerlo en los momentos que consideraran cómodo para ellos. Sin embargo, el nivel de respuesta resultó bastante bajo, ya que únicamente obtuvimos respuesta de tres de los Núcleos o Institutos Milenio consultados.

C. Acciones de difusión, divulgación y aplicación de conocimiento

En el marco del desafío país Revolución Tecnológica, entendemos que el quehacer de los actores que participan del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación no se agota únicamente en investigación científica, proyectos de investigación y desarrollo, patentes o programas de educación superior. En efecto, resulta relevante también describir cómo el Ecosistema se relaciona con el contexto general del país y cómo se aplica el conocimiento que produce. Bajo esta idea, definimos dos categorías de actividades. La primera de ellas corresponde a actividades de difusión y divulgación del conocimiento generado a partir del estudio relacionado con la Revolución Tecnológica, tales como seminarios, jornadas, simposios, congresos y encuentros. La segunda categoría reúne al conjunto de iniciativas institucionales que se orientan a la innovación en un sentido

amplio, traduciéndose principalmente en acciones de modernización de la gestión estatal, de la entrega de servicios a usuarios y de la productividad de las empresas, iniciativas de regulación y legislación sobre el impacto de las nuevas tecnologías, innovaciones organizacionales y acciones dirigidas a educar y capacitar sobre el uso de herramientas digitales. Estas acciones, en su conjunto, aplican el conocimiento producido por las acciones del Ecosistema Nacional de CTCI relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica.

Para la identificación de estos productos de los actores institucionales hemos utilizado principalmente tres técnicas de recolección de información: i) Revisión documental, ii) Entrevista a actores clave, iii) Encuesta.

REVISIÓN DOCUMENTAL

Para identificar las actividades de difusión y divulgación científica relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica, realizamos una búsqueda de información en Internet, a través del buscador Google, utilizando las palabras clave definidas en la Tabla 7.1 en conjunto con los términos «seminario», «jornada», «simposio», «congreso» y «encuentro». La búsqueda permitió, además, describir las actividades según su ubicación y tipo. Esta revisión siguió un curso iterativo que permitió identificar nuevos actores institucionales, nuevos actores individuales y nuevos eventos de difusión y divulgación e iniciativas, curso que fue delimitado tras la segunda identificación de actores.

Por su parte, las iniciativas de los actores institucionales fueron identificadas a través de las transcripciones de entrevistas facilitadas por CNID, realizadas en el marco del proceso participativo conducido por este organismo, para definir políticas públicas concretas y pertinentes para avanzar en una Agenda de Investigación, Desarrollo e Innovación en torno al desafío país Revolución Tecnológica. En este proceso participaron diversos especialistas en temas relacionados con este desafío que fueron consultados para comprender los alcances del Ecosistema Nacional de CTCI, identificar las dimensiones del desafío y las oportunidades que pueden ser abordadas a través de distintas iniciativas de investigación, desarrollo e innovación en un sentido amplio en relación con la Revolución Tecnológica¹⁰⁴. Las entrevistas transcritas fueron analizadas para identificar a actores institucionales e iniciativas relevantes que se han llevado a cabo o están actualmente vigentes en Chile.

La información identificada desde las transcripciones la complementamos con información obtenida mediante el uso de fuentes secundarias en Internet, utilizando el buscador Google, y particularmente, junto a búsquedas específicas en los sitios web de las instituciones identificadas. De esta manera, logramos caracterizar las iniciativas identificadas en términos de sus objetivos, el lugar de ejecución y los actores encargados de su ejecución, lo que facilitó su categorización y descripción según tipos de iniciativa. Asimismo, esta búsqueda nos permitió identificar nuevas iniciativas, las que a su vez nos entregaron información de otros actores, en un proceso de carácter iterativo que fue resuelto con el mismo criterio que la identificación de actividades de difusión y divulgación de conocimiento.

¹⁰⁴ Los resultados de las entrevistas realizadas se integraron en un documento de trabajo elaborado por CNID, que esboza las ideas fuerza para la definición futura de una Agenda de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) que permita a Chile aprovechar esta Revolución tecnológica para el desarrollo del país.

ENTREVISTA A ACTORES CLAVE

Para la identificación de actividades de difusión y divulgación, así como de iniciativas de los actores institucionales, realizamos entrevistas semiestructuradas a las instituciones clave que identificamos durante el estudio y que describimos en la sección 4.3 del presente informe. Estas entrevistas permitieron conocer las iniciativas y actividades de difusión y divulgación ejecutadas por dichas instituciones en el periodo 2013 – 2018, así como también identificar y validar otras actividades que estos actores consideraran relevantes en el marco del desafío país Revolución Tecnológica durante el mismo período. Las entrevistas fueron realizadas en forma presencial y vía telefónica, de acuerdo a los requerimientos de los participantes, constituidos principalmente por los directores de los centros identificados como clave para el estudio. En caso de no contar con la participación de los directores, solicitamos la entrevista a un director alterno o algún miembro del equipo con conocimiento amplio acerca de las actividades que desarrolla cada institución.

ENCUESTA

Para el caso de los Institutos y Núcleos Milenio con objetivos relacionados al desafío país Revolución Tecnológica, diseñamos y aplicamos una encuesta con el propósito de detallar las actividades de difusión, divulgación y de aplicación de conocimiento que han ejecutado en el periodo 2013 – 2018. Dicha encuesta fue enviada mediante correo electrónico a los directores de los Institutos y Núcleos Milenio definidos para el estudio, consultando también acerca de iniciativas y actividades a lo largo del país que fueran relevantes en el marco del desafío. Aplicamos este tipo de encuesta ya que, por una parte, nos permitía obtener información precisa sobre la ejecución de estas actividades y, por otra, entregaba facilidades a quienes respondían para hacerlo en los momentos que consideraran cómodo para ellos.

D. Programas académicos de formación y especialización

Para la identificación y descripción de programas académicos de formación y especialización en pregrado y postgrado utilizamos análisis de fuentes secundarias, a través de los datos disponibles en el sitio web del Directorio de Instituciones de Educación Superior de la División de Educación Superior del Ministerio de Educación¹⁰⁵. De esta manera, consideramos más de 11.000 programas impartidos a lo largo del país durante el año 2017, los que categorizamos según el grado de relación con las actividades de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación del desafío país Revolución Tecnológica. Esta categorización facilitó la selección de los programas de estudio para nuestro registro de datos, según correspondieran a:

- › Programas directamente relacionados al desafío, al contener en sus títulos o especializaciones alguna palabra clave de las que se utilizaron en el presente estudio.
- › Programas afines al desafío, que corresponden a aquéllos cuyos objetivos de formación o sus títulos profesionales permiten el desempeño de sus egresados en acciones relacionadas a Ciencia, Tecnología, Conocimiento o Innovación en el desafío país Revolución Tecnológica.
- › Programas habilitantes para el desafío, cuyos perfiles de egreso no necesariamente se relacionan con actividades de CTCI en cuanto a Revolución Tecnológica, pero sí contienen asignaturas de

¹⁰⁵ Divesup (2015) Directorio de Instituciones de Educación Superior. Ministerio de Educación. Gobierno de Chile. Santiago, Chile.

formación de conocimientos o competencias que podrían facilitar la especialización futura de sus egresados en alguna línea de trabajo vinculada al desafío.

