



UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

EXPERIENCIA DE Ph.D., EN CIENCIAS E INGENIERÍA, EN EL  
SECTOR INDUSTRIAL

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL  
INDUSTRIAL

VALERIA SOFÍA AHUMADA OPPICI

PROFESOR GUÍA:  
LUÍS ZAVIEZO SCHWARTZMAN

PROFESOR CO-GUÍA:  
SERGIO ANDRÉS CELIS GUZMÁN

COMISIÓN:  
MARÍA PÍA MARTIN MUNCHMEYER

SANTIAGO DE CHILE

2023

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE: Ingeniera Civil Industrial  
POR: Valeria Sofía Ahumada Oppici  
AÑO: 2023  
PROFESOR GUÍA: Luís Zaviezo Schwartzman

## EXPERIENCIA DE Ph.D., EN CIENCIAS E INGENIERÍA, EN EL SECTOR INDUSTRIAL

En Chile gran parte de las personas con grado de Ph.D. actualmente se desarrolla profesionalmente en la academia, mientras menos de un 10% trabaja en el sector industrial. Existen incentivos monetarios, por parte del Estado, para motivar el ingreso de doctores a las empresas, sin embargo, estos no han sido suficientes para generar mayor atracción al sector.

La presente tesis toma en cuenta tres agentes que influyen en la experiencia de los Ph.D. en la industria: el Estado, las universidades y las empresas, y se realiza una investigación en base a dos metodologías. Por una parte, se realiza un análisis de dos grupos de empresas, las 100 empresas más grandes del país y las 100 startups más exitosas, con el objetivo de comprobar, en base a la información disponible, la presencia de Ph.D. dentro de los roles directivos y gerenciales. Resultados de lo anterior permiten verificar que si bien la cantidad de Ph.D. en cargos gerenciales en ambos grupos es similar, la caracterización de estos no lo es. Las diferencias más significativas se encuentran en el país de realización del doctorado, la especialización obtenida y un rol significativamente ocupado por Ph.D. en empresas de gran tamaño, que es el de director.

La segunda parte de la investigación se realiza a través de 10 entrevistas a Ph.D. chilenos que posean estudios en ciencia e ingeniería y que actualmente trabajen en empresas. Gracias a esta investigación se logra conocer de forma más cercana la experiencia de los Ph.D. que trabajan en el sector industrial, encontrando diversas revelaciones, entre esas la relevancia del tipo de formación que los Ph.D. tienen en su programa, para su trabajo, en términos de mentalidad y metodología para abordar proyectos y encontrar soluciones para las empresas. Otra revelación se centra en los diversos factores que alejaron a estas personas de la academia y los acercaron a la industria, entre esos la competitividad y bajo desarrollo de carrera que encontraron en la universidad. Finalmente, se pudo verificar que aquello más valorado por los Ph.D., en las empresas, es la libertad de investigación y la posibilidad de compartir con otras personas de grado similar.

De modo de complementar la investigación realizada a los dos estamentos mencionados, empresas y universidades, se contextualiza sobre el tercero, el Estado, específicamente, la situación del país en relación a la temática, exponiendo los organismos estatales que intervienen, las políticas asociadas, los incentivos de inserción de Ph.D. en el sector industrial y los programas de doctorado impartidos en el país.

Utilizando lo anterior, se generan una serie de recomendaciones, primero generales y luego a los tres estamentos antes mencionados, que permitan una mejor inserción y aprovechamiento de capacidades de estos doctores.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a las personas que fueron vitales en mi paso por la Universidad. Agradezco a mi familia que siempre estuvo ahí para mí, en mis momentos de alegría y en mis momentos de tristeza, constantemente dándome el empuje necesario para continuar. En específico, mi papá, quien siempre intentó ayudarme para las tareas usando los recuerdos de su paso por la facultad; mis hermanos, quienes siempre aligeraban las situaciones difíciles, haciendo que no todo pareciera tan negro; mi nonna, quién siempre estuvo ahí para escucharme, aún si no entendía de lo que hablaba, dándome apoyo y confort; mi madre, quien me enseñó el verdadero sentido de la palabra perseverancia, y que sin ella no estaría, en este momento, finalizando mi etapa universitaria; y el resto de mi familia, quienes siempre me han alentado, en especial mi tía Paty y mi tía Vivi.

También agradezco a mis amigas y amigos que estuvieron ahí, en todo el camino, haciendo de estos 6 años, unos de los mejores de mi vida. Gracias a Ferretti y Trini, amigos del colegio. Gracias a Ale, Vale, Cami y Tami, amigas desde mi primer mes en la Universidad. Gracias a Sofí, mi mejor amiga de especialidad. Gracias, también, a mis otros amigos del colegio, especialmente a la Rosa y la Colo, y de la universidad, entre esos, mi grupo de plan común y el equipo tutor. Todos ellos hicieron de mi paso por la universidad, uno feliz, lleno de alegría y cariño. Agradezco también a Seba, quien a lo largo de todo este año ha sido un apoyo vital para el desarrollo de esta memoria.

Además, también agradezco a los profesores y profesoras que realmente han dejado una huella en mí. Del colegio, agradezco a Tía Pili, Tío Moli, Tía Pinkku y muchos otros, quienes me guiaron y me siguen guiando para tomar las mejores decisiones de carrera. De la universidad agradezco a Sergio Celis, Claudio Pizarro y Zunilda Vergara, quienes me han dejado grandes aprendizajes.

Finalmente, me quiero agradecer a mí, por la perseverancia y el esfuerzo que le dediqué a mi carrera durante estos 6 años. No fue un camino fácil y en momentos tampoco fue agradable, sin embargo, continué avanzando paso a paso hasta llegar hasta este momento, hasta llegar a la meta.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1 ANTECEDENTES</b>	<b>3</b>
1.1 Contexto	3
1.2 Políticas Públicas asociadas a la inserción de Ph.D. en la Industria	6
1.2.1 Organismos	7
1.2.2 Incentivos a la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)	7
1.2.3 Incentivos a la Inserción de Ph.D. en las empresas	8
1.3 Programas de Doctorado con foco en la industria	9
1.4 Vinculación entre Academia y Empresas	10
1.5 Problema Observado	11
1.5.1 Falta de Información y Seguimiento	11
1.5.2 Bajo nivel de innovación en Chile	12
<b>2 MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>14</b>
2.1 Asociación entre Innovación y Ph.D.	14
2.2 Ingreso y Experiencia de Ph.D. en la Industria	14
2.3 Conceptos Relevantes	15
2.2.1 Ph.D.	15
2.2.2 Trayectoria	16
2.2.3 Política Pública	16
2.2.4 Startup	16
2.2.5 I+D+i	17
<b>3 OBJETIVOS</b>	<b>18</b>
3.1 Objetivo General	18
3.2 Objetivos Específicos	18
<b>4 METODOLOGÍA</b>	<b>19</b>
4.1 Exploración Empresas en Chile	19
4.2 Proceso de Entrevistas	20
4.2.1 Caracterización de Entrevistados	21
4.2.2 Análisis Temático de Entrevistas	22
4.3 Alcances	22
4.3.1 Nivel de estudios	22
4.3.2 Residencia en Chile	23
4.3.3 Grupos de Empresas	23
4.4 Foco en Ciencia e Ingeniería	23
<b>5 RESULTADOS</b>	<b>25</b>
5.1 Exploración de Ph.D. en Empresas	25
5.1.1 100 Empresas más grandes de Chile	25
5.1.2 Top 100 startup Chile 2022	28

5.1.3 Comparativa entre Empresas	31
5.2 Experiencia de Ph.D. en Empresas	32
5.2.1 La academia como ambiente hostil y la industria como desafiante: Elementos que empujan a los PhD a las empresas	33
5.2.2 Más que la especialización, es la capacidad analítica y la autonomía intelectual lo que aporta más significativamente a la empresa	35
5.2.3 En las empresas también es necesaria la libertad de investigación y la posibilidad de compartir con pares científicos	37
5.2.4 La vinculación se debe incentivar desde las tres entidades: Estado, Universidad e Industria	39
5.2.4.1 Un incentivo monetario no asegura aprovechamiento	39
5.2.4.2 Se tiene que mostrar el mundo de la Industria y preparar para entrar	40
5.2.4.3 Para incentivar la vinculación, la empresa también debe atraer	41
<b>6 DISCUSIÓN</b>	<b>43</b>
6.1 Recomendaciones a nivel estatal	44
6.2 Recomendación a nivel de programas de doctorado	46
6.3 Recomendaciones a nivel empresa	48
6.4 Implementación conjunta	49
<b>7 CONCLUSIONES</b>	<b>50</b>
<b>8 BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>51</b>
<b>9 ANEXO</b>	<b>54</b>
Protocolo de entrevista a Doctores/as que trabajan en empresas	55

## INTRODUCCIÓN

En promedio, dentro de los distintos países de la OECD alrededor de 1 de cada 100 personas obtiene el grado de Ph.D., mientras que en Chile esa proporción disminuye a 1 de cada 500. Lo anterior, aun teniendo en cuenta que en los últimos 10 años, el país ha presenciado un gran crecimiento de Ph.D., puesto que de la totalidad de doctores que actualmente residen en Chile, más de un 60% se graduó en este período.

Los Ph.D. se presentan como una fuente importante de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) dentro de cada país, en función de lo anterior, hacerle seguimiento de este tipo de Capital Humano, finalizado su grado, permite tener cierto seguimiento de dónde se encuentra la I+D+i en Chile.

En específico, sólo el 7%, de estas personas con grado de Ph.D., se encuentra empleado en empresas privadas como trabajo de tiempo completo, mientras que un 84% se dedica, como ocupación principal, a investigación en la academia. Lo anterior se contrapone al promedio en otros países, siendo sólo un 60% del Capital Humano Avanzado que permanece en las universidades. Sin embargo, aquello que se repite son las especialidades que más se encuentran en las empresas, siendo estas: Ciencias, Economía e Ingeniería.

Se definen tres agentes a nivel país que tienen un alto impacto en el ámbito a estudiar, por lo que a lo largo del trabajo se analiza éste siempre teniendo en cuenta las distintas perspectivas. Estos son, el Estado, las Universidades y las Empresas, los cuales afectan tanto en el desarrollo como en la trayectoria y la toma de decisiones de los Ph.D.

Por parte del Estado, existen diversas políticas públicas que permiten motivar la innovación en el país, a través de la inversión en I+D+i, entre otras, a través de la migración de Ph.D. al sector privado apoyando económicamente a las empresas, como lo son incentivos tributarios, fondos y concursos de organismos estatales que motiven el ingreso a empresas. A pesar de lo anterior, Chile se encuentra entre los países de la OCDE que menor porcentaje de su PIB invierte en este ámbito, encontrándose entre los únicos 5 países que invierten menos de un 1%, lo cual se traduce en bajos niveles de innovación de las empresas chilenas, baja cantidad de Ph.D. y finalmente bajos niveles de innovación a nivel país.

En la Universidad, en términos de programas de doctorado, la mayor parte tiene foco en una posterior carrera académica, alejándose de la posibilidad de desarrollo en empresas, sin embargo, existen algunos programas, creados hace menos de 10 años, que tienen el foco puesto en un desarrollo en el sector industrial, llamando a sus estudiantes a integrarse en las empresas a realizar I+D+i aplicada.

Por el lado del sector industrial, en la Encuesta Nacional de Innovación del año 2019, se verifica que aquellas empresas más jóvenes, son aquellas que más innovan en el país, siendo aquellas más antiguas, que tienden a ser de más tamaño, menos propensas a innovar. En base a diversos estudios, que se exponen más adelante en el trabajo, se verifica que la presencia de Ph.D. en las empresas genera efectos positivos, ya sea en términos de

rendimiento como en términos de sus niveles de desarrollo e innovación. Dado lo anterior, se encuentra que se debiera incentivar la contratación de personas con grado de Ph.D. en empresas más jóvenes, que tuvieran foco en innovar, puesto que este capital humano puede generar beneficios sustanciales en las mismas y a largo plazo para el desarrollo del país.

En este trabajo se busca conocer qué empresas están actualmente contratando a Ph.D. y caracterizar a estos en términos del rol que cumplen en la empresa y de los estudios que poseen, además se busca captar la experiencia de los doctores al momento de adentrarse en las empresas, de modo de poder entender sus motivaciones, e incentivos, conocer los obstáculos y oportunidades que se les hayan presentado. Con toda la información obtenida desarrollar recomendaciones a los 3 agentes antes mencionados, que permitan por una parte incentivar la transición de la academia al sector industrial, y, por otra parte, facilitar que las empresas puedan explotar sus capacidades y conocimientos.

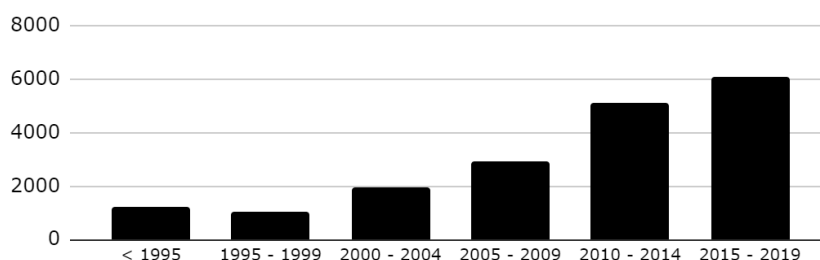
# 1 ANTECEDENTES

## 1.1 Contexto

En Chile, actualmente se estima que hay 18.352 personas con el grado académico de Ph.D., de estos, un 61% del total se graduaron en los últimos 10 años, demostrando un fuerte crecimiento de estudiantes de doctorado en esta última década, y en general en el último siglo, tal como se muestra en el Gráfico 1. A pesar de lo anterior, en comparación con otros países de la OCDE, la cantidad de doctorados de Chile está muy por debajo del promedio, contando con una relación de 2 de cada 1.000 personas que realizan un Ph.D. versus 12 de cada 1.000 personas en promedio de los países de la organización, llegando a que Chile sólo supera a México en este indicador.

Gráfico 1:

Ph.D. graduados por período de tiempo en Chile



Fuente: Encuesta de Trayectoria de profesionales con grado de Ph.D. en Chile (2021)

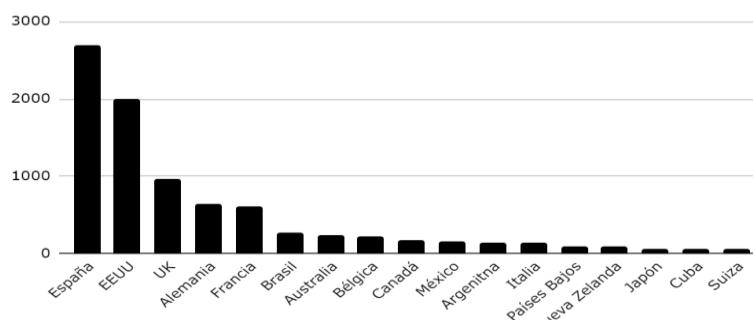
Si lo anterior se analiza en términos de género, en el tiempo las proporciones, en relación con la cantidad de graduados, han ido cambiando. Entre los años 1995 y 1999 la cantidad de mujeres graduadas de doctoras representaron un 26% de la cohorte, sin embargo, para los años 2015 y 2019, en cambio, esta proporción alcanza el 43%, lo cual se muestra como un significativo crecimiento. Analizando la cantidad de doctores por rango etario y separando por género, en el rango etario menor a 35 años, se valida la anterior información mencionada puesto que en ese grupo la proporción entre hombres y mujeres se vuelve más pareja, llegando a 42% de mujeres, sin embargo, en los grupos de mayor edad se presenta una mayor diferencia.

Al analizar los países donde realizan mayormente los estudios de doctorado aquellos que actualmente residen en Chile, se encuentra que, en la actualidad, un 60% de los residentes realizaron sus estudios en el mismo país, siendo este un crecimiento de un 50% desde el año 2012. Por otra parte, en relación con aquellas personas que realizan sus estudios fuera del país, se verifica que la mayor parte realiza sus estudios en España, Estados Unidos y el Reino Unido, tal como se muestra en el Gráfico 2.



### Gráfico 2:

Países, aparte de Chile, en los que chilenos realizan el programa de doctorado

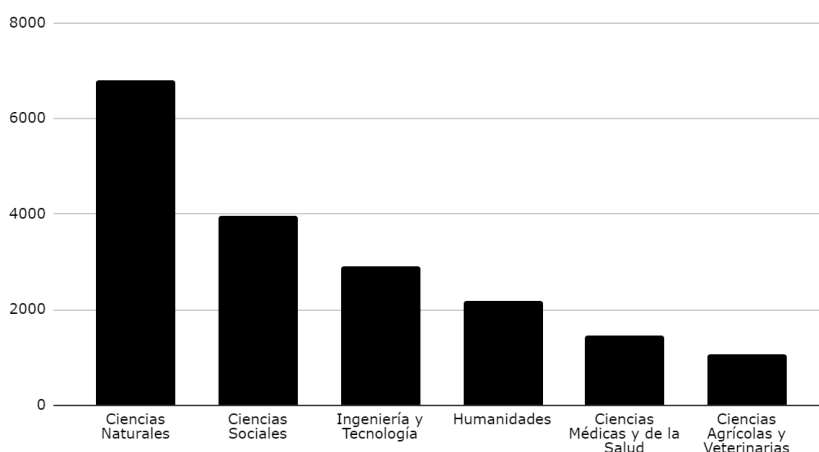


Fuente: Encuesta de Trayectoria de profesionales con grado de Ph.D. en Chile (2021)

Continuando con la caracterización del grupo de doctorados del país, se tiene que la mayor parte de estos se especializa en Ciencias Naturales, siendo esta seguida por Ciencias Sociales e Ingeniería y Tecnología. Lo anterior se verifica en el Gráfico 3.