Para conocer detalles de los programas de estudio que nos permitiera clasificarlos en alguno de estos grupos, utilizamos revisiones de sitios web para conocer las asignaturas impartidas y verificar, así, la pertinencia eventual de cada programa en algunas de las categorías antes mencionadas o, en su defecto, descartarlos por no relacionarse con el desafío país Revolución Tecnológica.

Una vez identificados todos los programas, sólo los que resultaron directamente relacionados al desafío país fueron clasificados según área de estudio en el Nivel 4 y Nivel 1 del sistema de clasificación ÖFOS. En tanto, registramos también la zona geográfica en la que se encuentra, el grado académico o tipo de especialización al que conduce y el tipo de centro de estudios que imparte cada uno de los programas seleccionados.

A.4. Actores del Ecosistema

En esta sección se presenta el marco metodológico utilizado para identificar y describir a los actores individuales e institucionales del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. Particularmente, exponemos las técnicas de recolección de información utilizadas para la identificación y caracterización de: A) actores individuales desde publicaciones científicas, B) actores individuales desde otras fuentes, y C) actores institucionales.

A. Identificación y caracterización de actores individuales desde publicaciones científicas

En el marco del presente estudio denominamos investigadores a aquellos actores individuales del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) con publicaciones científicas, independiente de su afiliación. Para identificar a los investigadores con publicaciones científicas relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica hemos combinado tres técnicas de trabajo: i) Análisis bibliométrico, ii) Revisión documental y iii) Encuesta a actores individuales, que se detallan a continuación:

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

Para identificar los investigadores del Ecosistema que se encuentren trabajando en temas relacionados con Revolución Tecnológica realizamos un Análisis bibliométrico, utilizando la base de datos *Scopus*. Estas publicaciones fueron identificadas mediante utilizando la metodología descrita en la sección 0. Al identificar los autores y coautores de una publicación fue posible identificar otras publicaciones de los mismos y obtener los nombres de otros autores y coautores.

A nivel analítico, para la identificación y caracterización de los campos y las áreas de trabajo de los investigadores identificados tomamos como base a la información de clasificación disponible en *Scopus*, particularmente sobre la caracterización de los temas abordados por las revistas que contienen cada publicación. De este modo, cada investigador se asoció a dos líneas de investigación, definidas según la mayor frecuencia de temas asociados a las publicaciones identificadas. Finalmente realizamos un ejercicio de traducción de estas líneas de investigación a las categorías del Nivel 1 de la

taxonomía propuesta, es decir, del sistema de clasificación ÖFOS detallado en la sección 2.2, así como a la dimensión de estudio correspondiente detallada en la sección 2.3.

VALIDACIÓN DE INFORMACIÓN

Luego de la identificación de los investigadores trabajando en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica y la caracterización de sus líneas de trabajo, se realizó una búsqueda en Internet con el fin de validar y, en caso necesario, completar a formación académica y/o la afiliación institucional de cada uno de ellos. De este modo, utilizamos, por ejemplo, el Portal Conicyt de Investigadores, los sitios web de las universidades y/o centros a los que estos investigadores se encuentran afiliados, aunque de acuerdo a la disponibilidad de información para cada investigador también revisamos sitios de redes sociales que nos permitieron validar información recolectada. Ello nos permitió, además, actualizar la información acerca de su afiliación institucional, ya que si bien los perfiles de los investigadores en *Scopus* presentan información sobre la universidad, centro o institución en la que se desempeñan, estos datos no necesariamente están actualizados. Por medio de esta revisión, ingresamos en una base de datos con la siguiente información para cada investigador, según correspondiera:

- › El o los grados de licenciatura obtenidos, así como la información sobre sus títulos profesionales.
- › Los diplomados o postítulos obtenidos. En el caso de los profesionales de la salud, también añadimos sus especialidades correspondientes.
- › Los estudios finalizados de postgrado, es decir, maestrías y doctorados. Si bien no registramos a quienes estaban cursando alguno de estos programas, sí ingresamos a la base de datos a quienes se encontraban como candidatos a alguno de dichos grados académicos, para quienes se subrayó esta condición particular, a pesar de no constituir un grado propiamente tal.
- › La organización principal a la que se encuentran afiliados laboralmente, puntualizando la facultad, departamento, repartición o unidad en la cual se desempeña, así como algún medio de contacto.
- › El impacto acumulado de los investigadores a través del índice SJR (Scientific Journal Ranking), que mide el impacto de las publicaciones a través de la cantidad de citas y de la calidad de las revistas que citan cada publicación. Este impacto, tal como se presenta en la sección 3.1, nos permite distinguir entre investigadores especialistas y no especialistas en el desafío país Revolución Tecnológica.

Finalmente, en el caso de los grados académicos realizamos una traducción de cada especialidad, carrera o curso terminado a las categorías del Nivel 1 y 4 de la taxonomía propuesta, es decir, del sistema de clasificación ÖFOS detallado en la sección 2.2.

ENCUESTA A ACTORES INDIVIDUALES

Si bien la caracterización de los investigadores se realizó principalmente a través de una revisión documental, la cantidad de información disponible en Internet sobre cada uno presentaba variaciones considerables. Por este motivo diseñamos una encuesta para acceder a la información de los investigadores cuyos datos no estuvieran disponibles íntegramente en la Internet, ya que este diseño

facilita la obtención de información de muchos casos en un tiempo reducido, ayudando a la generalización de resultados¹⁰⁶. Esta encuesta, entonces, sirvió no sólo para levantar información de los investigadores de los que carecíamos de información, sino además para completar la descripción de aquéllos que presentaban información incompleta. La encuesta la diseñamos en la plataforma SurveyMonkey y la enviamos a través de correo electrónico a todos los investigadores con información inexistente o incompleta y de quienes, asimismo, hubiésemos podido obtener sus direcciones de correo electrónico desde la revisión documental. Una vez obtenidas las respuestas, las incorporamos directamente en nuestro registro de actores individuales con publicaciones científicas.

A. Identificación y caracterización de actores individuales desde otras fuentes

Teniendo en cuenta que la mayor parte de los trabajos de los actores fuera de la academia no se indexan, su producción no es visible con las métricas usuales. Por esta razón, en el análisis de las bases de datos de publicaciones científicas la mayor parte de los actores pertenecen al mundo académico. Por otra parte, es importante tener en cuenta que no todos los académicos tienen publicaciones científicas indexadas. Para poder identificar y caracterizar los actores del Ecosistema que participen en actividades que no necesariamente conduzcan a publicaciones científicas, es necesario analizar otras fuentes de información. En este contexto hemos combinado dos técnicas de trabajo: i) Revisión documental, y ii) Entrevistas a actores clave.

REVISIÓN DOCUMENTAL

Este proceso permitió no sólo la identificación de actores individuales relacionados con desafío país Revolución Tecnológica con actividades que no necesariamente conducen a publicaciones científicas indexadas, sino también facilitó la descripción de cada uno. Como las fuentes desde las cuales es posible identificar estos actores son muy diversas, siempre podríamos encontrar nuevas fuentes que nos lleven a nuevos actores. Por ello decidimos elaborar hipótesis de búsqueda que nos permitieran precisar fuentes de búsqueda. Estas hipótesis se resumen en la Tabla 8.A.

Tabla 8.A. Hipótesis de búsqueda de actores individuales con actividades relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica que no necesariamente conducen a publicaciones científicas indexadas

Hipótesis	Consideraciones realizadas
Estos actores generalmente son parte de la gerencia y/o el directorio de las empresas relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica	Es necesario identificar agrupaciones de empresas relacionadas con desarrollo e innovación en ámbitos relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica.
Estos actores participan en proyectos de investigación y desarrollo cofinanciados con fondos públicos.	Es necesario identificar proyectos de investigación y desarrollo cofinanciados con fondos públicos relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica.
Estos actores tienen patentes relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica.	Es necesario analizar las bases de datos de patentes nacionales.

¹⁰⁶ Vieytes, R. (2004). Metodología de la investigación en organizaciones, mercado y sociedad. Epistemología y técnicas. Buenos Aires: Editorial de las Ciencias

Hipótesis	Consideraciones realizadas
Estos actores participan como expositores en congresos, charlas, seminarios y conferencias relacionadas con el desafío país Revolución Tecnológica.	Es necesario identificar eventos de difusión y divulgación realizados en el país relacionados con el desafío país con Revolución Tecnológica.

Elaboración propia

Las consideraciones anteriores y las palabras clave especificadas en la Tabla 7.1 permitieron enfocar la revisión documental para identificar agrupaciones de empresas, proyectos de investigación y desarrollo, patentes y eventos de difusión y divulgación. Así, a partir de cada proyecto de investigación y desarrollo, patente, y evento asociado a las palabras clave de búsqueda, que tuviera fecha de ejecución en el periodo 2013 – 2018, se identificaron los actores individuales respectivos. Para cada actor identificado se hizo la descripción de su formación académica y cargo en la organización respectiva, utilizando principalmente la información disponible en los sitios web de las mismas entidades o en redes sociales. Cabe señalar que en este proceso sólo consideraron relevantes aquellos actores involucrados en la investigación, el desarrollo, la operación, el uso, la consultoría, la difusión o divulgación de tecnologías asociadas a las palabras clave de búsqueda especificadas en la Tabla 7.1.

ENTREVISTAS A ACTORES INDIVIDUALES

Como el proceso de levantamiento de información documental no tiene un tamaño poblacional definido, en el contexto de la identificación de actores individuales sin publicaciones científicas, resultaba posible que, con cada incorporación de un actor individual o institucional, debiésemos añadir nuevos actores individuales para actualizar nuestra base de datos, de los que continuasen surgiendo de manera indefinida otros nuevos, lo que implicaba elaborar un criterio de cierre del proceso de identificación. Por esta razón, luego de la primera revisión documental y de los primeros ciclos de iteraciones surgidas, decidimos cerrar la identificación mediante este mecanismo y complementarlo con una entrevista a actores clave relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. Ello, bajo la hipótesis de que, si había actores individuales importantes que no estuviesen identificados en la búsqueda ni registrados en nuestra base de datos, bien podrían surgir del reconocimiento que actores clave dentro del desafío pudieran hacer. Aplicamos este tipo de entrevista tanto de manera directa como telefónica, dada su utilidad para recabar información de manera flexible, conciliando entre lo que los entrevistados manifiestan en sus propios términos, y la focalización de los entrevistadores para recolectar información relevante para el estudio.

De este modo, clasificamos el listado de actores institucionales relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica con el fin de consultar a sus directores, gerentes o expertos, acerca de personas importantes en el campo de Ciencia, Tecnología, Conocimiento o Innovación a nivel nacional. Esos nombres fueron contrastados con el registro elaborado a partir de la revisión documental, lo que permitió cerrar el proceso de identificación de nuevos actores.

B. Identificación de actores institucionales

En el marco del presente estudio denominamos actores institucionales a todos los grupos y las organizaciones con actores individuales parte del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica. Para la iden-

tificación y descripción de los actores institucionales relacionados al desafío país Revolución Tecnológica utilizamos tres técnicas de recolección de información: i) Análisis bibliométrico, ii) Revisión documental y iii) Entrevistas a actores clave.

ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

A partir de la búsqueda de actores individuales con publicaciones científicas en la base de datos *Scopus* y, en particular, de sus respectivas afiliaciones institucionales, pudimos elaborar una base de datos con los grupos y las organizaciones a las cuales estos actores individuales se encontraban adscritos. Como en *Scopus* no existe una forma estandarizada de registrar dicha información por cada investigador, tuvimos que nombrar la institución de afiliación para cada uno de los investigadores, con el fin de facilitar la contabilización. Organizamos, de este modo, la información en tres campos: la institución a la que pertenece cada actor individual, la unidad 1 de esa institución y la unidad 2 que depende de la unidad 1. Así, en el caso de las universidades, todas ellas se establecen como institución, quedando sus facultades, departamentos, carreras, programas o laboratorios como unidades internas, lo que varía según la organización que cada centro de estudios posea. Lo mismo realizamos para identificar instituciones desde la caracterización de actores no investigadores, por lo que también desde las bases de datos que confeccionamos a partir de proyectos de investigación y desarrollo, desde patentes y desde eventos asociados al desafío país Revolución Tecnológica fue posible identificar nuevos actores institucionales.

REVISIÓN DOCUMENTAL

La revisión documental fue utilizada con el fin de caracterizar los actores institucionales identificados. Esta caracterización permitió construir tres clasificaciones para facilitar la descripción de los actores institucionales:

- › Tipo de actor, para diferenciar las que son organizaciones respecto de las que constituyen grupos de las mismas. Para completar esta información, fue necesario consultar los sitios web de cada institución o, en su defecto, realizar búsquedas en Google para comprender el nivel organizacional al que correspondía cada una.
- › Ámbito de acción del actor, para categorizar a grupos y organizaciones según el ámbito en que se adscriben. Así, encontramos instituciones académicas, orientadas a la generación y difusión de conocimiento científico; instituciones públicas, que dependen de algún organismo del Estado; empresas, orientadas hacia la obtención de utilidades; fundaciones, que representan intereses de la sociedad civil; organizaciones multilaterales, que tienen presencia en más de un país o que reúnen a organizaciones de diversos países.
- › La relevancia de cada actor, de acuerdo a qué tan directamente relacionada está con el desafío país Revolución Tecnológica. Ello lo definimos de acuerdo a los objetivos de la organización, encontrando instituciones relevantes cuando su objetivo general, misión o visión se vinculaban explícitamente con alguna palabra clave utilizada en el estudio; instituciones relacionadas, que corresponden a aquellas con algún objetivo específico o alguna línea de trabajo se relacionaba a las palabras clave del estudio; instituciones indirectamente relacionadas, constituidas por aquellas que, teniendo objetivos no relacionados al desafío país Revolución Tecnológica, llevan a cabo acciones o iniciativas que se relacionan con este desafío.