### Gráfico 3:

Áreas de especialización de Ph.D. que residen en Chile



Fuente: Encuesta de Trayectoria de profesionales con grado de Ph.D. en Chile (2021)

En relación con lo anterior, si es que se realiza una separación de los doctores que realizaron su grado en Chile versus en otros países, se verifica que las preferencias cambian. Para aquellas personas que realizan su grado en el país, la mayoría de preferencia continúa siendo Ciencias naturales (50%) seguido, sin embargo, por Ingeniería y Tecnología (14%) y Ciencias sociales (12%). Para aquellas personas que tienen su grado fuera de Chile, se verifica que la preferencia es por temáticas en Ciencias sociales (32%), seguido por Ciencias naturales (25%) y por Ingeniería y Tecnología (18%).

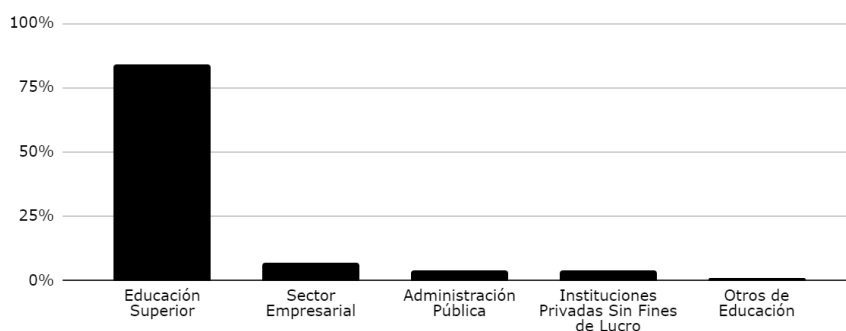
Por otro lado, en términos de financiamiento de los estudios de doctorado, un 65% de los actuales Ph.D. han sido financiados por becas del Estado, y estos últimos 7 años este tipo de financiamiento ha representado un 84% de los doctorados. Sin embargo, además de lo antes mencionado, en el país se invierte un reducido porcentaje del PIB en I+D, ya que,

según la Encuesta Nacional de Gasto en I+D, durante el año 2016 este fue de \$613.475 millones, lo que representa un 0,37% del PIB del país. A modo de comparación, el gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB en el mundo según la UNESCO, en el año 2015 era de 2,23% promedio, y de los 35 Estados miembros de la OCDE, sólo cinco países invierten menos del 1% del PIB en Investigación y Desarrollo (I+D): Polonia, Eslovaquia, Grecia, México y Chile.

Ya dirigiendo la caracterización a finalizados los estudios de doctorado, los sectores en los que desarrollan su carrera profesional son variados, habiendo una clara preferencia por la academia, puesto que 84% de las personas con doctorado tienen como ocupación principal la Educación superior, seguido por un 7% que trabaja principalmente en el sector empresarial, tal como se muestra en el Gráfico 4. Independientemente de lo anterior, un 78% de los Ph.D. se dedican a la investigación, en sus distintos ámbitos.

**Gráfico 4:**

Distribución de sector de empleo de Ph.D. que residen en Chile



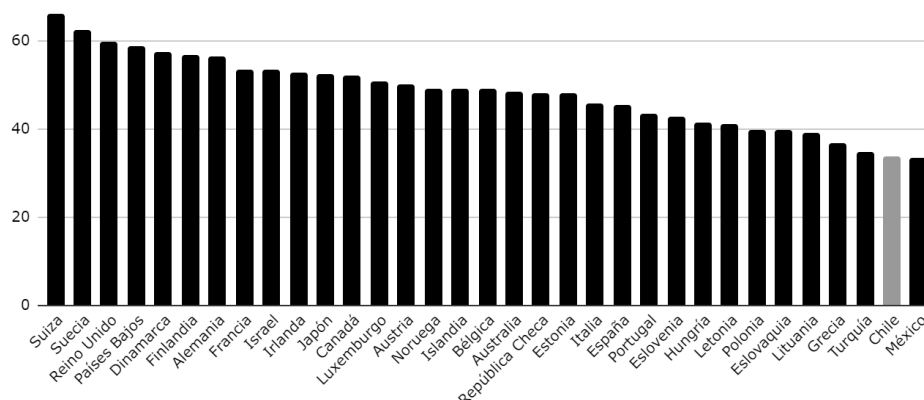
Fuente: Encuesta de Trayectoria de profesionales con grado de Ph.D. en Chile (2021)

A modo de comparación, se verifica que, en relación con otros países de la OECD, sólo hay un país que tiene mayor porcentaje que Chile en términos de Ph.D. que trabajan en Educación Superior, siendo este país Polonia. Más aún, más de un 70% de los países analizados tiene menos de un 60% de sus Ph.D. en Educación Superior, distribuyéndose el resto del porcentaje en empleo público, sector industrial y otros.

Cambiando el foco a la innovación en el país, esta se puede medir de diversas formas. Por una parte, se puede analizar la cantidad de publicaciones que tiene el país, por otra, la cantidad de patentes que se tiene dentro de este. Al analizar lo primero, Chile se encuentra en el lugar 15 en términos de publicaciones por investigador, lo que no significa que se encuentre en esa misma posición a nivel absoluto dada la baja cantidad de investigadores. Respecto a lo segundo, Chile únicamente supera a 5 países de la OECD al analizar la cantidad de patentes por millón de habitantes, teniendo un promedio de 11.5 patentes por millón de habitantes, mientras que el promedio general de los países es de 136.3 patentes. Más aún, en los resultados de la Encuesta Nacional de Innovación 2019 se verifica que Chile posee el segundo menor porcentaje de empresas que innovan dentro de los países de la OCDE, siendo este porcentaje un 21%, teniendo en cuenta que el promedio en los países fue de 49%, lo cual se verifica en el Gráfico 5 el cual muestra el Índice de innovación Global.

Gráfico 5:

Nivel de Innovación por País (Global Innovation Index)

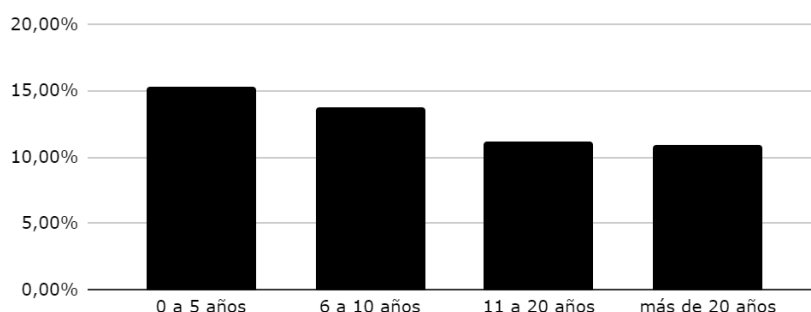


Fuente: Encuesta Nacional de Innovación (2020)

Por otra parte, también se menciona que aquellas empresas que son más jóvenes tienden a ser aquellas que más innovan, y aquello en lo que más se innova es en temas de procesos de negocios. En efecto, a medida que aumenta la edad de estas empresas, menor es la innovación en estos temas, tal como se muestra en el Gráfico 6.

Gráfico 6:

Nivel de Innovación en procesos de negocios por antigüedad de empresas chilenas



Fuente: Encuesta Nacional de Innovación (2020)

## 1.2 Políticas Públicas asociadas a la inserción de Ph.D. en la Industria

En Chile, actualmente no se encuentran una gran cantidad de incentivos por parte del Estado para aumentar la interacción entre Ph.D. y empresas. La mayor parte de los programas buscan como tema general el incentivo de inversión en I+D+i en el sector industrial. En específico, hay organizaciones de gobierno que se dedican a incentivar el desarrollo del país.

### 1.2.1 Organismos

La *Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID)* se encarga de administrar y ejecutar los programas e instrumentos destinados a promover, fomentar y desarrollar la

investigación en todas las áreas del conocimiento, el desarrollo tecnológico y la innovación de base científico-tecnológica, de acuerdo con las políticas definidas por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

Por otra parte, se encuentra la *Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)*, busca apoyar el emprendimiento, la innovación y la competitividad, fortaleciendo, además, el capital humano y las capacidades tecnológicas, teniendo como principal objetivo promover una sociedad de más y mejores oportunidades para contribuir al desarrollo económico del país.

También en Chile se encuentra *Observa*, el Observatorio del Sistema de Ciencia Tecnología, Conocimiento e Innovación (CTCI) del Ministerio de Ciencias, plataforma digital impulsada por el Ministerio de Ciencia y coordinada por la Oficina de Estudios y Estadísticas, donde se encuentran indicadores, datos y análisis respecto de las capacidades y producción de Chile en estas materias y se puede conocer más sobre los actores, instrumentos y programas del Sistema Nacional de CTCI.

A pesar de lo antes dicho, la información con la que se cuenta de los Ph.D. es baja. La mayor parte de la información disponible, acerca de este tema, en *Observa* se basa en informes de la OECD, la Encuesta trayectoria de profesionales con grado de Ph.D. en Chile y la Encuesta Nacional de Innovación, mostrando que existe un gran espacio de mejora. Los incentivos desarrollados por los organismos arriba mencionados son los siguientes.

### **1.2.2 Incentivos a la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i)**

Por una parte, se encuentra la *Ley de incentivo tributario a la Investigación y Desarrollo (I+D)* que permite a las empresas acceder a un beneficio dirigido a los contribuyentes de primera categoría, según la ley sobre impuesto a la renta, que declaren su renta efectiva mediante contabilidad completa. Así estas pueden rebajar de impuestos gastos que se incurran en I+D, de modo de incentivar la inversión en I+D dentro de las empresas. Este incentivo, según la Encuesta Nacional de Innovación, es conocido por un 79% de las empresas que efectivamente hacen I+D, y de esas empresas sólo un 22% hace uso de este beneficio.

En relación con los concursos que se abren dentro de las distintas organizaciones previamente mencionadas, ANID y CORFO, se verifica que la mayor parte no tiene un foco en la inclusión de Ph.D. en las empresas. Existen, sí, concursos que incentiven la realización de Ph.D. y por otra parte concursos que incentiven la innovación en las empresas, mas no tienen el foco que se busca para el presente proyecto.

Además, se encuentra el programa de *Ingeniería 2030*, concurso que se orienta a, en palabras de la ANID, “financiar programas de universidades chilenas que imparten carreras de ingeniería civil para el diseño, elaboración y seguimiento de planes estratégicos destinados a alcanzar estándares internacionales, con foco particular en los ámbitos de investigación aplicada, desarrollo y transferencia tecnológica, formación de ingenieros, innovación y emprendimiento con base en I+D+i. El instrumento busca

promover la existencia de Facultades de Ingeniería que impacten de manera potente el desarrollo del país, transformándolas en motores de innovación y emprendimiento de alto impacto para Chile, mediante la incorporación de estándares de Clase Mundial.”

### **1.2.3 Incentivos a la Inserción de Ph.D. en las empresas**

ANID cuenta con el *Concurso Nacional de inserción de Capital Humano Avanzado en el sector productivo*. El anterior tiene por objeto contribuir al fortalecimiento de la capacidad de investigación, desarrollo e innovación de empresas, y centros/institutos científicos tecnológicos, subsidiando la inserción de un/a Ph.D., gastos operacionales (material fungible, material bibliográfico, subcontratos de laboratorios, difusión, pago de costos financieros por concepto de solicitud y trámite de las garantías materiales fungibles), e, inversión, a fin de que desarrollen funciones tales como investigación, desarrollo, gestión tecnológica e innovación, que potencien la productividad de la empresa o la capacidad de transferencia tecnológica de los centros.

Con este concurso pequeñas empresas pueden obtener un subsidio para insertar a un Ph.D por un período de 24 meses para realizar actividades de I+D+i, también puede obtenerse financiamiento para que un tesista de doctorado en el sector productivo pueda continuar por 24 meses en la empresa luego de ganarse el concurso de tesis en sector productivo, y permite que empresas puedan solicitar la incorporación de un Ph.D. que pueda potenciar el proyecto FONDEF que tengan adjudicado.

El objetivo general del concurso es “contribuir al fortalecimiento de las empresas y centros/ institutos científico-tecnológicos nacionales, por medio de la inserción de capital humano avanzado”. Sus objetivos específicos son: “fortalecer las capacidades de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) de las empresas y centros/institutos tecnológicos nacionales; aumentar la ejecución de proyectos de I+D+i que aporten al mejoramiento de la productividad y competitividad de las empresas nacionales; incorporar mayor conocimiento en los procesos productivos de las empresas nacionales; fomentar la colaboración entre el sector productivo y la academia; aumentar el campo laboral de doctores recientemente graduados.

Por otra parte, se encuentra el *Concurso Nacional De Tesis De Doctorado en el sector productivo*, el cual otorga financiamiento a universidades para que los programas de doctorado fortalezcan sus vínculos con el sector productivo a través de la realización de tesis de I+D+i que responda a problemáticas de la empresa.

El objetivo de este concurso es el “fomentar la vinculación entre el sector productivo y la academia, mediante el apoyo a programas de doctorado para que sus tesis de doctorado desarrollen su tesis de doctorado en proyectos de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en estrecha vinculación con el sector productivo, empresas o centros científicos-tecnológicos.”

Los proyectos de tesis de doctorado que pueden adjudicarse el fondo, deben ser desarrollados en una empresa o en un instituto o centro científico tecnológico y las propuestas que generen deberán responder, a través de actividades de I+D+i, a

necesidades de una o más instituciones patrocinantes que desarrollen actividades productivas o que fomenten el desarrollo productivo a través de la investigación y desarrollo.

CORFO contaba con el Fondo concursable *Capital Humano para la Innovación*, el cual estuvo activo hasta el año 2018. Este fondo apoyaba la contratación de profesionales (Magíster o Doctorado), provenientes de las áreas de ciencia y tecnología y/o innovación, para desarrollar un proyecto que resuelva un desafío productivo para la empresa. Estaba dirigido a empresas individuales y Pymes constituidas en Chile, que tributen en primera categoría, que posean ventas entre las 2.400 y 200.000 UF anuales.

### **1.3 Programas de Doctorado con foco en la industria**

Existen diversos programas de doctorado que podrían tener una mayor relación con el sector industrial, como lo son aquellos doctorados en ingeniería y en ciencias aplicadas. Por otra parte, se encuentran aquellos doctorados en administración de negocios y en temas de innovación que tratan derechamente con temáticas del sector industrial.

En la CNA se verifica que, de los 229 programas de doctorado acreditados, al mes de noviembre del 2022, 41 se enfocan en aplicación de conocimiento y administración de negocios

- 1 en innovación
- 1 en negocio
- 2 en el área de administración de empresas
- 5 en distintos ámbitos que tienen un foco aplicado, como lo puede ser economía y distintas ciencias aplicadas.
- 32 en ramas de la ingeniería

A pesar de lo anterior, los requisitos y objetivos de estos programas son igualmente enfocados en un desarrollo mayoritariamente académico.

Por otra parte, se encuentra que en Chile se están desarrollando doctorados que tengan un foco en el sector industrial. Al momento estos representan un bajo porcentaje de la totalidad de programas acreditados y a continuación se muestran 3 de los programas más reconocidos por su foco, en conjunto con su objetivo.

Doctorado en Ingeniería y Tecnología<sup>1</sup> Impartido por la Pontificia Universidad Católica, se comienza a impartir desde el año 2021 y es acreditado por 3 años, es decir, hasta noviembre del 2024. El objetivo de este doctorado es: “formar capital humano avanzado de excelencia, con las competencias y habilidades necesarias para generar, aplicar y transferir conocimiento bidireccionalmente entre la academia y la industria. El Programa crea una plataforma colaborativa e interdisciplinaria para fortalecer las capacidades tecnológicas y productivas de las industrias en el sector público o privado, contribuyendo así al desarrollo económico y social del país”.

---

<sup>1</sup> <https://www.ing.uc.cl/programas-de-estudio/postgrado/doctorado-en-ingenieria/>

Doctorado en Ingeniería Aplicada<sup>2</sup>: Impartido por la Universidad Técnica Federico Santa María, realizado desde el año 2016 y se acreditó por 6 años, actualmente no se encuentra en el listado de programas de doctorado acreditados en la CNA. El objetivo de este doctorado es: “la formación de Doctores en Ingeniería Aplicada capacitados para realizar la búsqueda de soluciones tecnológicas para problemas de los sectores productivos y científicos de la ingeniería, por medio de investigaciones y/o desarrollos aplicados a la industria”.