ENTREVISTAS A ACTORES CLAVE

Como el proceso de levantamiento de información documental no tiene un tamaño poblacional definido en el contexto de la identificación de actores institucionales, principalmente para los que estaban catalogados como indirectamente relacionados al desafío país Revolución Tecnológica, resultaba posible que, con cada incorporación de un actor individual o institucional, debiésemos añadir nuevos actores institucionales para actualizar nuestra base de datos, de los que continuasen surgiendo de manera indefinida otros nuevos, lo que implicaba elaborar un criterio de cierre del proceso de identificación. Por esta razón, luego de la primera revisión documental y de la primera ronda de iteraciones surgidas, decidimos cerrar la identificación mediante este mecanismo y complementarlo con una entrevista a actores clave relacionados al desafío país Revolución Tecnológica. Ello, bajo la hipótesis de que, si había actores institucionales importantes que no estuviesen identificados en la búsqueda ni registrados en nuestra base de datos, bien podrían surgir del reconocimiento que actores clave dentro del desafío pudieran hacer. Aplicamos este tipo de entrevista tanto de manera directa como telefónica, dada su utilidad para recabar información de manera flexible, conciliando entre lo que los entrevistados manifiestan en sus propios términos, y la focalización de los entrevistadores para recolectar información relevante para el estudio

De este modo, aplicamos entrevistas semiestructuradas a los actores institucionales relevantes dentro del desafío país Revolución Tecnológica, de carácter académico y público, con el fin de consultar a sus directores (o en su defecto, a personas de la institución que tuviesen amplio conocimiento sobre el desafío) acerca de otras instituciones chilenas que fueran importantes en cuanto a Ciencia, Tecnología, Conocimiento o Innovación en el desafío país Revolución Tecnológica. Esas instituciones fueron contrastadas con el registro elaborado a partir de la revisión documental, lo que permitió cerrar el proceso de identificación de nuevos actores institucionales.

A.5. Relaciones entre los actores del Ecosistema

Para caracterizar las relaciones entre actores identificados del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) utilizamos la técnica denominada Análisis de Redes Sociales sobre grupos de análisis presentados en los capítulos anteriores, específicamente aquellos que colaboran en la producción científica, así como aquellos que colaboran en iniciativas de aplicación de conocimiento fuera del mundo académico.

En términos generales, una red se entiende como un grupo de elementos que, en forma agrupada o individual, se vinculan con un objetivo común, y se caracterizan por flujos materiales e inmateriales. Las redes pueden tener muchos o pocos elementos y una o más clases de vínculos entre pares de elementos. Una red se compone, por tanto, de tres elementos básicos los cuales son: **nodos** (elementos o grupos de elementos que se agrupan en torno a un objetivo común), **vínculos** (las relaciones que existen entre dos o más nodos) y **flujo** (la dirección del vínculo; si el vínculo entre un par de nodos es mutuo, se habla de un flujo bidireccional o no dirigido). En el caso de las redes sociales, los elementos de la red se denominan actores.

El Análisis de Redes Sociales se basa en la teoría de redes y proporciona un enfoque complementario para comprender los procesos de interacción entre los diversos actores. Los principios básicos de la teoría de redes, son:

- › Los nodos y sus acciones son consideradas interdependientes;
- › Los vínculos entre los nodos sirven para transferir recursos materiales e inmateriales;
- › Los modelos de redes estudian la estructura relacional de los nodos de la red, contemplándola como un marco condicionante, proveedor de oportunidades, pero también de restricciones;
- › Los modelos de redes se pueden ocupar para analizar conceptos sociales, políticos, económicos y estructurales, que definen patrones permanentes de vínculos entre los nodos¹⁰⁷.

De este modo, a través del Análisis de Redes Sociales es posible determinar la estructura general de una red, identificar sus grupos y la posición de los individuos u organizaciones singulares en la misma, de modo que se profundice en las estructuras sociales que subyacen a los flujos de conocimiento o información, a los intercambios, o al poder que dirigen recursos a posiciones específicas en las estructuras sociales.

El Análisis de Redes Sociales permite caracterizar la estructura de una red para responder interrogantes tales como cuál es su tamaño; cuán densa, vinculada o clusterizada es ésta; cuán diversificada o restringida es en su heterogeneidad; cuán reducidos o amplios son sus vínculos; cómo las conexiones indirectas y las posiciones en la red afectan la conducta, y cuáles son los contextos estructurales en los cuales operan los vínculos¹⁰⁸. Para ello, existen diversas medidas cuantitativas que se pueden calcular para explorar las redes tanto a nivel global como a nivel individual de los nodos que la componen. Entre las medidas del nivel global se encuentran:

- › **Densidad:** Es un indicador del número de vínculos existentes entre todos los nodos de la red, respecto de los posibles. Una red puede ser densa (cuando tiene muchos vínculos) o dispersa (muy pocos vínculos). En este sentido, se puede distinguir si en la red hay mucha o poca conexión.
- › **Grado medio:** Número promedio de vecinos (conexiones a otros nodos) que tiene un nodo. Indica cuál es la media de conexiones que tiene un nodo a otros nodos, de manera que se puede conocer su popularidad.
- › **Componentes conexas:** Número total de conjuntos disjuntos de nodos relacionados dentro de una red. Este indicador permite identificar la presencia de agrupaciones independientes que no interactúan con el resto de la red.
- › **Modularidad:** Mide la fuerza de conexión de los nodos dentro de cada módulo de la red (también llamados grupos, agrupamientos o comunidades). A diferencia de las componentes conexas, los módulos pueden estar conectados entre ellos por vínculos conocidos como puentes. Las redes con alta modularidad tienen conexiones sólidas entre los nodos dentro de los módulos, pero escasas conexiones entre nodos en diferentes módulos.

¹⁰⁷ Semitiel, M. y Noguera, P. (2004) Los Sistemas Productivos Regionales desde la perspectiva del Análisis de Redes. En REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales 6 (3).

¹⁰⁸ Tindall, D.B. y Wellman, B. (2001) "Canada as Social Structure: Social Network Analysis and Canadian Sociology." Special issue on "The Legacy of Canadian Sociology," edited by Harry Hillier. Canadian Journal of Sociology 26 (3).

En las medidas a nivel individual, tenemos:

- › **Centralidad:** Número de nodos a los cuales un nodo está directamente unido.
- › **Intermediación:** Posibilidad que tiene un nodo para intermediar entre pares de nodos. Esta medida permite identificar la existencia de nodos puente.
- › **Cercanía:** Capacidad de un nodo para alcanzar a todos los nodos de la red.

Con estas medidas, es posible caracterizar: i) propiedades generales de la red, ii) propiedades de los nodos en forma individual, en relación a su entorno y iii) propiedades de sub estructuras específicas resultantes de una configuración.

Para realizar el análisis que se presenta a continuación, se ha utilizado el programa computacional de código abierto Gephi¹⁰⁹ para el análisis de grafos y redes. Los datos utilizados han sido extraídos de las bases de datos utilizadas para el análisis de la producción de los actores del Ecosistema Nacional Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica mencionadas en los capítulos anteriores.

A.6. Financiamiento del Ecosistema

En esta sección se presenta el marco metodológico utilizado para estimar el financiamiento e identificar la infraestructura y el equipamiento del Ecosistema Nacional de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica. Particularmente, exponemos las técnicas de recolección de información utilizadas para la estimación de A) el gasto en investigación científica y desarrollo tecnológico y, B) la infraestructura y equipamiento mayor.

A. Financiamiento del Ecosistema

Para estimar la evolución del gasto en investigación y desarrollo en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica en Chile, hemos utilizado una técnica de recolección de información y otra de tratamiento de los datos, que corresponden respectivamente a i) revisión documental y ii) modelación matemática del gasto:

REVISIÓN DOCUMENTAL

Para identificar proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica cofinanciados con fondos públicos realizamos una búsqueda en las bases de datos GBARD¹¹⁰ de los periodos 2014 – 2015 y 2016 – 2017. Asimismo, para complementar esta información solicitamos a Conicyt y a Corfo información sobre proyectos financiados para el periodo 2013 – 2018, lo que nos permitió tener un panorama amplio sobre proyectos

¹⁰⁹ Bastian M., Heymann S., Jacomy M. (2009). Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. International AAAI Conference on Weblogs and Social Media.