Doctorado en Ingeniería<sup>3</sup>: Impartido por la MacroFacultad de Ingeniería, consorcio conformado por las Universidades de La Frontera, del Bío-Bío y de Talca, se comienza a impartir desde el año 2021 y es acreditado por 3 años. El objetivo de este doctorado es: “Formar un/a investigador/a de avanzada especialización en ingeniería, que sea capaz de desarrollar y transferir innovación tecnológica al sector productivo y de servicios, conformando equipos de trabajo para la generación de nuevo conocimiento, productos, servicios, sistemas y procesos que le permitan aportar a nivel nacional e internacional, desde la ingeniería en alguna de las líneas de desarrollo e investigación del programa.”

Además de los doctorados arriba mencionados, no se encuentran otros que tengan específico foco en preparar a doctores para que desarrollen su carrera profesional en el sector industrial. En relación al impacto que estos programas generen en la inserción de Ph.D. en las empresas aún no se puede verificar puesto que son muy recientes, y para dos de los programas aún no egresa la primera generación.

#### **1.4 Vinculación entre Academia y Empresas**

En Chile, tal como se mencionó anteriormente, la cantidad de doctores que trabajan principalmente en el sector privado es muy baja, en efecto, es alrededor de un 7% del total de Ph.D. que residen en el país. Sin embargo, existe otro tipo de enlace que tiene el mundo académico con el sector privado, y estos son los Centros de Investigación en los cuales investigadores apoyan a las empresas en proyectos de innovación.

Estos Centros de Investigación se encuentran en diversas universidades, donde Ph.D. en conjunto con otros investigadores de diversos grados académicos tienen interacción con el sector industrial.

Por ejemplo, en el caso de la Universidad de Chile, en específico la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, dado que es la universidad con mayor presencia en programas de doctorado en áreas más aplicables al sector industrial y estos son en temas de ingeniería, ésta cuenta con diversos centros de investigación, varios de estos teniendo como objetivo principal el apoyo a las empresas del sector en el que se especializan. A continuación, se listan algunos de los centros, que colaboran con la industria, con su objetivo principal.

---

<sup>2</sup> <https://doctoradoingenieria.usm.cl/programa/>

<sup>3</sup> <http://doctoradoingenieria.cl/index.php/programa/>

Centro Avanzado de Tecnología para la Minería (AMTC): “El Advanced Mining Technology Center (AMTC por su sigla en inglés) es el principal centro de investigación en Chile en tecnología aplicada a la minería. Sus cinco grupos de investigación, integrados por científicos y profesionales de primer nivel, trabajan para crear en Chile innovaciones tecnológicas de clase mundial para la industria minera.”

Centro de Modelamiento Matemático (CMM): “El Centro de Modelamiento Matemático (CMM) es un centro científico para la investigación y la aplicación de las matemáticas. Tiene como objetivo crear nuevas matemáticas y usarlas para resolver problemas provenientes de otras ciencias, la industria y las políticas públicas.”

Centro de Energía (CE): “El Centro de Energía fue fundado en 2009 como una iniciativa académica. Su misión es contribuir al sector energético a través del desarrollo de soluciones tecnológicas, para el país, que sean novedosas, de calidad y competitivas a nivel internacional.”

Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI): “Aplicamos soluciones interdisciplinarias a distintas áreas de la industria para optimizar la gestión de sus operaciones, impactando en el desarrollo económico de la empresa y la seguridad y calidad de vida de sus trabajadores.”

Dado lo anterior, se verifica que efectivamente existe cierto lazo entre Universidad y Sector Industrial, no solo en la Universidad de Chile, sino que también en otras universidades, permitiendo a aquellos doctores que deciden permanecer en la academia a incidir en el desarrollo y la innovación dentro de las empresas, y generar investigación aplicada.

## **1.5 Problema Observado**

En base a los antecedentes antes mencionados se observan dos problemas a nivel nacional. Por una parte, se tiene la falta de información y seguimiento de los Ph.D. en el país, por otra se encuentra la falta de innovación que se tiene a nivel país, y es en función de esto último que se detecta una oportunidad de mejora en una mayor interacción entre Ph.D. y el sector industrial, permitiendo así una mayor I+D+i dentro de estas y, a largo plazo, en el país.

### **1.5.1 Falta de Información y Seguimiento**

Chile actualmente tiene un gran crecimiento de personas que deciden estudiar para obtener el grado de Ph.D.. Tal como se menciona anteriormente, el 61% de los doctores que actualmente residen en el país se graduaron dentro de los últimos 10 años según la Encuesta trayectoria de profesionales con grado de Ph.D. en Chile, sin embargo, no hay un verdadero seguimiento de estos recursos luego de finalizados sus estudios.

La obtención de data para el estudio de doctorados a nivel nacional, realizado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología Conocimiento e Innovación, fue a través de 3 fuentes distintas: Registros Administrativos, Invitación a Registrarse y Webscraping a través de



LinkedIn, lo que da cuenta de que el Estado no contaba con una base actualizada de las personas que realizan doctorado en el país previo a esta búsqueda.

La encuesta en la cual se basa la investigación inicial cuenta con una muestra de 2.500 personas aproximadamente, de un universo de 18.000 Ph.D. en Chile, dejando más de un 86% de la población objetivo fuera del campo de visión del estudio. Tal como se expone anteriormente, no se contaba con información acerca de los doctorados del país y aun realizando la búsqueda el Ministerio llegó a menos de un 15% de la población objetivo, lo cual hace notar lo poco que se sabe de estos recursos a nivel nacional.

Añadida a la anterior encuesta, se encuentra información de la OECD acerca de Chile, en relación con las personas con grado de Ph.D. en el país, sin embargo, además de esta no se encuentra más información disponible. Observa es una plataforma de gobierno que hace seguimiento a la innovación del país, más aquello que se muestra ahí se basa en la encuesta antes mencionada, datos de la OECD y la Encuesta Nacional de Innovación.

Dado que estas personas son recursos humanos de alto nivel de conocimiento que pueden aportar en gran medida al desarrollo del país, se vuelve significativamente beneficioso el poder saber más acerca de su evolución laboral, teniendo en cuenta el aporte que los Ph.D. son para el país, no sólo en términos de investigación, sino que también en términos del desarrollo de este. Tener un seguimiento de estos, a nivel de gobierno, es tener un seguimiento de una parte importante del I+D+i del país.

### **1.5.2 Bajo nivel de innovación en Chile**

En línea con lo que se ha ido mencionando acerca del bajo porcentaje de Ph.D. que trabajan principalmente en el sector empresarial, y el bajo nivel de innovación en las empresas del país, se encuentra la dificultad de empleo para los doctores que no se dedican a trabajar en investigación posterior a finalizados sus estudios, puesto que respondiendo a la pregunta “¿Por qué razón usted no estaba trabajando como investigador al 1 de diciembre de 2019?” más de la mitad lo asocia a que “No hay una estructura de desarrollo de una carrera de investigador” y que hay “Pocas oportunidades laborales en investigación”, respuestas obtenidas de la Encuesta trayectoria de profesionales con grado de Ph.D. en Chile.

Se reconoce que la generación de capital humano avanzado puede permitir mayor I+D+i aplicada a la industria, permitiendo el crecimiento y el aumento del Producto Interno Bruto (PIB) (Brunner y Elacqua, 2003). En función de lo anterior no es sólo necesario el incentivo, por un lado, de aumentar la cantidad de doctores en el país, sino que también incentivar a que las empresas mismas contraten a estos recursos y permitirles el espacio de desarrollo e innovación, de modo que estas puedan crecer, ya sean empresas grandes que llevan largo tiempo en el mercado o pequeñas empresas que busquen crecer, como lo son las startup.

Se puede verificar que las empresas más jóvenes tienen un mayor impulso a la innovación, puesto que, en específico, de las empresas que tienen entre 0 y 5 años, un 15% de estas

innovan. Igualmente, este porcentaje es bajo en comparación a países de la OECD, por lo que tiene que trabajarse y motivar a las otras empresas a realizar I+D+i. Lo anterior pudiéndose incentivar fuertemente con la contratación de Ph.D. en las empresas dada su formación.

## **2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1 Asociación entre Innovación y Ph.D.**

Este proyecto se basa en la afirmación de que el incluir Ph.D. en las empresas genera mayor I+D+i. Razón por la cual, luego de exponer la información recopilada a lo largo de la investigación, ya sea cuantitativa como cualitativa, se proponen opciones para poder incentivar el ingreso de Ph.D. a las empresas.

Por una parte, Herrera (2019) expone, en una revisión de literatura, que el contar con “científicos corporativos”, como se les menciona en el artículo, es crucial para la innovación dentro de la empresa además de estos tener un rol crítico para la transferencia de conocimiento al sector industrial. Lo anterior, considerando a los científicos como personas con mayor grado educativo, como lo son los Ph.D..

He y Hirshleifer (2022), a través de un estudio, en Estados Unidos, a cerca de 2.700 CEO, de los cuales un 10% cuenta con Ph.D., muestran que, en comparación con otras empresas similares, aquellas empresas que son lideradas por CEO con grado de Ph.D. tienden a crear más patentes exploratorias de mayor importancia económica y mayor originalidad. Estos concluyen que los CEO, que tienen Ph.D., tienen una orientación a futuro y un mindset exploratorio que mejora los resultados de innovación, lo cual los hace buenos candidatos para empresas con fuertes oportunidades para innovación a largo plazo.

A modo de complementar lo mencionado por He y Hirshleifer (2022), Urquhart y Zhang (2021), analizando los CEO de las empresas listadas en la FTSE 350 en un período de casi 20 años, muestran que las firmas que tienen un CEO con grado de Ph.D. logran un rendimiento más alto que aquellas que no están lideradas por un Ph.D.. Más aún, muestra que aquellos CEO que obtuvieron un Ph.D. de las 100 universidades con mayor prestigio del mundo, generan aún mejor rendimiento que aquellos que realizan su grado en otras universidades.

Por último, Swift (2005) indica, tras un estudio de cerca de 320 firmas en el área de manufactura química, que las firmas innovadoras se benefician de directores con Ph.D. puesto que apoyan a discriminar de mejor forma la calidad de inversiones en Desarrollo e Investigación, además de aprender de su entorno.

Así, es posible afirmar que los Ph.D. generan beneficios en las empresas y en particular en cargos de alta responsabilidad en las industrias.

### **2.2 Ingreso y Experiencia de Ph.D. en la Industria**

El ingreso al sector industrial por parte de Ph.D. no siempre es una transición sencilla puesto que requiere de oportunidades laborales, un cambio de expectativas y de forma de trabajar. Diversos autores profundizan en este tema, enfocándose en aspectos relacionados a la experiencia del traspaso de la academia a la industria por parte de los Ph.D.

En Francia, Mangematin (2000), muestra que las posibilidades de ingreso al sector privado para Ph.D. graduados depende de la colaboración que estos tuvieron, a lo largo de sus estudios, con la industria o de la intensidad de publicación, exponiendo que no es suficiente el grado por sí mismo. Germain-Alamartine et al (2020), en cambio, se enfoca en las redes sociales que desarrollan los Ph.D. en STEM, en países nórdicos de Europa, como elemento relevante al momento de migrar al sector industrial, pues estas redes pueden hacer calzar, de mejor forma, su expertise científica específica con las demandas laborales del mercado.

Por otra parte, ya adentradas en las empresas, hay diversos estudios en relación con el tipo de personalidad y la experiencia que los Ph.D. tienen una vez dentro. Roach y Sauermann (2009) hablan del *taste for science*, que hace referencia a una actitud más académica, es decir, deseo de independencia, publicación, reconocimiento de pares e interés en la investigación pura, señalando que aquellas personas que migran al sector industrial tienden a poseer un menor *taste for science* y les dan mayor peso a temas salariales que aquellos que permanecen en la academia. Alfano et al (2021), por otra parte, expresan que es un tema de aprovechamiento de conocimientos, mostrando que los Ph.D. que trabajan en la industria sienten menor satisfacción en relación con el uso de los conocimientos adquiridos en el programa de doctorado, que aquellos que permanecen en la academia.

Por último, Manathuga et al (2009) expresa la relevancia de conocer la percepción y la experiencia de empleo de los Ph.D. que trabajan en diversos sectores, de modo que los programas sean diseñados de forma efectiva para preparar a estos para todo tipo de carreras.

Es en función de lo anterior, que el trabajo presente se centra en profundizar acerca de la experiencia de los Ph.D. al ingresar a empresas y permanecer en ellas.

## **2.3 Conceptos Relevantes**

### **2.2.1 Ph.D.**

Dado que el foco del estudio realizado son los Ph.D. en ciencias e ingeniería, se procede a dar una definición del tipo de estudios que han completado las personas de este grado.

Un Doctor en Filosofía (Ph.D.) es una persona que ha recibido el último y preeminente grado académico que confiere una universidad u otro establecimiento autorizado para ello. En otras palabras, un Ph.D. es el más alto grado académico que una institución de estudios superiores proporciona.

El Ph.D. se trata de un tipo de doctorado en investigación original que se logra defendiendo una tesis que documenta la investigación y el desarrollo del tema que se ha decidido analizar. Además, puede abarcar todo tipo de temáticas: desde disciplinas científicas, hasta más sociales.

### **2.2.2 Trayectoria**

La Real Academia Española define trayectoria como “Curso que, a lo largo del tiempo, sigue el comportamiento o el ser de una persona, de un grupo social o de una institución.”

En el caso de los Ph.D., y para los fines de la tesis realizada, la trayectoria de estos se basa tanto en su desarrollo educacional, en términos de los distintos grados académicos que los doctores obtengan, como laboral, en términos de las distintas labores que desempeñen en su carrera posterior a la finalización de sus estudios, ya sean en la academia como en el sector industrial.

### **2.2.3 Política Pública**

A través de leyes y políticas públicas es que el Estado puede realizar cambios a la situación del país en los diversos ámbitos que le competen. Dado que parte del trabajo presente estudia las políticas públicas actuales asociadas a la inserción de Ph.D. en el sector industrial, las comenta y genera recomendaciones a estas, se procede a dar una definición de lo que se entiende, en esta tesis, por el concepto. Existen muchas definiciones para lo que es la política pública, sin embargo, aquella que se utilizará es la siguiente:

“Corresponde a la acción o a la no-acción gubernamental, generada en respuesta a un determinado asunto (Issue) o problema público y en torno a la que además del gobierno, participan muchos otros actores que influyen o intentan influir sobre las decisiones gubernamentales, lo que configura un proceso político o de disputa de poder no exento de tensiones y conflictos, especialmente en relación con los valores y paradigmas que cada una de las diferentes opciones implica. Una política pública puede tomar formas diversas: leyes, órdenes locales, decretos ejecutivos, decisiones administrativas y hasta acuerdos no escritos acerca de lo que se debe hacer, en todos los cuales el lenguaje y el elemento argumentativo es central.” (Flores, 2009)

### **2.2.4 Startup**

Las empresas, en la actualidad, son muy distintas unas con otras, ya sea por el rubro como por nivel de antigüedad, propósito y estructura entre otros. Dado lo anterior, para el presente estudio, se escogen grupos de empresas específicos, de modo que tengan ciertas características similares. Las startups se caracterizan por ser empresas de reciente creación y significativo crecimiento. A continuación se muestran la definición de la OECD para Startup y aquella de la revista Forbes, puesto que es en base a esta que se seleccionan las empresas a analizar.

“Si bien existe un interés creciente en apoyar la creación de startups en América Latina no se cuenta con una definición única para identificar a estas empresas. En general, éstas se definen o en base a su desempeño, es decir, en función de su potencial de crecimiento, o en base a su orientación innovadora y contenido tecnológico. En general, las startups son emprendimientos innovadores que proveen soluciones a problemas emergentes o crean nuevas demandas mediante el desarrollo de nuevas formas de negocios.” (startup América Latina Construyendo un futuro innovador, OECD)

Forbes define Startup de la siguiente manera:

“Traducida literalmente del inglés, startup significa: montar, poner, fundar, arrancar o establecer. En su adaptación al mundo de los negocios se puede interpretar simplemente como montar un negocio o emprender. Con el tiempo, el término se empezó a utilizar para identificar a un tipo de empresas con ciertas características.

Actualmente una startup es una empresa incipiente, de recién formación (no mayor a 2 años), que se apoya principalmente en la tecnología, pero, sobre todo, que muestra un alto nivel de proyección, es decir, que todo mundo ve en dicha compañía un potencial para convertirse en una gran empresa o negocio. Esta última característica hace a las startup especialmente atractivas para los inversionistas ángeles y para las grandes firmas internacionales. Se trata de ideas de negocio innovadoras que requieren poca inversión y que ofrecen un crecimiento exponencialmente muy alto [...]. (López, 2014)<sup>4</sup>

A lo largo del trabajo se hablará de empresas más jóvenes cuando se haga referencia a aquellas empresas que fueron creadas hace 5 años o menos. Siendo aquellas más exitosas, las que se denominen Startup por su rápido crecimiento.

### **2.2.5 I+D+i**

La sigla I+D+i hace referencia a tres conceptos: Investigación, Desarrollo e innovación. Este se trata de un alargue de la sigla inicial I+D que sólo hacía referencia a la Investigación y el Desarrollo. Se utiliza este concepto en el trabajo a realizar puesto que son los Ph.D. quienes muchas veces se dedican a realizar tales acciones de investigación usualmente en la academia, y por otro lado, al insertarse en una empresa, con roles de I+D estos potencian la innovación, incentivando a que las empresas, sobre todo aquellas más jóvenes, es decir que nacieron hace menos de 5 años, tomen el nivel de I+D+i como indicador de su rendimiento.<sup>f</sup>

Este concepto se utiliza frecuentemente para comparar el desarrollo y los niveles de innovación de los distintos países, analizando, por ejemplo, el porcentaje del PIB, de cada país, que es dedicado a la I+D+i.

---

<sup>4</sup> <https://www.forbes.com.mx/que-son-las-start-y-quien-le-interesan/>

## **3 OBJETIVOS**

### **3.1 Objetivo General**

Realizar una primera inspección de la penetración de Ph.D. en el sector industrial y conocer la experiencia de estos dentro de sus roles en las empresas, utilizando lo anterior para generar una serie de ideas y recomendaciones, a los organismos estatales, las universidades y las empresas, que permitan, de ser aplicadas, generar una mejor inserción y aprovechamiento de capacidades de estos doctores.

### **3.2 Objetivos Específicos**

1-. Caracterizar, a modo exploratorio, a las personas con grado de doctor, que actualmente tiene un cargo gerencial o de alto nivel de responsabilidad en distintos grupos de empresas, con el fin de encontrar posibles brechas entre estos grupos y definir aquellos espacios más abiertos a la contratación de Ph.D.

2-. Exponer y conectar las experiencias en el trabajo de 10 doctores que, en la actualidad desarrollan su carrera profesional en el sector privado en Chile, poniendo foco en aquellos especializados en ciencia e ingeniería. Lo anterior, en términos de percepción de los roles que cumplen, oportunidades de investigación, percepción de aprovechamiento de conocimiento, entre otros.

3-. Generar un set de recomendaciones a las políticas públicas actuales, a los programas de doctorado y a las empresas, basadas en la investigación realizada, que permitan mejorar la inserción de doctorados en el sector industrial, en específico en empresas que realicen o se interesen en realizar I+D.

## 4 METODOLOGÍA

Para realizar este trabajo se siguen dos estrategias de recolección de información. Por una parte, para la recolección de datos asociada a los Ph.D. en Chile, en términos del posicionamiento de estos en el sector industrial, se realiza un análisis de fuentes secundarias. Entre las fuentes a analizar se encuentran páginas web del gobierno, informes de la OECD, páginas web oficiales de las empresas y LinkedIn, esta última para encontrar información específica del grado académico de las personas.

Por otra parte, como segunda estrategia de recolección de información, para la investigación asociada a la experiencia de los doctores, se realiza un análisis de fuentes primarias, es decir, se concretan entrevistas a 10 Ph.D. que contribuyan al sector industrial, en específico, a doctores especializados en ramas de la ciencia y la ingeniería. A continuación, se realiza un desglose completo de la metodología por cada actividad a realizar.

### 4.1 Exploración Empresas en Chile

Los grupos de empresas a analizar se separan de la siguiente manera:

- Las 100 primeras empresas de mayor tamaño del país, obtenidas de América Economía<sup>5</sup>.
- Las Top 100 startup que define la Lista Forbes 2021<sup>6</sup>.

Se escogen ambas revistas dado su alto nivel de reconocimiento a nivel nacional e internacional, volviendo la selección de empresas presentes en ambas listas respetada y valorada por el mismo sector industrial.

La exploración que se realiza, entre agosto y octubre del año 2022, se basa únicamente en información pública, disponible en la web y la estructura de búsqueda a seguir para la exploración de las empresas de gran tamaño es la siguiente:

- Ingresar a la página web de la organización y revisar si es que cuenta con información de directorios y cargos gerenciales.
- Comprobar si es que sólo aparecen los nombres de las personas o si es que también se incluye información acerca de sus estudios
- De no incluir tal información se realiza una búsqueda por nombre en LinkedIn.
- De no encontrarse información en LinkedIn se procede a hacer una búsqueda en Google.
- Posterior a eso, tanto en LinkedIn como en Google se realiza una búsqueda “Empresa + Ph.D.”, de modo de ver si en la empresa hay doctores que no se encuentren en cargos gerenciales.

---

<sup>5</sup> Estas son las 500 Empresas más Grandes de Chile 2019. (s/f). Americaeconomia.com

<sup>6</sup> Nieves-Ruiz, R. (2022, julio 3). Lista Forbes: las Top 100 Startups de Chile. Forbes Chile.



Para la exploración de startup se busca realizar el mismo procedimiento que se realiza para el caso de las grandes empresas, sin embargo, en este caso una gran mayoría de las empresas no cuenta con información acerca de sus integrantes dentro de las páginas web, por lo que se procedió a cambiar la metodología:

- Ingresar a la página web de la organización y revisar si es que cuenta con información de directorios y cargos gerenciales.
- Comprobar si es que sólo aparecen los nombres de las personas o si es que también se incluye información acerca de sus estudios
- De no incluir tal información se realiza una búsqueda por nombre en LinkedIn.
- De no contar con ningún tipo de información acerca de los integrantes de la organización, se procede a realizar las siguientes búsquedas en LinkedIn:
  - Nombre de la organización
  - Nombre de la organización + CEO
  - Nombre de la organización + CTO
  - Nombre de la organización + COO
  - Nombre de la organización + CCO
  - Nombre de la organización + Ph.D.
- De no encontrar información en LinkedIn, se procede a realizar búsquedas en Google con el mismo código de búsqueda anteriormente mencionado y revisar los primeros 10 resultados.

En base a lo anterior, la cantidad de información que se encuentra de ambos grupos de empresas es distinta, puesto que, en las empresas de gran tamaño, generalmente transan en la bolsa y por esta razón tienen la obligación de contar con cierta información pública.

## **4.2 Proceso de Entrevistas**

Se entrevista a 10 personas residentes en Chile, que al menos hayan realizado su pregrado en el país, con grado de doctor, en áreas de ciencia o ingeniería, que actualmente se desarrollan laboralmente en el sector empresarial, dentro de empresas chilenas.

Se desarrolla una pauta de entrevistas utilizada como base para todas las entrevistas realizadas, viéndose sometida a pequeñas modificaciones de forma, a lo largo del proceso, de modo de permitir, a los participantes, extenderse. La pauta se encuentra en el Anexo 1.

Las entrevistas se realizaron entre el 22 de septiembre y el 15 de noviembre, las cuales tuvieron una duración aproximada de 45 minutos en promedio. Todas las entrevistas son transcritas posterior a la finalización del proceso, y el análisis temático se realiza basándose en tales transcripciones. Con el objetivo de proteger la identidad de estas personas, se escogen seudónimos para cada una.

### **4.2.1 Caracterización de Entrevistados**

1. Phoebe: Ingeniera Forestal de la Universidad de Chile con Doctorado temáticas ambientales de universidad europea. Fundadora de una empresa de consultoría.

2. Philip: Ingeniero Civil de la Universidad de Chile, lugar donde también realizó 2 master en las mismas áreas. Realizó un Ph.D. en universidad canadiense en Ciencias de la Computación. Académico y asesor en diversas empresas.
3. Joseph: Ingeniero Agrónomo de la Universidad de Chile con Doctorado en Ciencias temas de agricultura en universidad chilena. Actualmente Líder de I+D en empresa de productos agrícolas.
4. Raphael: Ingeniero Civil Industrial de la Universidad de Chile con Doctorado en Finanzas en universidad de Estados Unidos. Actual CIO en startup.
5. Christopher: Ingeniero Civil de la Universidad de Chile con Doctorado en el área de matemática en universidad francesa. Senior Data Scientist en empresa de servicios de información.
6. Murphy: Ingeniero Informático de la Universidad Técnica Federico Santa María, con MBA y Magister. Doctor en Ciencias de la Ingeniería en universidad chilena. Actual Gerente de Consultoría en empresa de software.
7. Phoenix: Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Católica, tiene un Magíster y un Ph.D. en universidad de Estados Unidos en temáticas de minería. Actual fundador de la empresa de consultoría.
8. Phineas: Ingeniero Civil de la Universidad de Chile con Doctorado en Matemáticas en universidad de Estados Unidos. Experto Científico de Datos en consultoría.
9. Adolph: Ingeniero Civil de la Universidad de Chile con Ph.D. en el área de economía en universidad de Estados Unidos. Actual Director en Ciencias de Datos en empresa de software.
10. Ralph: Ingeniero Civil de la Universidad de Chile con Master en área de ciencia de datos de universidad australiana y Ph.D. en diseño interactivo en el mismo país, fundador de empresa consultora de data.

*Tabla 1:*

Resumen de caracterización de participantes de entrevistas

	Mujer	Ph.D. en Chile	En empresa de Consultoría	Cargo en área de datos	En área de I+D
<b>Phoebe</b>	x		x		
<b>Philip</b>					x
<b>Joseph</b>		x			x
<b>Raphael</b>				x	
<b>Christopher</b>				x	
<b>Murphy</b>		x	x		
<b>Phoenix</b>			x		
<b>Phineas</b>			x	x	
<b>Adolph</b>				x	
<b>Ralph</b>			x		

### **4.2.2 Análisis Temático de Entrevistas**

Para el análisis de las entrevistas se utiliza el Análisis Temático, para encontrar los puntos de coincidencia entre entrevistas y con esto finalmente poder obtener los hallazgos de mayor relevancia.

“El análisis temático es un método para identificar, organizar y ofrecer revelaciones, de forma sistemática, dentro de patrones de significado dentro de un conjunto de data. Enfocándose en significado a lo largo de un conjunto de data, el análisis temático permite al investigador ver y hacer sentido de experiencias y temáticas colectivas o compartidas. Identificando temas y experiencias únicas e idiosincráticas encontradas únicamente dentro de un texto no es el foco del análisis temático. Este método, entonces, es una forma de identificar aquello que es común dentro de una temática de la cual se habla o se escribe y hacer sentido de esos puntos en común.

Lo que es común, sin embargo, no necesariamente es en sí mismo significativo o importante. Los patrones de temas que el análisis temático permiten al investigador identificar deben ser relevantes en relación con el tópico en particular y la pregunta de investigación que se está explorando. Realizar un análisis produce la respuesta a una pregunta, aún si, en algunas investigaciones cualitativas, la pregunta específica que se está respondiendo sólo se vuelve clara a través del análisis. Numerosos patrones se podrían identificar dentro de cualquier conjunto de data, el propósito del análisis es el identificar aquellos relevantes para responder una pregunta particular de investigación.” (Braun y Clarke, 2012)

El análisis temático cuenta de 6 fases relevantes. La primera se asocia a la familiarización con la data, en este caso las transcripciones de las entrevistas, luego se generan los códigos iniciales, clasificando las distintas partes de cada entrevista con títulos representativos, posterior a eso se realiza una búsqueda de temas, asociando los distintos títulos anteriormente definidos en grupos. Continuando con el análisis, se revisan aquellos temas que pueden ser potencialmente significativos, para posteriormente definir los temas finales y nombrarlos correctamente. Como última fase se encuentra el desarrollo del relato en el que se exponen las temáticas definidas con los hallazgos relevantes y las citas que hayan llevado a tales descubrimientos.

## **4.3 Alcances**

Dados los objetivos con los que se cuenta en el presente trabajo y la investigación a realizar, se especifican a continuación los distintos alcances del proyecto.

### **4.3.1 Nivel de estudios**

El desarrollo del trabajo se centra en la relación entre personas con grado de Ph.D. y empresas, pensando en la contratación y retención de estos. En función de lo anterior, no se considera dentro del estudio a estudiantes de doctorado ni a doctores que se dediquen únicamente a la investigación académica. Por otra parte, tampoco se analiza otros grados académicos como lo pueden ser masters o postgrados distintos al Ph.D. Esta limitación dado que se busca explorar las oportunidades y obstáculos que encuentran las personas

que llegan a tal grado académico, dentro de empresas, pudiendo estas ser distintas a aquellas que se le presenten a personas con magister u otro grado.

### **4.3.2 Residencia en Chile**

El análisis se centra en los doctores que residen en Chile, por lo que no se toma en cuenta doctores que hayan realizado su doctorado aquí y se hayan ido del país o chilenos que hayan ido a realizar su doctorado a otro país para posteriormente no volver. Se toma este alcance puesto que se intenta conocer la realidad en empresas chilenas, viendo las dificultades y beneficios que estas personas tengan trabajando dentro del país.

### **4.3.3 Grupos de Empresas**

Para el análisis asociado a las empresas, se toma en cuenta únicamente dos grupos: por una parte, las 100 empresas de mayor tamaño del país y por otra, las 100 startups más renombradas según la revista Forbes Chile. Se escogen estas agrupaciones por las significativas diferencias que presentan en su organización, tamaño y trayectoria. Además, son estos grupos de empresas aquellos más exitosos en el país, por lo que se busca conocer si es que en aquellas empresas más exitosas hay intervención de Ph.D.

## **4.4 Foco en Ciencia e Ingeniería**

La presente tesis pone foco en Ph.D. especializados en áreas de ciencias e ingeniería por diversas razones. Por una parte, se encuentra que estas son las áreas que podrían generar investigación más aplicada por lo que tienen mayor relación con temas que puedan tener alto impacto en la sociedad actual. Tal como se menciona anteriormente, aquellos programas de doctorado que definen un foco en el sector industrial se especializan en el área de ingeniería.

Por otra parte, gran parte de los doctores que migran al sector empresarial están ligados al área de ciencias y de ingeniería, tal como se desarrolla más adelante. Buena parte de los doctores que trabajan en startups se especializan en Ciencias de la Computación y buena parte de aquellos que trabajan en empresas grandes se especializan en ramas de la Ingeniería.

Por último, esta tesis forma parte del Fondecyt N°1220839 de título “Mapeo de bordes en la educación doctoral en ingeniería y ciencias en el Sur Global” (Mapping the boundaries of science and engineering Ph.D. education in the Global South), liderado por el Profesor Sergio Celis. Así, este trabajo aporta al proyecto en términos del mapeo de doctores en ingeniería y ciencias que desarrollan su carrera profesional en el sector industrial.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Exploración de Ph.D. en Empresas

A continuación, se muestran los resultados obtenidos, de la exploración en empresas de gran tamaño y en startups, en base a la información disponible públicamente. Dentro de los resultados se encuentra que existe un significativo grupo de Ph.D. que tienen cargo de director de empresas de gran tamaño, siendo estos principalmente especializados en economía. Sin embargo, sin tomar en cuenta a estas personas, se encuentra que dentro de los dos grupos de empresas existe una cantidad similar de Ph.D. en cargos de alta responsabilidad, verificando diferencias en la caracterización de estas personas, específicamente, en términos de lugar de estudio de doctorado y especialización obtenida, además del área de las empresas donde trabajan.

#### 5.1.1 100 Empresas más grandes de Chile

De modo de conocer el escenario de Ph.D. en el sector industrial, se realiza un estudio de las personas contratadas en cargos directivos y gerenciales de empresas de gran tamaño y se verifica los grados académicos de estos, el lugar de obtención y la especialización, de modo de obtener la cantidad de Ph.D. que se encuentran en estos cargos. De las 100 empresas revisadas, las siguientes 29 cuentan con al menos una persona contratada, en algún cargo directivo, con grado de doctor.

Copec Empresas	Andina	Colbun
Codelco	Shell / Enex	Antofagasta Minerals
ENAP	Agrosuper	Arauco
Escondida	SMU	Bupa
Quiñenco	SQM-B	Molybmet
Sodimac	Telefónica	Carozzi
CMPC	Banco Santander	Enami
Angloamerican	Femsa	Scotiabank
AES	BCI	Viña Concha y Toro
CCU	Banco Estado	

En estas empresas se encuentran 49 Ph.D., siendo de estos 6 mujeres las cuales se reparten en 5 empresas: Quiñenco, Shell/Enex, Banco Estado, Colbun y Bupa.

Analizando los rubros asociados a las empresas que mostraron contar con doctorados se encuentra que estos son muy variados, habiendo un mayor porcentaje en empresas de Minería, tal como se puede ver en Tabla 2.

**Tabla 2:**  
Cantidad de Empresas Grandes que cuentan con Ph.D. por rubro

<b>Rubro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje*</b>	<b>Proporción del Rubro</b>
Minería	6	21%	35%
Servicios Financieros	4	14%	44%
Bebidas/Licores	3	10%	75%
Petróleo/Gas	3	10%	43%
Retail	3	10%	20%
Celulosa/Papel	2	7%	25%
Energía Eléctrica	2	7%	22%
Alimentos	1	3%	50%
Agroindustria	1	3%	100%
Multisector	1	3%	25%
Servicios de Salud	1	3%	25%
Siderurgia/Metalurgia	1	3%	33%
Telecomunicaciones	1	3%	17%
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>100%</b>	<b>-</b>

Fuente: Creación propia

\*Porcentaje del total de empresas donde se encontraron Ph.D.