¹¹⁰ Los datos GBARD (Government budget allocations for Research & Development) permiten identificar el gasto público destinado a Investigación y Desarrollo en diferentes ámbitos en un rango de tiempo determinado, por lo que permiten estimar el potencial financiero destinado a I+D desde la administración pública.

de investigación y desarrollo con cofinanciamiento público. A partir de esta información seleccionamos los proyectos iniciados a partir del año 2013, y que se relacionaran directamente con alguna de las palabras clave utilizadas para el presente estudio que se detallan en la Tabla 7.1, o, en su defecto, cuya descripción, objetivo o título estuviera relacionado con el desafío país Revolución Tecnológica.

Modelación matemática del gasto

A partir de la información de los proyectos seleccionados desde la revisión documental, procedimos a estimar el gasto público y privado anual en materia de revolución tecnológica, para el periodo 2014 – 2018. Para ello, analizamos la extensión de los proyectos y determinamos las respectivas anualidades para establecer la cuota del presupuesto público destinada a temas relacionados con el desafío país. Por otra parte, desde las estadísticas de la Encuesta Nacional sobre Gasto y Personal en I+D, a través de modelos de regresión y series de tiempo, analizamos la relación existente entre el presupuesto público, gasto público y gasto privado en investigación y desarrollo durante el periodo 2014 – 2018. Lo anterior, permitió realizar las estimaciones de las cuotas de participación de los sectores público y privado destinadas a temas relacionados con el desafío país. A partir de lo anterior, se logró estimar el gasto público para: i) proyectos ejecutados en el país, ii) fondos institucionales y universitarios, y iii) proyectos ejecutados fuera del país; mientras que, para el sector privado, se logró estimar el gasto para cuatro categorías de entidades: i) empresas, ii) educación superior, iii) fondos internacionales y d) entidades privadas sin fines de lucro.

A.7. Infraestructura, equipamiento del Ecosistema Nacional de CTCI

Para estimar el estado de las capacidades tecnológicas que posee Chile para el estudio de temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica en Chile hemos combinado tres técnicas de recolección de información: i) Revisión documental, ii) Encuesta y iii) Entrevista a actores clave.

REVISIÓN DOCUMENTAL

Para la identificación de las capacidades tecnológicas se ha realizado una revisión documental, utilizando como punto de partida la base de datos de actores individuales e institucionales identificados. Sobre ella, hemos construido una lista con entidades que, potencialmente, pudiesen tener capacidades tecnológicas habilitantes para el estudio de temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. Para cada entidad potencial se analizó la información disponible en el sitio web respectivo, identificando unidades con capacidades tecnológicas y registrando dichas capacidades. De esta forma hemos obtenido un primer catastro de capacidades tecnológicas. La revisión documental ha permitido también clasificar a los actores institucionales de acuerdo a su nivel de vinculación con el desafío país Revolución Tecnológica y posibilidad de que dispongan de infraestructura y equipamiento para su estudio.

ENCUESTA

Con el fin de corroborar la información recolectada en la etapa de revisión documental, corregir información errónea, por ejemplo, equipos obsoletos o en desuso que aún aparecen en los inventarios de los actores institucionales, y completar la información faltante, enviamos un cuestionario de carácter autoadministrado a cinco Institutos y Núcleos Milenio relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica, puesto que constituyen, en su conjunto, centros de investigación de excelencia a nivel nacional en las áreas en las cuales se han implementado. El propósito de la encuesta es

identificar su infraestructura y equipamiento mayor, así como para caracterizar los centros de acuerdo a su pertenencia y tipo.

ENTREVISTAS A ACTORES CLAVE

Con el fin de complementar y validar la información obtenida sobre de los actores institucionales identificados como relevantes para el levantamiento de información acerca de infraestructura y equipamiento y que no correspondían a Institutos o Núcleos Milenio, aplicamos entrevistas semiestructuradas a representantes de las instituciones relevantes relacionadas al desafío país Revolución Tecnológica que fueron identificadas para el presente estudio que se detallan en la Tabla 7.1. PERO AARIBA SE DICE QUE SE IDENTIFICARON Aplicamos este tipo de entrevista tanto de manera presencial como telefónica, de acuerdo a los requerimientos de los participantes. Realizamos estas entrevistas a los directores de las instituciones seleccionadas o, en su defecto, a miembros que tuviesen amplio conocimiento sobre el desafío, consultando acerca de la infraestructura y equipamiento mayor que su institución utilizaba para la realización de actividades en Ciencia, Tecnología, Conocimiento o Innovación. Esta información fue contrastada con el registro elaborado a partir de la revisión documental, lo que permitió cerrar el proceso de identificación de infraestructura y equipamiento. Además, las entrevistas nos ayudaron a entender el uso de cada tecnología en el estudio de temas relacionados con los desafíos país Revolución Tecnológica en Chile, a identificar tecnologías genéricas, independiente de la marca o modelo, y a diferenciar entre equipos mayores y menores.

Anexo B – Modelo para estimar el gasto nacional en I+D

En este anexo presentamos la estimación del gasto en investigación y desarrollo en temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica. En la Sección A sintetizamos los modos y medición de financiamiento público en este ámbito. Luego en la Sección B presentamos en detalle del modelo para estimar el gasto público y privado en investigación y desarrollo en materia de revolución tecnológica.

A. Medición del financiamiento público a actividades de investigación y desarrollo

Junto a otras políticas, el financiamiento a la investigación y desarrollo, tanto público como privado, es uno de los principales instrumentos que un gobierno puede usar para promover la ciencia y la tecnología. En general, las estadísticas de investigación y desarrollo se han diseñado para recoger los flujos y transferencias de recursos que tienen lugar entre los agentes de un país. En el Manual de Frascati¹¹¹ se proponen dos alcances para medir el financiamiento a actividades de investigación y desarrollo por los gobiernos de los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE): i) adoptar la perspectiva de quienes ejecutan investigación y desarrollo y recabar datos sobre las fuentes de los fondos de investigación y desarrollo en diferentes sectores al interior del país (gasto interior bruto); y ii) adoptar la perspectiva de quienes financian investigación y desarrollo y recabar datos sobre la aprobación y asignación de fondos de investigación y desarrollo (créditos presupuestarios) a ejecutores en diferentes ámbitos al interior y exterior del país. Ambos alcances se refieren a aspectos diferentes y complementarios. Mientras la perspectiva de los ejecutores permite tener una idea más precisa del contenido de la investigación y desarrollo de los proyectos respectivos, la perspectiva de los financiadores permite obtener estadísticas

¹¹¹ OCDE, Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (2002). *Manual de Frascati. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*. Editado por FECYT. Fundación española ciencia y tecnología.

antes de que los proyectos de investigación y desarrollo sean ejecutados, proporcionando información clave para medir la magnitud económica de las políticas de financiamiento en investigación y desarrollo, independientemente de la ejecución de los proyectos respectivos.

En ambos alcances, la definición de la investigación y desarrollo, los ámbitos considerados (ciencias exactas, ciencias naturales, ciencias de la ingeniería, ciencias sociales y humanidades), así como la clasificación de los objetivos socioeconómicos de la investigación y desarrollo son los mismos. En tanto, pueden existir diferencias en cuanto a los periodos cubiertos (año calendario o año fiscal) y a los periodos en que los fondos son comprometidos y son utilizados.