En la cuarta columna de la tabla se encuentra la proporción que estas empresas representan del total, en el rubro, que se presentan en las 100 más grandes. Así se obtiene que, de las empresas en el Rubro de Bebidas y Licores, por ejemplo, una buena parte cuenta con Ph.D., en cambio al analizar las empresas en Servicios Financieros se ve que menos de la mitad de las empresas, en esa área que están en la lista, cuentan con al menos un doctor.

Al momento de caracterizar a los Ph.D. en las empresas señaladas, se estudian las diversas especialidades que persiguen estas personas al momento de entrar al programa de doctorado, habiendo una clara mayoría en el área de Economía lo cual se verifica en la Tabla 3.

*Tabla 3:*  
Especialidad de Ph.D. que trabajan en las Empresas Grandes

<b>Especialidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Finanzas / Economía	13	28%
Ingeniería	8	17%
Ciencias	6	13%
Minería	5	11%
Física	3	6%
Matemáticas / Estadística	3	6%
Administración	2	4%
Otros	5	10%
No Informa	2	4%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>

Fuente: Creación propia

Por otra parte, al momento de revisar el país donde realizaron su grado, sólo un 23% de las personas realizó sus estudios en Chile, mientras que todo el resto lo realizó en otros países. Lo anterior se verifica en la Tabla 4.

*Tabla 4:*  
País de realización de grado de Ph.D. de los Ph.D. en las Empresas Grandes

<b>País</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
EEUU	18	37%
Chile	10	22%
Varios Europa	12	22%
Australia	3	6%
Brasil	3	6%
Otros	2	4%
No Informa	1	2%
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>100%</b>

Fuente: Creación propia

De la misma manera, si se analizan, en específico, las universidades de las cuales se graduaron los Ph.D. encontrados, se obtiene que una gran parte sale de distintas universidades de Estados Unidos y de Chile, entre las cuales se encuentra Harvard y la Universidad de Berkeley, California por parte de Estados Unidos, y la Universidad de Chile y la Pontificia Universidad Católica por parte de Chile.

Finalmente, en relación con los cargos que poseen las personas dentro de estas empresas, se verifica que estos son variados en términos de las áreas en las que se encuentran, revelando que gran parte de estos se encuentran como Directores en las empresas, en específico un 41% de estos son directores, lo cual se puede encontrar en la Tabla 5, por otra parte hay grupo en cargos de gerente y de ingeniería, representando estos un 28% de los Ph.D. encontrados.

*Tabla 5:*

Área de trabajo de Ph.D. en Empresas Grandes

Área	Cantidad	Porcentaje
Director/a	21	50%
Gerencia	6	14%
Ingeniería	6	14%
Data Science	5	12%
Advisor	2	5%
Economía	2	5%
I+D	0	0%
Otros	7	17%
Total	42	100%

Fuente: Creación propia

### 5.1.2 Top 100 startup Chile 2022

Con el objetivo de realizar un contraste con las empresas de mayor tamaño del país, que tienen gran trayectoria, se decide hacer un estudio similar al realizado con las empresas de gran tamaño, pero con las startup más exitosas del país. De las 100 empresas analizadas, las siguientes cuentan con Ph.D. dentro de sus cargos gerenciales.

Anastasia c	Examedi c	ODD c
Betterfly g	Fintual m	Phage Lab m
Careyou c	Genomawork c	Políglota m
Ceibo c	Go Place It c	Suncast c
Cornershop g	Instacrops m	Uplanner m
Done Properly c	Jooycar m	Zippedi m

Lo anterior demuestra que un 18% de las startup más exitosas muestran contar con al menos una persona con grado de Ph.D. dentro de sus contrataciones. De esas 18 empresas, sólo 2 cuentan con Ph.D. que sean mujeres: Ceibo y NotCo. El tamaño de las empresas donde se encuentran estas personas son mayormente pequeñas puesto que el 50% (9) de las empresas listadas, son de tamaño pequeño (menos de 50 integrantes), 39% (7) son de tamaño mediano (menos de 200 integrantes) y 10% (2) son de gran tamaño (más de 200



integrantes). Mostrando que no es el tamaño el que define el interés por contratar a estas personas de altos grados académicos.

Si es que estas empresas se separan por rubro se obtiene que los rubros en los que ingresan los doctores son muy variados, sin embargo, hay una mayor cantidad que se encuentran en empresas de salud. Lo anterior se verifica en la Tabla 6.

*Tabla 6:*  
Cantidad de startup que cuentan con Ph.D. por rubro

<b>Rubro</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Proporción del Rubro</b>
Salud	4	22%	67%
Alimentos	2	11%	33%
Educación	2	11%	40%
IoT	2	11%	50%
Ambiente	1	6%	33%
Empleo	1	6%	100%
Empresarial	1	6%	8%
Fintech	1	6%	6%
Inmobiliario	1	6%	25%
Minería	1	6%	100%
Agricultura	1	6%	50%
Software	1	6%	10%
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>100%</b>	<b>-</b>

Fuente: Creación propia

Tal como se puede verificar en la última columna, aquellos rubros en que hay una menor proporción de empresas con Ph.D. del total de la lista, son Empresarial y Fintech. Lo anterior significa que, si bien hay una buena cantidad de empresas en estos rubros que han podido sobresalir, pocas de estas efectivamente tienen a Ph.D. contratados. Opuesto a lo anterior, se verifica que, en el área de la salud, se valora fuertemente la presencia de Ph.D. en los emprendimientos puesto que varias de las empresas que son del área, cuentan con doctor.

Realizando ahora un análisis de los Ph.D. que se encuentran en las empresas, se tiene un total de 28 doctores en estas empresas, de los cuales sólo 4 son mujeres. Profundizando, si es que se analizan las especialidades de estas personas se verifica que un 70% de los doctores presentes en las empresas se especializan en alguna rama de las Ciencias y la Ingeniería. Lo anterior se puede ver en la Tabla 7.

**Tabla 7:**  
Especialidad de Ph.D. que trabajan en las startup

<b>Especialidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Ciencias Biológicas / Biotecnología	8	29%
Ciencias de la Computación	6	21%
Ingeniería	3	11%
Administración	2	7%
Biomedicina / Medicina	2	7%
Finanzas / Economía	2	7%
Matemáticas	1	4%
Otros	4	14%
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>100%</b>

Fuente: Creación propia

Agrupando por el lugar de realización de los estudios de doctorado, se verifica que un 57% de los doctores lo realizaron en Chile, mientras que un 43% lo realizó en el extranjero. Lo anterior se verifica en la Tabla 8.

**Tabla 8:**  
País de realización de grado de Ph.D. de los Ph.D. en las startup

<b>País</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Chile	16	57%
EEUU	5	18%
Australia	2	7%
Varios Europa	2	7%
Otros	3	11%
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>100%</b>

Fuente: Creación propia

Específicamente, analizando las distintas universidades de las cuales provienen los Ph.D. se obtiene que casi un tercio de los Ph.D. estudió en la Pontificia Universidad Católica, seguido por la Universidad de Chile y la Universidad de Santiago.

Finalmente, al analizar los cargos asociados a los doctores pertenecientes a las empresas, se verifica que un 39% se encuentra en cargos gerenciales, seguido por un 18% en el área de I+D, seguido por cargos de advisor y data science. En la Tabla 9 se muestra el desglose completo. Lo anterior igualmente se asocia a que varias de estas personas fueron las que fundaron las empresas en las que trabajan, en específico un 29% de estos son o fundadores o cofundadores, tal como se muestra en la Tabla 10. Este fenómeno también permite

explicar la razón detrás de que varias existan empresas pequeñas con este nivel de capital humano.

*Tabla 9:*

Área de trabajo de Ph.D. en startup

Área	Cantidad	Porcentaje
Gerencia	11	39%
I+D	5	18%
Advisor	3	11%
Data Science	3	11%
Ingeniería	0	0%
Economía	0	0%
Otros	6	21%
Total	28	100%

Fuente: Creación propia

*Tabla 10:*

Cantidad de Ph.D. en startup que fundaron las empresas en las que trabajan

Fundador/ Cofundador	Cantidad	Porcentaje
Sí	8	29%
No	20	71%
Total	28	100%

Fuente: Creación propia

### 5.1.3 Comparativa entre Empresas

En función de lo encontrado en las partes anteriores acerca de aquellas empresas de mayor tamaño del país y aquellas nacientes que han tenido fuerte crecimiento en este último tiempo, se verifica que se encuentran diferencias, en la muestra analizada, en lo que respecta a la contratación de Ph.D..

Comenzando por los estudios de los Ph.D. encontrados, se verifica que al menos aquellos que realizaron su doctorado en Chile, lo hicieron en programas acreditados por la CNA. Con respecto a las especialidades, en las empresas grandes, aquella que más se repite es la de economía, mientras que en las startup son las ciencias de la computación. Lo anterior igualmente coincide con los cargos mayormente utilizados por los doctores, puesto que, en el caso de las grandes empresas, los Ph.D. se encuentran en muchos casos formando parte de directorios, donde la especialidad en economía efectivamente es un fuerte aporte, mientras que en las startup se encuentran en gerencias, siendo estas mayormente de Data Science, o en el área de I+D, áreas en que se requiere conocimiento de las ciencias de la computación.

Un fenómeno que se encuentra en el análisis de las empresas de gran tamaño es que una gran cantidad de los doctores encontrados se encuentra en cargos de Director (43% de los Ph.D.). Este cargo muchas veces es asignado, más que por los estudios, por la experiencia con la que cuenta la persona en cuestión, además, el o la directora no forma parte de las actividades diarias de la empresa y tampoco tiene una labor de investigación y desarrollo dentro del cargo. Así, se decide realizar un análisis separando a este grupo de la muestra, de modo de caracterizar al grupo que tiene mayores oportunidades de aplicar los aprendizajes del doctorado que realizaron.

Al analizar este nuevo grupo, empresas grandes sin directores, se verifica que el porcentaje de empresas que cuentan con doctores se asemeja a aquel de las startup. Más aún, la cantidad de doctores se vuelve la misma, sin embargo, la caracterización de esos doctores es distinta. Los doctores de las empresas grandes tienden a especializarse en ingeniería, y los cargos más utilizados son en el área de Data Science e Ingeniería.

Continuando con los cargos más ocupados por los Ph.D. dentro de las empresas, y realizando un pequeño resumen de lo mencionado anteriormente, se verifica que un factor común tiende a ser el área de Data Science, sin embargo, en las empresas de gran tamaño un 21% ocupa cargos de ingeniería mientras que en las startup no se encuentran Ph.D. en tales cargos y de manera inversa, en las startup un 18% ocupa cargos de I+D mientras que en las empresas grandes no se encuentran Ph.D. en tales cargos.

Otro punto de diferenciación se encuentra en el país de realización del Ph.D., puesto que en las startup más de un 50% de los doctores realizaron sus estudios en Chile, mientras que en las empresas grandes este porcentaje baja a cerca de un 20%. A pesar de lo anterior, si se analiza las empresas grandes sin tomar en cuenta a directores, este porcentaje aumenta a un 32%. En función de lo encontrado se verifica que hay una mayor valorización de Ph.D. que realizaron sus estudios en el extranjero dentro de las empresas grandes. Igualmente, en los tres distintos casos, de aquellos Ph.D. que realizaron su doctorado fuera del país, la mayor parte lo realizó en Estados Unidos.

Finalmente, se encuentra un elemento característico de las startup. En 7 de las 18 empresas que contaban con Ph.D., estos fueron los co-fundadores de tales empresas, mostrando que quizá al no encontrar cabida en las empresas actualmente formadas, decidieron crear una propia. Lo dicho anteriormente se evidencia en la Tabla 11.

Tabla 11:

Comparación entre las distintas agrupaciones de empresas

	<b>Empresas Grandes</b>	<b>Empresas Grandes sin Directores</b>	<b>Startups</b>
<b>Tasa de Empresas con PhD</b>	29%	20%	18%
<b>Cantidad de PhD</b>	49	28	28
<b>PhD que estudiaron en Chile</b>	22%	32%	57%
<b>País donde más estudiaron PhD</b>		Estados Unidos	
<b>Especialidad más repetida</b>	Economía	Ingeniería	Ciencias
<b>Cargo en empresas más repetido</b>	Directorio	Gerencia*/ Ingeniería / Data Science	Gerencia** / I+D

Fuente: Creación propia

\*Centrados en áreas de Operaciones

\*\* Centrados en áreas de Data Science

## 5.2 Experiencia de Ph.D. en Empresas

Los hallazgos encontrados a lo largo de las entrevistas se dividen en cuatro grandes temas, los cuales relatan la percepción de los participantes en relación con distintos momentos en la empresa. Se comienza con la atracción a la industria y los elementos que facilitan su entrada, para continuar con la experiencia que se tiene trabajando en las empresas y el aporte que realizan a estas, avanzando con recomendaciones que realizarían a las empresas para aprovechar de mejor forma la capacidad de los doctores además de generar un mejor ambiente laboral para estos, y finalizando con formas de generar un mayor vínculo entre universidad y empresa, y el posible rol del Estado en tal interacción.

A modo de profundizar en los distintos temas a tocar, al referirse a una atracción a la industria, los entrevistados mencionan que esta es provocada tanto porque la Universidad no se presenta como un espacio tan beneficioso para estas personas dado el alto nivel de competitividad y la baja cantidad de oportunidades laborales, como porque, una vez adentro, los Ph.D. entrevistados descubren un buen espacio, desafiante y dinámico en el cual poder desarrollarse.

El segundo tema hace referencia a aquellos elementos del programa de doctorado que los participantes de las entrevistas más utilizan dentro de sus entrevistas, siendo estos más que nada referentes a la mentalidad que se desarrolla a lo largo de los estudios, que les permite tener una mayor capacidad analítica, evaluativa y metodológica para resolver todo tipo de problemas que les surjan de formas innovadoras.

El tercer punto muestra la relevancia que los Ph.D. entrevistados le dan a la posibilidad de realizar investigación propia, además de atender a las necesidades de las empresas, lo anterior en conjunto con la interacción con pares del mismo grado académico.

Finalmente, respecto a la vinculación, existen diversas perspectivas acerca de qué organismo debiera acercarse, ya sea la universidad a las empresas y viceversa, sin embargo, en lo que sí se coincide es que dentro de los programas de doctorado debiera darse un espacio para conocer el camino fuera de la academia, ya sea a través de charlas, cursos u otras oportunidades que permitan a los estudiantes descubrir que sí hay un espacio para estos dentro del sector industrial.

### **5.2.1 La academia como ambiente hostil y la industria como desafiante: Elementos que empujan a los PhD a las empresas**

A lo largo de las entrevistas se verifica que varios participantes (5/10, 5 de 10 entrevistados se refieren a este tema) mencionan que la academia, según su perspectiva, es un ambiente que presenta diversos elementos que les generaron distancia. Lo anterior, definiéndola como un espacio competitivo, que presenta pocas plazas para trabajar como académico y que una vez dentro ofrece pocas posibilidades de desarrollo y crecimiento. Phineas hace alusión a este tema en su entrevista, mencionando que fueron estas dificultades aquellas que lo motivaron a explorar nuevas opciones.

“[...] entonces creo que el conocimiento o el área que yo escogí se volvía muy específica, y además muy competitiva porque son pocas las personas, son pocos los espacios, y la carrera académica es lentísima, también uno se da cuenta que encontrar trabajo en la academia es muy difícil, es mucho trabajo, no pagan muy bien, los cargos se mueven cada cinco años, uno recién tiene un ascenso a algo que es un poquito mejor, que es muy distinto a la industria que se mueve literalmente 10 veces más rápido, donde hay mucha más movilidad laboral y uno ve los resultados también más rápidamente, entonces creo que ese es un conjunto de cosas que me hizo tener ganas de explorar, de explorar qué había y ver si existía oportunidades de hacer algo interesante, pero en un ámbito más aplicado y tuve la suerte de encontrar eso cuando volví a Chile” - Phineas

La cita anterior se ve reforzada por Ralph, quien habla de un nivel de resistencia al cambio que se encuentra en la academia que no se encuentra en la industria, mencionando que, en la primera, la innovación puede no ser tan valorada y que cuestionar definiciones previamente impuestas puede ser no bien visto, existiendo un ambiente prejuicioso y de poca libertad. Joseph, sin embargo, se centra en la relación existente entre Universidad y académico, expresando que en otros países los académicos descansan en la Universidad, mientras que en Chile sucede lo contrario, generando que los académicos deban hacerse cargo de diversas actividades que no son centrales para su investigación disminuyendo la cantidad de tiempo que le puedan dedicar a la publicación, lo cual dificulta la competitividad de los académicos nacionales contra los internacionales al postular a una plaza en la Universidad, puesto que estos han podido publicar más al no tener otras responsabilidades que los distraigan de su labor principal.

“Yo cuando estaba en [ciudad en UK] teníamos un sistema que le permitía a los profesores publicar constantemente, yo también me he dado cuenta en el doctorado, que había doctores que sacaban paper todas las semanas, porque tienen

una forma de trabajo muy distinta, que permiten que los doctorados de afuera sean más competitivos una vez que regresan a Chile. Son máquinas de producción de papers, yo siempre digo esta cosa, cuando estuve en UK, aquí en Chile son las instituciones las que descansan en las personas, y cuando uno estudia afuera, en países desarrollados, te das cuenta que es al revés, que son las personas las que descansan en las instituciones. Entonces uno podría postular si es que hubiera alguna plaza académica, pero el punto en el que uno está es poco competitivo... Yo salí con 2 artículos publicados en muy buenas revistas, pero tenía compañeros que salieron con 4 artículos y aun así no les fue posible incorporarse a la academia.” - Joseph

Además de los factores antes mencionados, que finalmente favorecen el direccionamiento de los Ph.D. al sector industrial, una vez dentro de las empresas, estos también pudieron encontrar un espacio dinámico y desafiante en estas. Mencionan que en estas también pueden seguir realizando investigación, la cual es significativamente más aplicada (4/10), además, en el caso de empresas de consultoría, la diversidad de temáticas con sus problemáticas asociadas resulta muy atractiva. Phoebe menciona eso dentro de su entrevista, resaltando que, si bien no se hace investigación pura, es muy desafiante el trabajar en tantos distintos frentes y encontrar soluciones complejas en equipos diversos.

“De alguna manera, el desafío, al menos el que me ha tocado a mí, mirando para atrás mi camino, si bien hecho un poco de menos la vida académica, pero lo que me toca hacer es tan desafiante... ayer estaba con el hidrogeólogo que tenía que ir a hacer calicatas para hacer el perfil hidrogeológico para decirle al Sernageomin que no va a haber afectación al acuífero, y mañana estoy con el arqueólogo que tiene que ver los hallazgos geológicos y pasado mañana estoy en un puerto verificando que el manejo de residuos, etc., entonces es súper desafiante en ese sentido, y es muy atractivo. Si bien no desarrollo como tal la investigación pura, pero es una investigación tan aplicada, tenemos que reducir la emisión de CO<sub>2</sub>, cómo lo hacemos en esta fuente fija, dame ideas para... y ahí hay un desafío que son criterios de diseño ambiental y obviamente no lo hago yo sola, pero si tengo el especialista, y eso es super desafiante y de alguna manera en mi caso se reemplaza absolutamente con la investigación. Hay un desafío de buscar la solución para cada problema ambiental de Arica a Magallanes...” - Phoebe

En base a la experiencia compartida por los participantes, se encuentra un fenómeno empuje y atracción entre la academia y la industria, siendo el difícil ambiente de la primera aquel que genera un efecto de empuje y el ambiente libre y desafiante de la segunda aquel que genera un efecto de atracción, cosa que probablemente no es conocido por estas personas, hasta entrar en las empresas. Lo anterior dado que, según palabras de los entrevistados, el camino industrial no se muestra como opción al momento de realizar los estudios, entonces más que empuje y atracción se vuelve un empuje y retención, pues al menos la mitad de las personas entrevistadas entraron a las empresas sin saber realmente con lo que se encontrarían, y se percataron de los beneficios sólo una vez que ya habían ingresado.

### **5.2.2 Más que la especialización, es la capacidad analítica y la autonomía intelectual lo que aporta más significativamente a la empresa**

Una vez dentro de las empresas, las personas que participaron de la entrevista explican que, aquello que más utilizan de su programa de doctorado es la mentalidad que este les dejó, la forma de abordar proyectos y encontrar soluciones creativas que no tienen todas las personas (8/10). Phoenix por su parte habla del aprender a aprender y la habilidad de desacoplar las causas de los efectos de los problemas, como elementos clave que le quedan del doctorado que es algo que presenta dificultades en otras personas.

“Yo creo que la clave, como te dije antes, fue aprender a aprender, porque tú estás constantemente enfrentando nuevos desafíos, nuevos problemas, entonces yo me doy cuenta por ejemplo entre mi masa de clientes y la industria, que lo que más le cuesta al ingeniero nacional y creo que a los demás igual, es desacoplar los efectos, o sea observar un problema, y entender la causa rey, entonces por ejemplo ellos dicen “no, es que me bajó el tonelaje porque el otro día se me echó a perder la bomba y cambió la correa que viene en stock”, o sea mezclan todo en la misma olla, entonces creo que algo que he logrado hacer es ir separando causa y efecto, y elaborando teoría.” - Phoenix

Murphy aporta a lo mencionado por Phoenix, explicando que la formación de la investigación y el aspecto metodológico es aquello que le permite dar el nivel de servicio que entrega a sus clientes. Si bien podría realizar su trabajo sin la investigación que realiza, es esa profundización aquella que le da robustez a la solución que plantea a los clientes.

“[...] Yo atiendo el proyecto y hemos impulsado una de estas cosas que yo he investigado dentro de estos bancos y ha funcionado y eso me tiene muy contento satisfecho porque no si no hubiese tenido esa formación de la investigación y el aspecto metodológico no hubiese llegado a entregar ese servicio y no hubiese entendido el concepto como para poder aplicarlo después en un proyecto real en un cliente real y yo creo que eso satisface un poco la expectativa de haber conseguido el Ph.D.” - Murphy

Phoebe menciona la metodología como relevante, sin embargo, pone mayor foco en la capacidad de evaluar proyectos y la capacidad analítica, herramientas que desarrolló profundamente a lo largo del estudio de su doctorado, que le permiten, en la actualidad, poder analizar y comprender distintos proyectos en los que quizá no tiene gran especialización pudiendo evaluar su factibilidad y su eficacia sin mayor problema. Además, existe cierta mentalidad de no dejar que un problema “le gane”, desafiándose, investigando, profundizando para poder encontrar la solución, siendo este un proceso iterativo, que realizó a lo largo de sus años de doctorado, que le dio estas capacidades que no tienen todas las personas.

Gracias a estos los elementos, que las personas entrevistadas mencionan que aprendieron en el doctorado y ahora aplican en sus respectivas empresas, estas perciben que, gracias a la implementación de tales aprendizajes, han podido generar aportes de distinto tipo a las



empresas en las que trabajan. Estos aportes no solo influyen en el crecimiento de la empresa sino también en el dar una perspectiva analítica a los temas discutidos, en el desarrollo de los equipos con los que trabajan, ampliando su forma de pensar y en el incentivar la contratación de personas de alto grado académico. Phineas, entre los entrevistados que concuerdan, menciona que ha podido aportar no solo en innovación y crecimiento, sino que ha incentivado la contratación de perfiles mucho más variados de los que había antes que él llegara.

“Sí, en todas esas cosas porque yo fui de hecho el primero... que era un poco más técnico o el segundo más técnico dentro de esta compañía, y creo que eso permitió acercarse o que ellos conocieran un poco más de qué podemos hacer las personas que somos más técnicos, menos consultores tradicionales en el fondo, y por consultor tradicional me refiero a que la mayoría son ingenieros industriales, ingenieros comerciales, y recibir una persona que es un perfil un poco extraño es una aventura para ellos también, y creo que nos fue bien, entonces eso también abrió una oportunidad de traer otras personas, ahora el área donde yo trabajo es un área mucho más grande, con perfiles mucho más variados de lo que era antes, personas que vienen de otros mundos, también de la academia, y hemos aumentado, hemos crecido el área mucho a partir del momento en que yo llegué, los problemas que hemos resuelto han sido problemas que son técnicamente super desafiantes, que no se pueden resolver sin la intervención de varias personas que tengan un conocimiento específico y más bien duro de las ciencias, a partir de esa oportunidad de poder resolver problemas grandes y poder en el fondo transformar ese conocimiento en valor para las compañías ha sido bien gratificante, y yo creo que ha sido bien significativo para la compañía también.” - Phineas

Christopher expresa que la huella que más cree haber dejado en las empresas es la huella técnica, incentivando a pensar en los problemas como algo integral y que para su resolución se cuestione la utilización de herramientas que otros hicieron y llamar a la innovación como alternativa viable.

Encima de todo lo anterior y a modo más general, algunas de las personas que participaron mencionaron que el contar con doctores efectivamente puede ser beneficioso para las empresas en las que trabajan (7/10). Philip, por ejemplo, menciona que “*si quieres hacer innovación de punta tienes que tener doctores, es decir, si quieres inventar algo nuevo, si quieres realmente implementar cosas nuevas.*”. En base a lo anterior se verifica que en las empresas lo más relevante no es el nivel de conocimientos con el que cuentan los Ph.D. contratados, sino que la creatividad, el rigor y la reflexión son los aspectos más valorados, y que más aportan, de estas personas puesto que permiten generar soluciones a problemas que no necesariamente surgirían si no se contara con ellos, permitiendo mayor innovación metodológicamente fundamentada dentro de estos lugares.

### **5.2.3 En las empresas también es necesaria la libertad de investigación y la posibilidad de compartir con pares científicos**

Una vez dentro de las empresas, existen ciertos elementos que los Ph.D. resaltan como relevantes para aumentar el nivel de atracción y posterior retención de estas personas, teniendo en cuenta la mentalidad y capacidades con las que llegan. Dentro de los elementos fundamentales mencionados por los participantes de las entrevistas, están la posibilidad de investigación (5/10) y de compartir con otras personas del mismo nivel académico (4/10). Lo primero haciendo alusión a la investigación independiente, que no necesariamente tenga relación con las necesidades de la empresa, y lo segundo se menciona de distintas maneras, ya sea contando con un equipo investigador dentro de las empresas, posibilitando la participación en actividades científicas, como lo pueden ser conferencias o permitiendo a los Ph.D. la posibilidad de publicar. Philip expresa lo anterior en su entrevista resaltando la importancia de que estas personas puedan sentirse parte de un grupo y el espacio para realizar investigación libre.

“Yo creo que es muy importante que un investigador se sienta parte de un grupo que hace investigación, es decir, no es lo mismo que tu tomes 20 doctores, y los desparrames en toda una empresa, cada uno trabajando solo con algún grupo de productos e ingenieros, que los pongas incluso igual, es decir, los 20 trabajando en lugares distintos, pero que saben que pertenecen a no sé, al grupo I+D de la compañía, que dependen, que ellos admiran y respetan, parte del grupo de investigación de la compañía, esa identidad que sienten yo creo que es muy importante para un investigador, la identidad que te dice el fondo que yo soy del mismo club, tengo un doctorado, y me reconocen como investigador, y estoy así, porque si tu pones a un Ph.D. en una posición donde la persona, el investigador no se siente reconocido, se va a ir [...], si tú no tienes la estructura correcta de investigación, el talento se va a ir, si por ejemplo pones a un Ph.D. “necesito a alguien inteligente para resolver el problema”, lo que vas a hacer lo vas a quemar, a los 2 o 3 años va a decir “mira, me estás pagando mucho pero estoy aburrido, estar haciendo cosas que no me gustan, estoy resolviendo incendios todos los días, yo no hice 10 años de estudio para esto”.” - Philip

Raphael refuerza este punto explicando que lo ideal es dar cierta flexibilidad en relación con la investigación que realicen los doctores y tratar de que esta se alinee con los intereses de la empresa a través de incentivos, así se da el espacio al Ph.D. de indagar en aquello que más le interese y también en aquello que más se necesite y posteriormente sea aplicado, cosa que también es altamente valorado por los entrevistados.

“Las empresas pueden pagar un poco mejor, creo, eso ayuda y creo que en general a los doctores les interesa tener algún tipo de flexibilidad, a la gente que está haciendo ciencia le interesa tener la libertad para poder elegir más o menos en qué dirección ir investigando, obviamente las empresas tienen un interés económico, monetario, entonces hay que tratar de alinear ese interés con darle incentivos a la persona que está investigando para que vaya en esa misma dirección, manteniendo

la libertad, entonces no es un problema tan fácil y distintas empresas lo resuelven de distintas maneras.” - Raphael

Christopher por otro lado refuerza la parte comunitaria mencionada por Philip, al compartir los beneficios que genera el interactuar con personas con conocimiento del mismo nivel. Christopher menciona que compartir con otras personas del mismo grado o similar puede generar nuevos aprendizajes y permite crear espacios de crecimiento, mientras que el estar en solitario, como suele ser la situación en Chile, dentro de las empresas, no es la situación ideal pues no hay grandes espacios de desarrollo y crecimiento con pares. Otro factor relevante mencionado por el entrevistado es el compromiso, por parte de la empresa, con la innovación y la valoración del trabajo realizado por los doctores como puntos de gran atracción para este tipo de capital humano.

“Hay hartas cosas pero yo creo que lo más importante podría ser lo que hablábamos recién, darle importancia a la investigación en el sentido de buscar diferenciación de las otras empresas, en lo nuevo digamos, en la diferencia en la solución, por ejemplo en [nombre empresa] tenía mucho en el discurso más que en la realidad, y si la empresa muestra que la innovación, la innovación real es la que las mueve, primero sería atractiva para doctorandos que buscan [...] lugares donde la investigación va a ser valorada, percibir que va a ser valorado y no solamente en plata sino que valorado en el sentido de que se va a utilizar lo que saben, y lo que les falta ahí es un poco lo que te decía yo, definir un rol para el PhD en la investigación, inserta quizás en problemas del día a día pero con una mirada un poco más amplia.” - Christopher

Finalmente, para que las empresas puedan ser un centro atractivo para los Ph.D. y pueda aprovechar al máximo las capacidades de estos, lo ideal es permitirles un pequeño espacio de Academia dentro de la empresa, donde puedan mezclar investigación propia con investigación enfocada en las necesidades de la empresa logrando que esta sea aplicada y valorada por el resto del equipo. Lo anterior en conjunto con poder compartir con otros doctores para enseñar, aprender y crecer, ya sea dentro de las mismas empresas o en otros espacios ya sean presenciales, a través de conferencias o virtuales, permitiendo publicar.

#### **5.2.4 La vinculación se debe incentivar desde las tres entidades: Estado, Universidad e Industria**

Phoebe menciona lo positivo que sería el incentivar esta interacción dadas las características de los doctores y el aporte en el crecimiento de los equipos que estos pueden significar, permitiendo a los equipos nivelar hacia arriba. Phineas concuerda, sin embargo, no por completo puesto que no todas las empresas buscan explorar cosas nuevas. Aquellas empresas que buscan desafiarse y moverse de sus espacios de confort son las que se verían fuertemente beneficiadas con la contratación de doctores, de otro modo “*nos aburriríamos un montón si no hay desafíos*”. Entonces cabe preguntarse las formas en las que se podría incentivar de mejor forma la vinculación entre la Academia y la Industria.

#### 5.2.4.1 Un incentivo monetario no asegura aprovechamiento

Por una parte, se encuentra el Estado. Tal como se ha mencionado en partes anteriores de este trabajo, existen políticas públicas que tienen el objetivo de incentivar la interacción entre académicos y la industria que pueden ser muy beneficiosas en el sentido de compartir el riesgo, asociado a la contratación de Ph.D. por la empresa, con el Estado. Sin embargo, estos incentivos son mayoritariamente monetarios y no aseguran un buen aprovechamiento de las capacidades de los doctores una vez dentro de las empresas. Tal menciona Murphy al hablar acerca de los concursos disponibles.

“Es un riesgo para las compañías traer personas que vienen frescas digamos de un programa doctoral, entonces yo creo que es super importante que se sigan manteniendo esas oportunidades de fondos que permitan cofinanciar por ejemplo o instalar capital... así se llamaba, capital humano avanzado dentro de compañías, sí, creo que es un riesgo mutuo que se comparte entre la compañía y el Estado, y creo que es un buen incentivo para compañías que son más chiquititas, y luego para compañías que ya dieron su primer paso y les ha ido bien, que probablemente no son todas, quizás no en todas las compañías hay espacio para que a una persona le vaya bien, una persona con alto conocimiento técnico le vaya bien, pero las que sí ya es una cosa que esas personas mismas se conviertan embajadores de ir a buscar ese tipo de personas, [sin embargo], estos programas que dicen “mercados te pago para que contrates a uno de acá pero no sé no le dice en qué trabajar entonces los de acá dicen ya okey cómo me vas a pagar que venga... y para hacer qué, no sé pero qué venga. Porque al final la empresa no es que esté tan preparada para aprovechar finalmente...”- Murphy

Murphy dada su perspectiva acerca de las políticas públicas propone una opción que pueda mejorar la interacción entre ambos sectores que sea administrada por el Estado, esta opción sería un “Uber” que conecte investigación actual con necesidades de empresas. Lo anterior a modo de facilitar la comunicación desde ambos sectores, dado que ninguno hace el esfuerzo para llegar al otro a menos que sea estrictamente necesario.