Al adoptar la perspectiva de quienes financian, el alcance conduce al indicador conocido como GBARD (*Government Budget Appropriations for Research and Development*) en el marco del sistema de indicadores de ciencia y tecnología desarrollados por la Oficina de Estadísticas de la Comisión Europea (Eurostat) y utilizados por la OCDE. En la Tabla E.1, se muestran los modos de financiamiento público para actividades de investigación y desarrollo por dimensiones clave, destacando el alcance de GBARD (componentes I a IV). En este indicador se consideran las actividades de investigación y desarrollo financiadas con presupuestos públicos y ejecutadas tanto en el país (componentes I y II) por centros públicos, instituciones de enseñanza superior, instituciones privadas sin fines de lucro y/o empresas, como en el exterior (componentes III y IV), por organizaciones nacionales o internacionales.

Tabla E.1. Componentes clave del indicador GBARD

	Presupuesto público nacional a ejecutores nacionales	Presupuesto público nacional a ejecutores internacionales
Presupuesto para proyectos	1. Presupuesto público nacional para proyectos a ejecutores nacionales	3. Presupuesto público nacional para proyectos a ejecutores internacionales
Presupuesto para entidades	2. Presupuesto público nacional para entidades a ejecutores nacionales	4. Presupuesto público nacional para entidades a ejecutores internacionales

Elaborado en base a Steen, J. v. (2012)

La estadística GBARD permite conocer los objetivos de las administraciones públicas a la hora de comprometer fondos para investigación y desarrollo. En efecto, al identificar las previsiones de financiamiento, es decir, quién financia y para qué, aparecen las intenciones u objetivos de las administraciones públicas. Ello permite también calibrar dichas intenciones u objetivos. Especialmente relevante es el GBARD en períodos de contracción del gasto gubernamental porque permite comprender los cambios en la política gubernamental de investigación y desarrollo, y los cambios en las prioridades de financiamiento.

C. Elaboración del modelo para estimar el gasto en investigación y desarrollo

Teniendo en cuenta la estructura del indicador GBARD podemos comprobar que los proyectos de investigación y desarrollo en materia de revolución tecnológica presentados en la sección 7.2 corresponden al presupuesto en la componente I del GBARD, es decir, a financiamiento público para proyectos a realizar por ejecutores nacionales. En la Figura A.1 presentamos la evolución de este presupuesto durante el periodo 2014 – 2018.

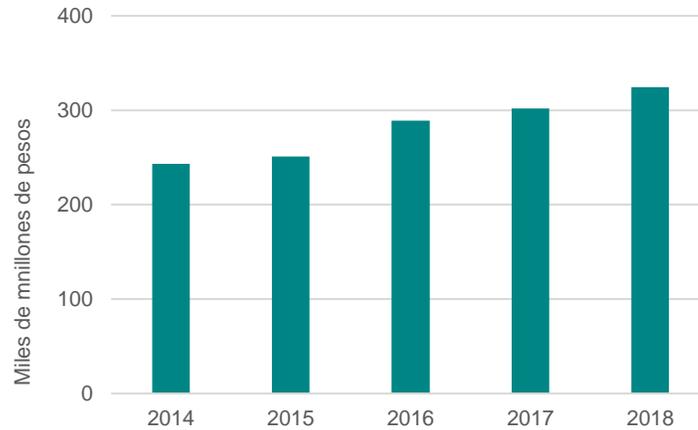


Figura A.1. Evolución del presupuesto público a proyectos de investigación y desarrollo ejecutados en el país, perteneciente a la componente I del GBARD. Elaboración propia

Tal como mencionamos al comienzo de esta sección, el presupuesto público para investigación y desarrollo tiene cuatro componentes. En la Figura A.2 sintetizamos la variación de éstas, durante los años 2014 – 2018 a través del uso de diagramas de caja¹¹². La cuarta componente es cero ya que en Chile no existe presupuesto público para entidades que se otorgue a ejecutores internacionales. Para facilitar la comparación, el rango de las ordenadas de los cuatro gráficos es el mismo. De estos gráficos es posible observar que la componente I del GBARD (Presupuesto público para proyectos a ejecutores nacionales) representa más de tres cuartos del presupuesto público total destinado a investigación y desarrollo y es la componente con la menor variación en los años 2014 – 2018, pues la diferencia entre el valor mínimo y máximo es de 1,2 puntos porcentuales. La componente II del GBARD (Presupuesto público para entidades a ejecutores nacionales), corresponde a 14,8% del presupuesto público total destinado a investigación y desarrollo, y presenta una variación de 3,5 puntos porcentuales. Finalmente, la componente III del GBARD (Presupuesto público para proyectos a ejecutores internacionales) corresponde a 8,8% del presupuesto público total destinado a investigación y desarrollo, y presenta una variación de 2,7 puntos porcentuales.

¹¹² Las cruces corresponden a las medias, las barras horizontales dentro de la caja son las medianas, los límites inferiores y superiores son los cuartiles primero y tercero respectivamente, y las líneas horizontales fuera de la caja representan los valores máximos y mínimos.

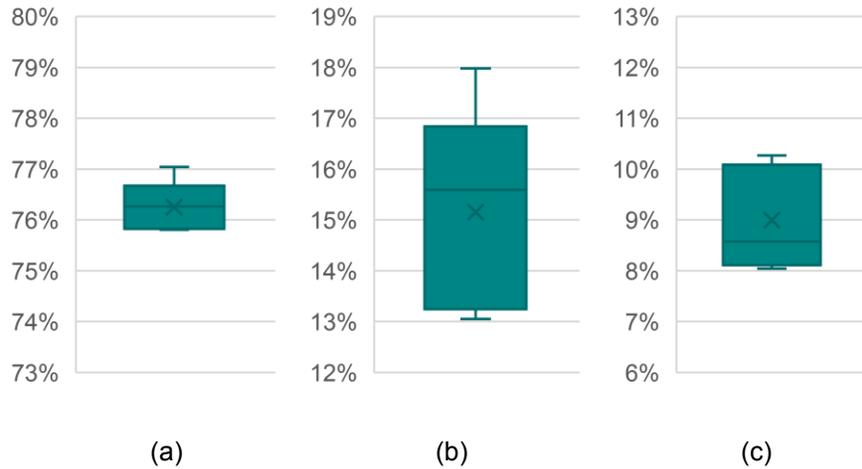


Figura A.2. Variación de la cuota de participación de las componentes del GBARD como parte del total del presupuesto público destinado a I+D durante el periodo 2014 – 2018. (a) Componente I, (b) Componente II y (c) Componente III. Elaboración propia

Por otra parte, en la Figura A.3 mostramos la cuota de la componente I del GBARD destinada a temas relacionados con el desafío país Revolución Tecnológica, así como su variación en el tiempo durante los años 2014 – 2018. Dado que para las componentes II y III del GBARD no existe información desagregada para determinar la cuota respectiva asociada a esta materia, podemos conjeturar, dada la baja variabilidad de la cuota para la componente I del GBARD, que ésta mantiene similar comportamiento para las componentes II y III del GBARD.

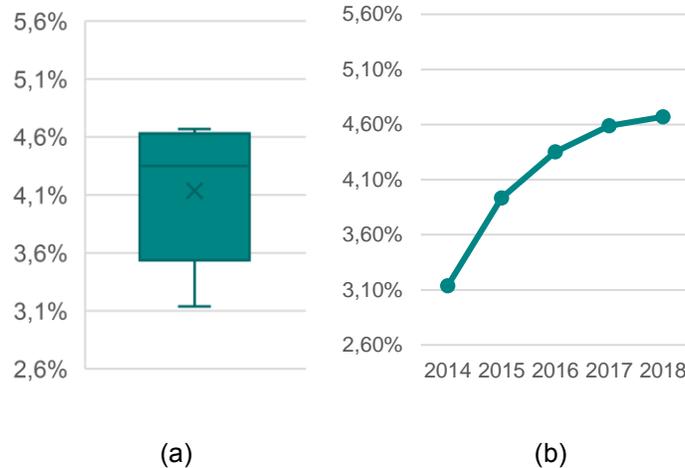


Figura A.3. Variación de la cuota del presupuesto de I+D destinada al Ecosistema de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica de la componente I del GBARD durante el periodo 2014 – 2018. Elaboración propia

Sin embargo, tal como se ha mencionado, la variable buscada es el gasto en investigación y desarrollo en materia de revolución tecnológica. Considerando los resultados anteriores ahora es necesario determinar, en primer lugar, una relación entre gasto público y presupuesto público en investigación y desarrollo, y posteriormente una relación entre el gasto privado y el gasto público.

En la Encuesta Nacional sobre Gasto y Personal en I+D encontramos el gasto público, el cual, es el resultado de ejecutar parte del presupuesto público respectivo. Dado que la encuesta no desagrega el gasto por tipo de proyecto, no es posible conocer la cuota del gasto público destinada al Ecosistema de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica. Sin embargo, dada la relación existente entre el presupuesto público y el gasto público presentada en la Figura A.4 podemos utilizar la cuota del presupuesto de I+D destinada al Ecosistema para estimar el gasto público en esta materia, considerando además que el presupuesto explica un 99% de la variabilidad del gasto.

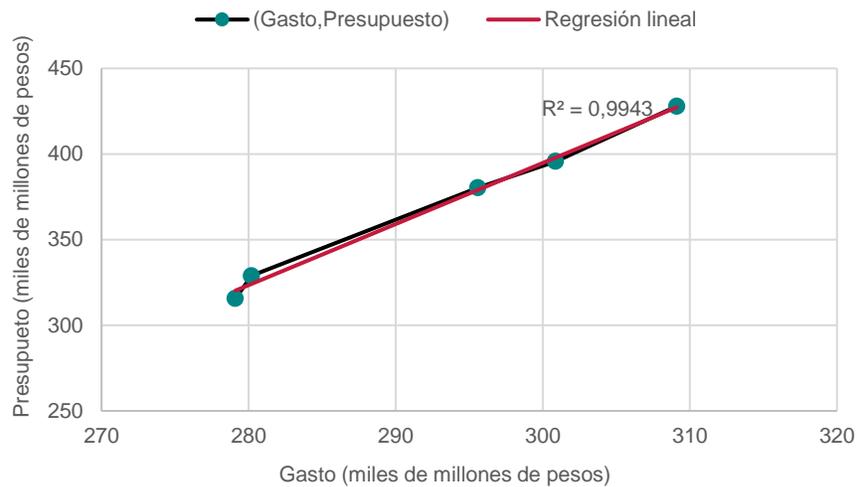


Figura A.4. Relación entre el presupuesto y el gasto público en investigación y desarrollo para el periodo 2014 – 2018. Elaboración propia

De lo anterior, podemos estimar el gasto público en materia de revolución tecnológica durante el periodo 2014 – 2018, que presentamos en la Figura A.5.

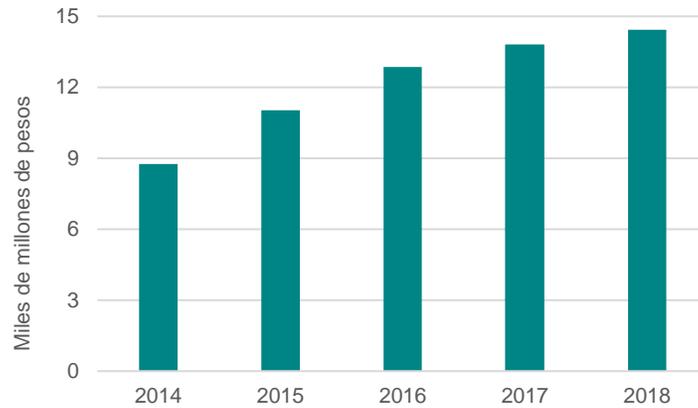


Figura A.5. Evolución del gasto público estimado en el Ecosistema de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica durante el periodo 2014 – 2018. Elaboración propia

Por otra parte, la Encuesta Nacional sobre Gasto y Personal en I+D desagrega el gasto privado en investigación y desarrollo en cuatro sectores: Educación superior, Instituciones privadas sin fines de lucro (IPSFL), Fondos internacionales y Empresas. Nuevamente, dada la no desagregación en proyectos de la Encuesta Nacional sobre Gasto y Personal en I+D, desconocemos completamente el comportamiento de la investigación y desarrollo del sector privado en materia de revolución tecnológica, sin embargo, dada la relación existente entre el gasto del sector público y privado en investigación y desarrollo, presentada en la Figura A.6 y considerando además que el gasto público explica un 86% de la variabilidad del gasto privado, podemos emplear la misma cuota de participación que utilizamos en el caso del gasto público para obtener el gasto del sector privado asociado a revolución tecnológica.

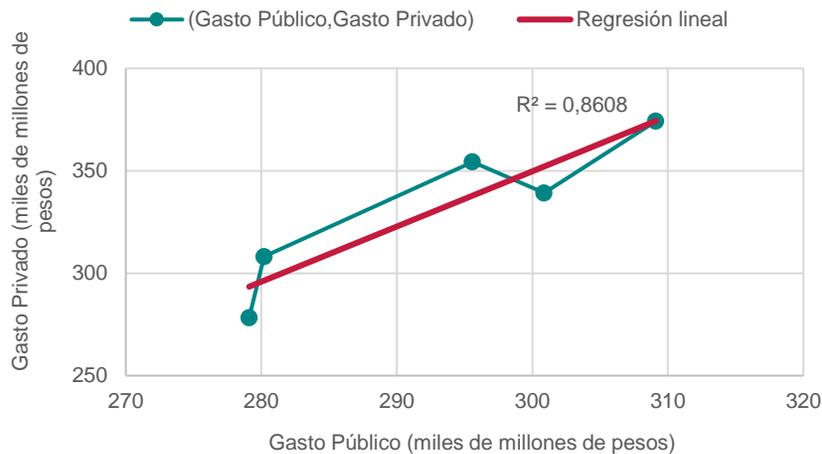


Figura A.6. Relación entre el gasto público y privado en investigación y desarrollo con durante el periodo 2014 – 2018. Elaboración propia

A continuación, presentamos los resultados de la estimación del gasto privado en materia de revolución tecnológica para el periodo 2014 – 2018, desagregado por sector.