“[...] Impulsar este tema pero no a nivel de privados o sea de universidad con empresa sino que a un nivel estatal que generara una plataforma donde es lo mismo que el Uber, tipo un servicio marketplace que unieran el mundo de la empresa con el mundo de la universidad y esa plataforma hoy día a pesar que podría existir dentro del del estamento gubernamental no está siendo explorada y no está siendo impulsada por él... cada ministerio ve su nicho y se encarga de cumplir su objetivo pero no se encarga de este proceso que es potente. siento que si le damos un impulso como país con esta plataforma, este MarketPlace una aplicación lo que sea un sistema que me muestre las oportunidades de investigación y los beneficios que implica desde el lado de la universidad y por el otro lado las necesidades del mercado podríamos hacer un match porque lo más probable que la empresa diga oye el mercado está requiriendo esto hoy día no soy capaz de desarrollarlo en el corto plazo veamos la universidad como están y estas debieran tener una vitrina como con los temas de investigación que tienen... que cosas del mercado podrían

atender que no solamente sean temas aplicados si uno entiende que la investigación genera conocimiento pero y que es parte la formación de un Ph.D. pero que tengan una vitrina diciendo que este conocimiento aporta en una métrica del mercado y que si la hacemos de esta manera esa métrica tiene un impacto positivo que hace ganar más lucas qué es lo que le interesa al mercado y la empresa espera eso.” - Murphy

#### 5.2.4.2 Se tiene que mostrar el mundo de la Industria y preparar para entrar

Por otra parte, está la Academia con sus programas de doctorado. Varios de los participantes de las entrevistas mencionan que sería positivo que hubiera, dentro de los programas, un mayor acercamiento al mundo de la industria, mostrando este como uno de los caminos posibles a tomar (6/10), ya fuera a través de charlas, cursos, desarrollo de tesis en empresas, entre otros. Christopher profundiza en la idea, cuenta que debiese haber más espacios de interacción, invitando a las empresas hasta a tener voz en el desarrollo de los programas, y posibilitando la realización de tesis en conjunto con empresas.

“Sí, yo creo que insertar seminarios, charlas de empresas que vayan a hablar con los doctorantes, enseñándoles digamos de este mundo para los doctores que cada vez está más abierto en la industria, sería una súper buena iniciativa, yo creo que pocos programas lo incluyen, en el magíster que yo participo... hace un rato cuando estaba en la facultad traté de empujar eso, que hubiera más interacción con la industria, en ese caso para magíster, pero también para doctorantes y doctorados, es algo que se pone... se toma poco en cuenta y debería haber más espacio de interacción, tener comités, les ponen distintos nombres, donde también se metan a las empresas como parte de estos comités quizás para pensar los mismos programas, los cursos que son importantes, los aprendizajes que son importantes, también de la mirada de las industrias, y también cuando el alumno está llegando a temas de investigación, a temas de tesis, sean temas que les pudieran interesar a las industrias, pudieran poner en la lista por decirlo así la industria, la empresa, y con eso también captar mejoras a los doctorantes y que tengan mejores armas para moverse hacia la industria, armas que tienen que ver con por ejemplo saber explicar cosas complejas de manera simple.” - Christopher

Yendo ya a conocimientos específicos que se mencionaron serían útiles de aprender en el programa de doctorado para preparar mejor al trabajo en empresas, se encuentran cursos de comunicación efectiva (2/10) puesto que en general el lenguaje que utilizan personas de alto grado académico tiende a ser altamente técnico y a veces poco comprensible para personas especializadas en otras áreas. También se menciona lo positivo que sería el incluir ramos de formulación de proyectos (1/10) no solo para personas que trabajen en empresas, sino que también para postular a fondos concursables, en el sentido de, por ejemplo, poder evaluar monetariamente la factibilidad de un proyecto. Por último, se mencionan cursos de programación (1/10) dada la situación actual en las empresas, se vuelve, en muchos casos, imperativo el contar con un manejo básico de distintas

herramientas computacionales. Por otra parte, y de modo más general, Ralph habla de una mayor apertura a la transdisciplina como una mejora significativa a los programas de doctorado, esto a través de la interacción con la industria y el hacer en conjunto con teorizar, además de generar lazos con especialistas de otras áreas para desarrollar proyectos, puesto que en las empresas se trabaja con personas con conocimientos en diversas áreas.

#### 5.2.4.3 Para incentivar la vinculación, la empresa también debe atraer

Finalmente, por parte de la empresa, se tiene aquello que se menciona en el punto anterior acerca de las acciones que las empresas podrían hacer para mostrarse más atractivas para los doctores, dando espacio para investigar y para compartir con otras personas de grado similar. Ralph cuenta su experiencia al crear su propia empresa, donde vio un fuerte interés por parte de doctores por formar parte de su empresa, llegando a un punto en que, para una posición en su empresa, 850 personas postularon. Él menciona que tienen y buscan lograr tener una oferta muy particular como propuesta de valor, una muy interesante que genere atracción, a través de diversas medidas tanto económicas como laborales, siendo siempre relevante el dejar espacio para investigar.

“En un comienzo era boca a boca, y amigos que recomendaban “tengo un amigo volviendo del doctorado en Chicago y se ve que ustedes están haciendo cosas” de nuevo, 2016, advance analytics, machine learning, todo eso, existía y sobre todo en la academia, y las empresas estaban empezando a ocuparlo pero no de una manera masiva, entonces había mucha gente que decía “oye yo no quiero entrar a la universidad a ser profesor, me interesa esto por algo hice un doctorado, por algo hice un magíster, pero me interesa esto como de la experiencia práctica de esto que yo estudié o esto que sé o esto que me interesa” y esa gente llegó al principio orgánicamente, por recomendación, etc., así armamos los primeros 4 o 5, y ahí ya el hecho de tener ese grupo chico de 4 o 5 personas, teníamos de clientes a Latam, Walmart, Telefónica del Sur, etc., entonces se volvía atractivo como espacio donde trabajamos de estas maneras que te estoy diciendo, tenemos una oferta muy particular como propuesta de valor muy interesante, o tratábamos de hacerla interesante, para que después cuando empezamos a buscar gente allá afuera sin recomendación previa postulaba mucha gente, entonces éramos un equipo en un momento de 7 personas y para una posición nos postularon 850 personas, ¿por qué? Por los viernes libres, por un sueldo de mercado, todo este espacio para investigar, y eso nos generó que llegó mucha gente.” - Ralph

Existen diversas formas de incentivar la interacción entre Academia y Universidad, ya sea a través de las políticas públicas, perfeccionándolas para que el rol de los Ph.D. dentro de las empresas sea el apropiado, a través de los programas de doctorado, abriendo el camino a las empresas, a través de las empresas, generando atracción no solo monetaria sino de ambiente laboral, o a través de innovadoras soluciones, como fue la de Murphy, y es a través de estos incentivos que la vinculación se vuelve más atractiva para el Ph.D., para las empresas y finalmente para el Estado.

## 6 DISCUSIÓN

Los resultados de la exploración dentro de los distintos grupos de empresas muestran que un bajo porcentaje de las empresas cuentan con Ph.D. dentro de sus cargos de alta responsabilidad. Alrededor de una de cada cinco de las empresas estudiadas tiene actualmente contratado a un Ph.D. en estos cargos, encontrándose que, en las startup, los rubros que muestran una mayor contratación de Ph.D. son los de salud, alimentos y educación, mientras que, en aquellas de mayor tamaño, los rubros con mayor contratación de doctores son los de minería y servicios financieros. Además, se encuentra una creciente valorización de Ph.D. formados en el país, dada la alta proporción de estos presente en las empresas más nuevas analizadas. También, se encuentra que aquellas especialidades de Ph.D. que más se encuentran en las empresas se centran en Ciencia e Ingeniería, siendo estas ramas aquellas las que muestran ser más valoradas en el sector industrial.

A pesar del bajo porcentaje de contratación, aquellas que sí tienen contratados a Ph.D., en una primera mirada, parecen estar generando un buen ambiente de desarrollo para estos. A partir de la información obtenida de las entrevistas, 8 de las 10 personas se encuentra satisfecha trabajando en una empresa y no volvería a la academia, y más aún al menos 5 de los 10 se encuentra muy contenta, esto por diversas razones, entre esas lo desafiante que puede ser, lo aplicada de la investigación que se realiza y la alta valorización e implementación de las soluciones propuestas. Llevando a concluir que la baja presencia puede no deberse a un mal espacio de desarrollo para los Ph.D. sino que, a falta de apertura a la opción de vinculación, tanto desde los programas de doctorado como desde las empresas, probablemente provocado por el desconocimiento, de ambas partes, de los beneficios asociados a tal relación.

Haciendo un mayor hincapié a la última parte, la mayor parte de los Ph.D. entrevistados nunca tuvo en sus planes migrar al sector industrial finalizados sus estudios de doctorado, lo anterior verificándose al escuchar las razones por las que se generó este traslado. Estas eran principalmente dos, unos se vieron enfrentados a una oportunidad muy atractiva que no pudieron rechazar y otros al no encontrar cabida en la academia debieron buscar en otros sectores pudiendo así, ambos grupos, llegar los lugares en los que se encuentran actualmente trabajando con gran satisfacción. Lo aquí expuesto muestra que, previo a la oportunidad surgida o la no cabida en la academia, nunca pensaron como alternativa el migrar a trabajar en alguna empresa porque tampoco se les fue mostrado como una opción en su período de estudio de grado, fenómeno que fue expuesto por los participantes, independiente de la universidad en la cual estos realizaran el doctorado. De la misma manera, esta situación se podría extrapolar a personas que ahora están realizando su programa de doctorado o que lo hayan ya finalizado y no tienen conocimiento de que sus estudios podrían ser valorados en las empresas, centrando su búsqueda de empleo en la academia y haciendo docencia, replicándose así el fenómeno y perpetuándose el desconocimiento de tal opción.

Lo anterior da pie para que se desarrollen iniciativas que, entre otras cosas, prevengan la desinformación acerca de las distintas opciones laborales para los doctores y de los

beneficios asociados a tales opciones, específicamente en el sector industrial, teniendo en cuenta que no en todas las empresas ambas partes se verían beneficiadas, siendo aquellas que realicen I+D las que mejor podrían aprovechar tal conocimiento. Lo anterior, dada la buena recibida que han tenido estos doctores en este sector, no sólo basándose en las experiencias de los participantes de las entrevistas, sino también en los resultados de la investigación de los diversos autores mencionados en el trabajo.

Igualmente, el foco de tales iniciativas se centraría en los Ph.D. en áreas de ciencia e ingeniería, puesto que, tal como se verificó en la exploración de empresas, son aquellas especialidades las que más se encuentran insertas en las empresas. Llamando no sólo a la búsqueda de empleo en distintas empresas, sino también al emprendimiento como opción de desarrollo laboral. A continuación, se desarrollan una serie de recomendaciones que incentiven la interacción entre Ph.D. y las empresas, basándose en la información obtenida del análisis del Estado del arte del ámbito, de la exploración en las empresas y finalmente de la experiencia de las personas entrevistadas.

Como ya se ha mencionado a lo largo de toda la tesis aquí presente, este ámbito cuenta con tres entidades que lo afectan significativamente, el Estado, la Academia y la Industria, sin embargo, todas estas se encuentran conectadas y no pueden trabajar de forma independiente en lo que respecta a este ámbito, por lo que, si bien se realizará recomendaciones a cada una de estas instituciones, para una maximización de beneficios se estima que todas las instituciones debieran aplicarlas en conjunto. Por ejemplo, las actuales políticas públicas de inserción de Capital Humano Avanzado en las empresas son iniciativas principalmente monetarias en las que el Estado se hace cargo de la inversión asociada, más al no incluir capacitación y seguimiento a las empresas, no prepara a estas para aprovechar al máximo las capacidades de las personas insertadas.

## **6.1 Recomendaciones a nivel general**

A nivel general, en lo que respecta al ámbito, se hace un llamado a incentivar la información por parte de los distintos agentes involucrados, de modo que la decisión que estos tomen la realicen conociendo los beneficios y dificultades asociados. Por parte del Estado, esto significa el percatarse de que la inserción no finaliza en el ingreso del Ph.D. a la empresa, sino que debe existir un seguimiento posterior que permita que ambas partes aprovechen el máximo de la experiencia. Por parte de la empresa, se debe decidir comprendiendo que la contratación implica una significativa inversión, la cual puede compartirse con el Estado si cumple con ciertos requisitos, y además, cierto tiempo de adaptación necesario para que la inserción se realice correctamente. Finalmente, por parte del Ph.D., debe tomar la decisión entendiendo que si bien no se puede realizar investigación pura todo el tiempo, sí hay diversos desafíos laborales que mantienen viva la necesidad de investigación y desarrollo aplicado.

Lo anterior, dado que los prejuicios que usualmente se tienen acerca de la labor en empresas y acerca de las motivaciones de los Ph.D. llevan a que la toma de decisiones asociadas a esta temática se realicen con un sesgo. El pensar que un Ph.D. no puede realizar labores aplicadas y de utilidad directa a la empresa o pensar que no se puede



innovar fuera del ámbito académico, son juicios que se escucharon en las diversas entrevistas y que finalmente son derrumbados al momento de pasar por la experiencia.

Por otro lado, además del incentivo a conocer del ámbito, se llama a la comunicación e interacción entre los distintos entes, en especial entre el sector industrial y la academia, logrando así que la I+D que se desarrolle en las universidades pueda aplicarse de forma práctica en empresas, generando así soluciones innovadoras a problemas de la actualidad. Lo anterior llamando a un acercamiento de ambas partes para desarrollar proyectos en conjunto, tal como se realiza, a modo de ejemplo, en la facultad de ciencias físicas y matemáticas de la Universidad de Chile, donde empresas desarrollan proyectos de innovación en conjunto con los centros de investigación de cada departamento.

Finalmente, como recomendación general se encuentra el tomar en cuenta la posible resistencia al cambio que se pudiera dar en los distintos estamentos, específicamente en las empresas y en las universidades. Las primeras, dado que el insertar un Ph.D., con el objetivo de aumentar la investigación aplicada, el desarrollo de esta y finalmente la innovación, es una labor que involucra a toda la empresa, y si no se crea un espacio de mejora continua en la que los integrantes de la organización formen parte de los cambios más que verse afectados por ellos, va a crearse una barrera difícil de derribar, que es la resistencia al cambio. Las segundas, dado que los docentes y académicos de los programas de doctorado pueden resistirse a abrirse al mundo empresarial puesto que históricamente los Ph.D. se han desarrollado en la universidad, especialmente en generaciones más antiguas. Es por lo anterior que se debe realizar el incentivo de forma paulatina y comunicar oportunamente las experiencias de los Ph.D. que deciden ir al sector industrial, no sólo para incentivar a los estudiantes de doctorado sino también para informar a los docentes y académicos que se desempeñan en la Universidad, posibilitando que sean estos mismos los que incentiven a generaciones futuras a tomar en cuenta todas las opciones disponibles, en vez de mostrar únicamente el desarrollo académico.

## **6.2 Recomendaciones a nivel estatal**

Por parte del Estado, más que generar nuevas iniciativas se podría aportar a las ya existentes. Por una parte, hacer una campaña de visualización de los fondos disponibles para la inserción de Capital Humano Avanzado, en específico el *Concurso Nacional de inserción de Capital Humano Avanzado en el sector productivo* y el *Concurso Nacional De Tesis De Doctorado en el sector productivo*, puesto que existe un 20% de las empresas que realizan I+D que no tienen conocimiento de estos fondos. Además, proporcionar un acompañamiento, junto con el incentivo monetario, que permita asesorar este ingreso de personas altamente capacitadas a sus empresas, puesto que de las empresas que sí tienen conocimiento de estos fondos, sólo una de cada cinco hace uso de estos. Lo anterior, de modo que se desarrollen estrategias que aseguren por una parte un buen ambiente de desarrollo para los Ph.D. y por otra la explotación de sus capacidades, de modo que ambas partes, empresa y doctor, sean beneficiados.

Por otro lado, más que el incentivar la interacción entre ambas partes, primero debiera haber un espacio de visualización tanto hacia las empresas como hacia la academia que

permitiera dar a conocer los beneficios asociados a la inclusión de doctores en empresas que realicen I+D, y el Estado puede ser quien genere tal visualización. Lo anterior basándose en lo mencionado en las entrevistas acerca del poco acercamiento que presentan los programas de doctorado al sector industrial. Una de las formas podría ser aquella que Murphy menciona en su entrevista, generando una plataforma que permita mostrar las distintas temáticas de investigación que se están desarrollando en la Academia, y que las empresas pudieran revisar aquellas que más les interesan para su negocio y financiarlas, o viceversa, publicando los temas de innovación que le interesan a las empresas para que los académicos pudieran escoger aquellos temas que mayor interés les genere.

De cierta forma, la idea mencionada por el entrevistado se ve desarrollada en los centros de investigación de las distintas facultades, donde se presenta interacción entre empresas y la investigación académica, sin embargo, no existe una plataforma que permita visualizar de manera formal los proyectos que se estén desarrollando en las universidades y tampoco, por parte de las empresas, es común el acercamiento a la academia en busca de colaboración. Así, el desarrollo de una plataforma colaborativa, gestionada posiblemente por la ANID, podría generar mayor interacción entre ambas partes y podría aumentar las posibilidades de financiamiento de proyectos de investigación por empresas interesadas y no por concursos del estado como sucede mayormente en la actualidad, generando parte de la competitividad mencionada por las personas entrevistadas.