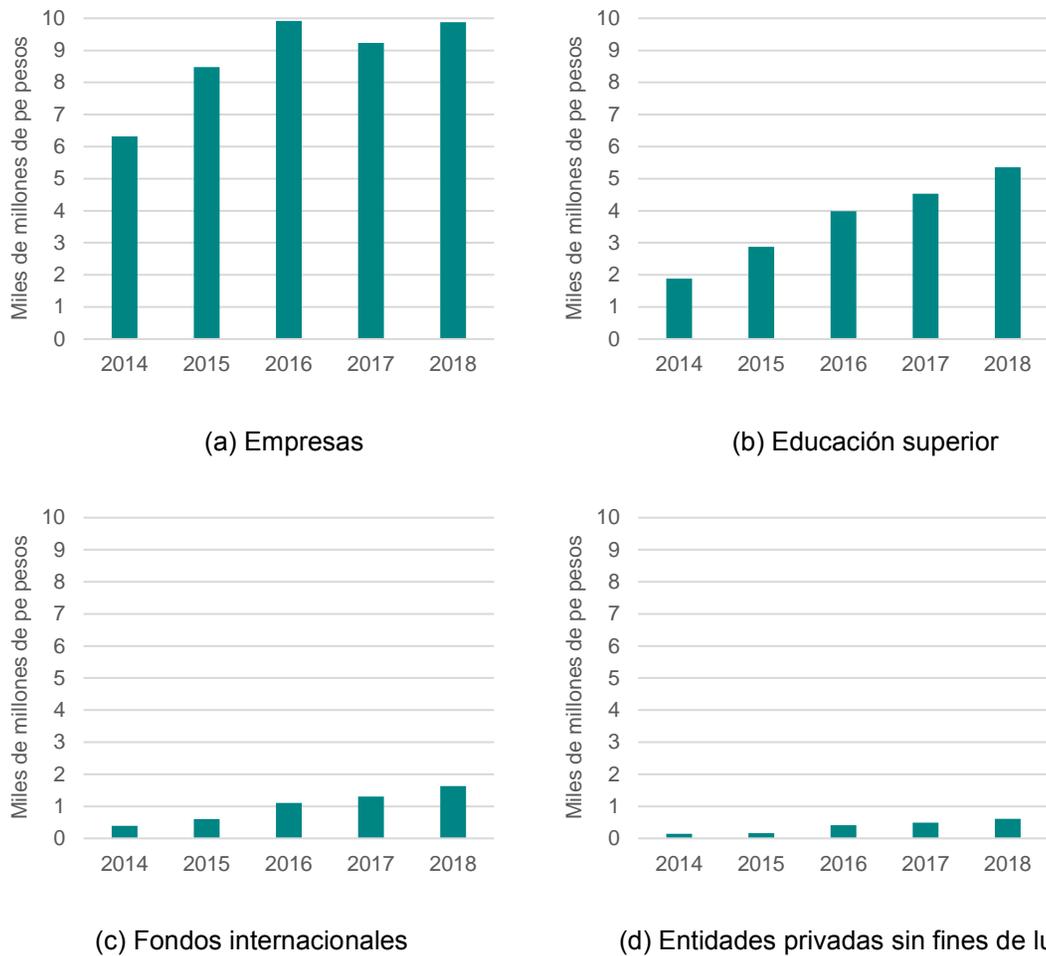


Figura A.7. Evolución del gasto estimado en I+D del sector privado en el Ecosistema de CTCI para el desafío país Revolución Tecnológica, para el periodo 2014 – 2018 con (a) Empresas, (b) Educación superior, (c) Fondos Internacionales y (d) Entidades privas sin fines de lucro. Elaboración propia

Finalmente, con la información recabada, en la Figura A.8 presentamos la estimación del gasto total – sectores público y privado –, en materia de revolución tecnológica para el periodo 2014 – 2018.

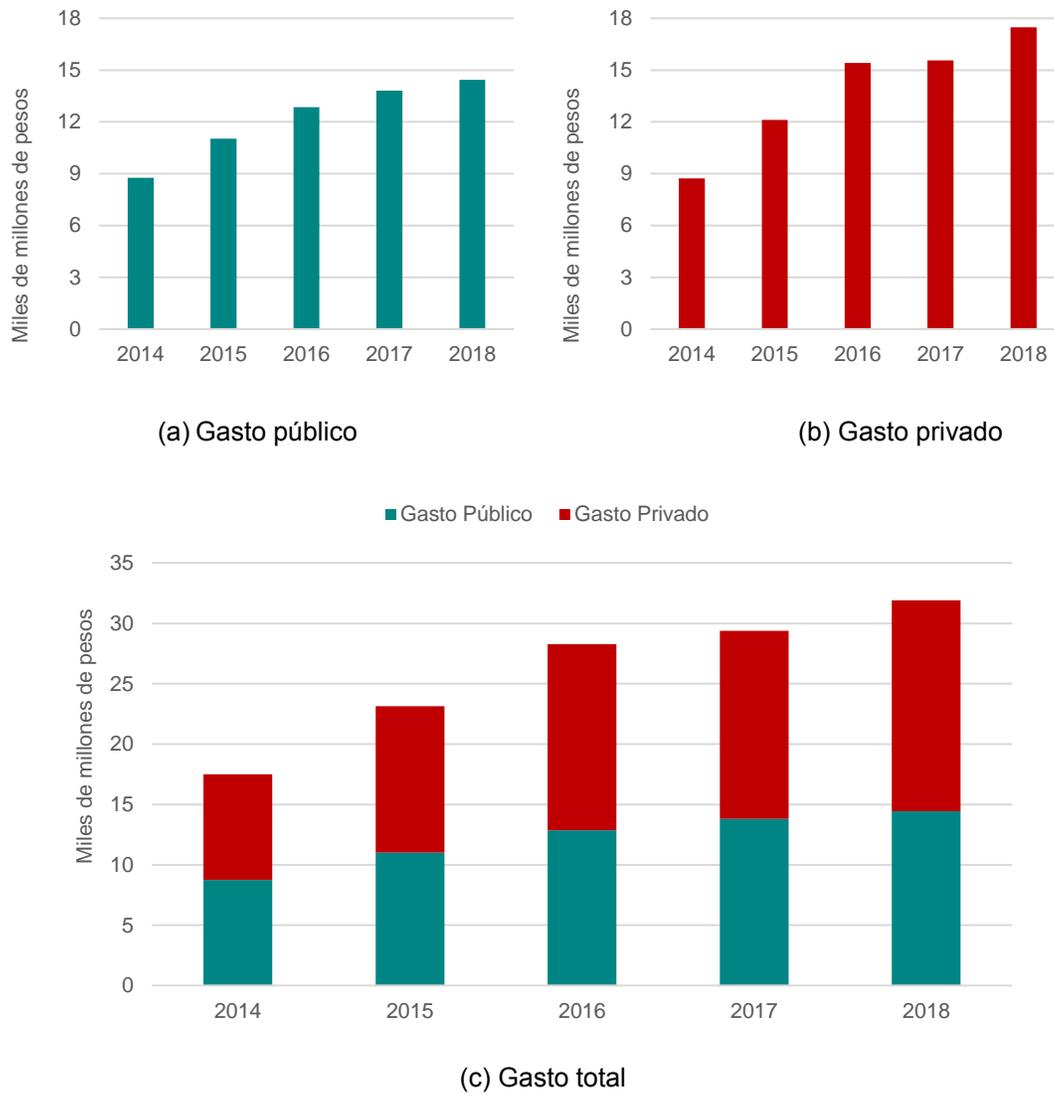


Figura A.8. Evolución del gasto estimado en materia de revolución tecnológica durante el periodo 2014 – 2018. (a) Gasto total del sector público, (b) Gasto total sector privado, (c) Suma de los gastos provenientes de ambos sectores. Elaboración propia

CameronPartners Innovation Consultants

Richard-Wagner-Str. 29 | 68165 Mannheim | Alemania

Edmundo Larenas 438 | 4070415 Concepción | Chile

www.cameron-partners.com