Igualmente todas estas ideas conllevan costos y riesgos en contraposición a los beneficios que estas puedan tener. Primero, en relación con los costos, el aumentar la visualización implicaría una inversión en una campaña publicitaria en los distintos espacios académicos y empresariales, de modo que ambas partes pudieran estar al tanto de los concursos disponibles de la ANID, los requisitos y beneficios. Por otra parte, en relación con el acompañamiento asociado a los concursos, habría que contratar personal capacitado para gestionar el proceso de acompañamiento en las diversas empresas, para capacitar a las empresas para que pudieran aprovechar al máximo al Ph.D. que ingrese al equipo, y también para realizar seguimiento posterior al proceso mismo de modo de evaluar el éxito del programa. Finalmente, de realizar una plataforma de interacción entre empresas y académicos, habría diversos costos asociados al software mismo, en relación al desarrollo de este, la mantención, personal que verificara la validez de la información, entre otros.

Analizando los riesgos asociados a las tres iniciativas se tiene que por una parte, si bien aumentara el conocimiento de los concursos no aumentara la demanda por tales recursos, lo cual podría abarcarse realizando encuestas o entrevistas a las empresas que realizan I+D de modo de conocer las razones detrás de la abstención. Por otra parte, en relación con el acompañamiento, podría haber resistencia a los cambios que se requirieran en pos de un buen aprovechamiento del recurso contratado, lo cual se tendría que abarcar con una buena gestión y lenta evolución, de modo de no realizar cambios drásticos ni apresurados que generaran rechazo por parte de los integrantes de la organización. Finalmente, la plataforma podría no ser utilizada por las universidades y/o las empresas por lo que se podría desarrollar un sistema de incentivos en un período inicial, que generara motivación de ingreso, además de una campaña de marketing asociada,

principalmente en LinkedIn y en las universidades, puesto que esta sería una nueva red social en la que los principales usuarios serían académicos y personas con cargos gerenciales en empresas.

A pesar de lo anterior, el desarrollo de estas iniciativas, a largo plazo serían provechosas puesto que al integrar a Ph.D. a las empresas, aumentaría el I+D en ellas y posterior a eso aumentaría la innovación. Con lo anterior, habría mayor inversión, tanto nacional como internacional, a las empresas, tal como ha ocurrido con las últimas empresas unicornio (NotCo, Betterfly y Cornershop) lo que finalmente se traduciría en mayor I+D+i en Chile.

### **6.3 Recomendación a nivel de programas de doctorado**

En la revista Nature (2023, PhD training is no longer fit for purpose — it needs reform now) se expresa que las expectativas de la sociedad en relación a los investigadores han cambiado, y con ella, también debieran cambiar los programas de doctorado. Lo anterior dada la significancia que estas personas han obtenido en el último tiempo en relación con las necesidades a nivel país y a nivel mundial.

Aterrizando las afirmaciones del artículo, a lo mencionado por los entrevistados, en relación a posibles mejoras a los programas de doctorado, más que realizar cursos que sirvan de una forma práctica al trabajo en empresas, aquello que más se comentó en las entrevistas fue la falta de apertura a oportunidades distintas a la academia. Phoebe mencionaba que nunca vio como opción el salir a trabajar a una empresa, Murphy que ninguno de sus profesores nunca había trabajado fuera de la universidad por lo que conocían muy poco del trabajo que se podría desarrollar fuera del ambiente académico.

Se encuentran diversas formas que permiten mostrar de manera más abierta la opción de trabajar en el sector industrial por parte de los programas de doctorado. Por una parte, se podría realizar un curso en el cual el profesor fuera un Ph.D. de ese programa que haya desarrollado su carrera profesional fuera de la academia, mostrando proyectos aplicados a las empresas o que, derechamente desarrollando, dentro del programa del curso, proyectos en empresas, aplicando los conocimientos adquiridos en el doctorado, en problemas reales y complejos. Incluyendo, dentro de las actividades del curso, charlas de Ph.D. que trabajen en el sector industrial y hayan sido exitosos, además de incentivar la opción de emprendimiento, llamando también a Ph.D. que han fundado grandes para que cuenten su experiencia.

Otra opción sería el desarrollar una feria anual en la que empresas de distintos rubros, que se pudieran ver beneficiadas de los conocimientos y habilidades presentadas por los doctores de los distintos programas de la universidad, fueran a exponer y ofrecer oportunidades laborales, permitiendo así a los estudiantes de doctorado que puedan conocer todos los distintos caminos disponibles para desarrollo laboral, de modo que cuando comiencen a buscar trabajo, consideren todas las opciones posibles.

Por último, se podría generar un programa de tesis en empresas dentro de los programas de doctorado, en los que empresas se inscribieran con temas del nivel de complejidad de

un doctorado, permitiendo a los estudiantes escoger un tema propio o un tema ofrecido por la industria, incentivando así la interacción entre ambas partes y beneficiando también a ambas partes.

Por otra parte, Sever (2023) afirma que la revisión borradores de artículos, de pares, es muy positiva por diversas razones, entre esas se encuentra la posibilidad de demostrar la habilidad para criticar y discutir acerca de temas que no están directamente relacionados con su foco de investigación. Lo anterior lo remarca dado que, en muchas ocasiones Ph.D., recién egresados que buscan trabajo, ya sea en la academia como fuera de la esta, sólo se encuentran armados con su grado y algunas publicaciones de artículos, y el poder contar con tales revisiones de borradores permite mostrar de mejor manera las capacidades de la persona. Así, dentro del período de estudios de grado de doctor, se podría incentivar la revisión cruzada de trabajos, actividad que posterior a finalizado el Ph.D. pueden continuar desarrollando.

Todas las iniciativas anteriores, menos la última, teniendo en cuenta que el incentivo sería mayormente beneficioso en programas de doctorado que puedan tener mayor relación con la industria, en específico, los programas en ciencias e ingeniería. Lo anterior dado que ciertas especialidades no se alinean con temáticas que se tratan en las empresas, como lo pueden ser las ciencias sociales y las humanidades.

Las ideas arriba mencionadas igualmente conllevan a un costo, que se asociaría a, en el caso de la primera idea, a la contratación de docentes que impartan los cursos de acercamiento al sector industrial. Por otra parte, en relación con la feria, habría gastos en gestión y organización de la actividad además de los costos operacionales asociados, finalmente, en relación con el programa de tesis en empresas, los gastos serían asociados a horas de gestión por el área administrativa de Postgrado de las universidades.

Los riesgos que podrían asociarse a cualquiera de estas iniciativas se pueden resumir en dos. Por una parte, puede haber una falta de interés por participar de cualquiera de las iniciativas, lo que podría abordarse realizando charlas anuales, a estudiantes previo al inicio de su tesis doctoral, de carácter obligatorio que fueran llevadas por Ph.D. que trabajan en la industria. Por otra parte, puede haber un sobre interés por tales actividades, lo cual podría conllevar a menor demanda por plazas académicas, sin embargo, lo anterior sería una consecuencia positiva dado que actualmente la oferta de plazas para académicos es menor a la demanda por parte de egresados.

A pesar de lo anterior, las actividades pueden generar diversos beneficios para la universidad puesto que una mayor apertura al sector industrial, uniéndolo a lo mencionado en la revista Nature, puede incentivar la demanda por el programa de doctorado. Además, en el largo plazo, una mayor interacción de la academia con el sector industrial puede motivar la inversión por parte del segundo a la primera, generando así mayores ingresos para investigación y desarrollo.

## **6.4 Recomendaciones a nivel empresa**

Por parte de la industria, lo más relevante que se debería realizar, según lo mencionado por los entrevistados es el poder dar espacio de desarrollo e investigación dentro de estas empresas, de modo de poder continuar haciendo aquello que más motivación les genera.

Permitir espacio de innovación independiente de las necesidades de la empresa, además del trabajo que se realice en pos de estas, puede generar mucha atracción por parte de doctores, puesto que les entrega “lo mejor de ambos mundos”. Por una parte, explorar y crecer en el ámbito de mayor interés para el doctor, además de poder generar publicaciones y seguir en contacto con científicos de su área de especialidad, y por otra el poder aplicar la investigación que realice para la empresa y ver que los esfuerzos realizados efectivamente generen impactos positivos para la compañía.

Por otra parte, se recomienda que, más que la contratación de una persona altamente capacitada para generar investigación y desarrollo, se implemente un área de I+D en la cual se tenga un equipo de personas altamente especializadas con distintos grados académicos, de modo que el equipo pueda desarrollarse y crecer intelectualmente además de aportar a la empresa, puesto que el compartir con personas de alto nivel académico tuvo respuestas positivas en las entrevistas. También es relevante que el área de I+D se centre efectivamente en investigación y desarrollo, es decir, no atribuyendo otras responsabilidades que pudieran alejar al equipo de su rol principal.

La implementación de un área de I+D que cuente con Ph.D. focalizados únicamente en investigación ya sea en pos de las necesidades de la empresa como en forma de investigación pura definitivamente implica costos. Primero, en términos de contratación de capital avanzado, y en el caso de crear un equipo de I+D, implica la contratación de más de una persona altamente capacitada, lo que significa un alto costo mensual que se añade. Más aún, si se busca que estas personas cuenten con cierto nivel de libertad de investigación, las horas de trabajo efectivas para la organización serían menores a las de un trabajo full-time. Lo anterior sin tomar en cuenta el período de adaptación que todas las personas requieren al entrar a una nueva empresa.

Al igual que la implementación de tales recomendaciones conllevan costos, también implican riesgos, como puede ser que estas nuevas contrataciones tengan un foco demasiado académico por lo que no logren encontrar buen encaje en el equipo o que hayan problemas de comunicación, como fue mencionado en más de una entrevista. Lo anterior se aborda a través de la enseñanza, puesto que en muchos casos estas personas pueden estar en su primera experiencia en una empresa. Enseñar mejores formas de comunicación e incentivar una labor más centrada en lo práctico que en lo teórico.

A pesar de lo anterior, a largo plazo, esta inversión se ve retribuida de distintas maneras. Por una parte, este equipo de personas puede contribuir a la eficiencia de procesos, al desarrollo de proyectos de manera más fundamentada y por lo mismo con menor probabilidad de riesgo, a la implementación de nuevas tecnologías o procesos dentro de la empresa y finalmente a la invención de nuevos productos o servicios. Con lo anterior

disminuirían costos y riesgos de inversión y por otra parte aumentarían ingresos en la forma de ventas y/o clientes.

## **6.5 Implementación conjunta**

La implementación de las ideas arriba mencionadas no puede tener un impacto significativo si no son aplicadas por las tres distintas instituciones. Si la industria genera un ambiente llamativo para Ph.D. pero estos no conocen de tal ambiente ni tienen incentivos para buscarlo, sería un esfuerzo desperdiciado. De la misma manera, si es que la universidad incentiva a los Ph.D. a buscar oportunidades laborales en las empresas, pero estas no están preparadas para retenerlos y aprovechar sus conocimientos, entonces el esfuerzo, nuevamente, sería desperdiciado. Por último, no tendría sentido desarrollar políticas públicas que apoyaran la interacción entre industria y academia si es que ninguna de las partes tiene interés o se encuentra preparada para tal interacción. Es así como se llama a las tres entidades a desarrollar iniciativas que apoyen a la interacción, de modo que todas las partes finalmente se vean beneficiadas. Lo anterior se podría ver como un Equilibrio de Nash, en el que si todas las partes aportan generan un beneficio mucho mayor que si ninguna de las partes aporta, teniendo como resultado de esfuerzos dispares pérdidas en esfuerzo y en inversión. Así, se llama a la colaboración y a pensar en el beneficio mayor.

## 7 CONCLUSIONES

En Chile, en la actualidad, la gran mayoría de las personas, finalizado su grado de doctor, se dedica a trabajar en la academia, siendo un porcentaje menor al 10% que explora hacia distintos sectores, en específico, al sector industrial. Poniendo una lupa en este grupo en específico, en una primera mirada, se encuentra que alrededor de un 20% de las empresas de mayor éxito en Chile, cuenta con Ph.D. dentro de sus cargos de alta responsabilidad, donde las especializaciones de estas personas son principalmente en el área de ciencias e ingeniería.

En la misma línea, diversos estudios internacionales han mostrado lo beneficioso que puede ser el ingreso de Ph.D. a las empresas, no sólo en términos de innovación sino también en términos económicos. Lo anterior también se verifica al comparar la cantidad de doctores que migran al sector empresarial en otros países con la realidad chilena, encontrando que en Estados Unidos y otros países de Europa el porcentaje de doctores en empresas es significativamente mayor, países en los que también sus niveles de innovación son considerablemente más altos que en Chile.

Más aún, al conocer la experiencia de Ph.D. que actualmente trabajan en el sector, mediante entrevistas a 10 de estos, se verifica que encuentran esta una labor desafiante y dinámica, en contraposición con la percepción que tienen de aquella académica, que tiende a ser competitiva y hostil. Además, la mayor parte de los entrevistados reporta haber generado diversos aportes dentro de sus empresas, ya sea en términos de mentalidad como de innovación, de técnica, entre otros.

Es así como se llega a concluir que se debiera incentivar el ingreso de doctores a las empresas, en específico a aquellas empresas que busquen innovar y crecer, puesto que estas personas, con su nivel de capacidades y habilidades desarrolladas pueden realmente significar grandes mejoras en las empresas. Lo anterior, sin embargo, no es un trabajo únicamente de las empresas o de la universidad o del Estado, debe ser un trabajo en conjunto en el que todas las partes contribuyan a una mejor inserción, perfeccionando políticas públicas, abriendo el camino a la industria para estudiantes y generando un ambiente positivo para estos dentro de las empresas. Es con lo anterior que, no sólo las empresas se verán beneficiadas, sino también los Ph.D. y finalmente el Estado, dado el crecimiento y desarrollo que este incentivo podría generar para el país.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

Alfano, M., Carbone, E., & Fabbri, D. (2021). *Non-academic employment and matching satisfaction among Ph.D. Graduates with high intersectoral mobility potential*. *Frontiers in Education*, 6, 603172.

América Economía. (2019). *Estas son las 500 empresas más grandes de Chile 2019*. Recuperado de <https://www.americaeconomia.com/chile/estas-son-las-500-empresas-mas-grandes-de-chile-2019-foto-605580>

Braun, V., & Clarke, V. (2012). *Análisis temático [Thematic Analysis]*. En *Handbook of qualitative research* (pp. 57-78). Sage.

Brinck, A. (2018). *Dificultades de inclusión laboral de becarios: el difícil camino de los doctores en Chile*. *Revista de Investigación en Educación*, 16(2), 189-199.

Centro de Innovación UC. (s.f). *Doctorados al servicio del desarrollo del país: mejores prácticas en la vinculación de doctores con la industria*. Recuperado noviembre 2022, de <https://centrodeinnovacion.uc.cl/en/doctorados-al-servicio-del-desarrollo-del-pais-mejores-practicas-en-la-vinculacion-de-doctores-con-la-industria/>.

Chile Atiende (2022). *Incentivo tributario a la investigación y desarrollo (I+D)*. Recuperado de <https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/820-incentivo-tributario-a-la-investigacion-y-desarrollo-i-d#:~:text=La%20Ley%20de%20incentivo%20tributario,renta%20efectiva%20mediante%20contabilidad%20completa.>

Chile Atiende (2022). *Inserción de doctores en el sector productivo*. Recuperado de <https://www.chileatiende.gob.cl/fichas/75147-insercion-de-doctores-en-el-sector-productivo#:~:text=Esta%20convocatoria%20promueve%20la%20vinculaci%C3%B3n,investigaci%C3%B3n%20de%20desarrollo%20tecnol%C3%B3gico%20e%20innovaci%C3%B3n.>

Cliodinámica asesorías, consultoría e ingeniería limitada. (2020). *Inserción de capital humano en la industria, diseño y pilotaje de nuevos componentes*.

CONICYT (2012). *Investigadores en empresas: El camino hacia la innovación*. Recuperado de [https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.conicyt.cl/pai/files/2012/09/Investigadores-en-Empresas\\_El-Camino-Hacia-la-Innovaci%C3%B3n\\_PAICONICYT.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.conicyt.cl/pai/files/2012/09/Investigadores-en-Empresas_El-Camino-Hacia-la-Innovaci%C3%B3n_PAICONICYT.pdf)

CORFO. (s.f.). *¿Qué es la ley I+D?* Recuperado septiembre 2022 de [https://www.corfo.cl/sites/cpp/incentivo\\_tributario](https://www.corfo.cl/sites/cpp/incentivo_tributario)



- Cruz-Castro, L., & Sanz-Menéndez, L. (2005). *The employment of Ph.D. in firms: Trajectories, mobility and innovation*. *Research Policy*, 34(10), 1617-1633.
- Ferfrás-Hernández, J., Díaz-Sánchez, D., Viedma-del-Jesus, M., & García-Martínez, J. (2021). *The value of Ph.D.: How the presence of Ph.D. in founding teams increases the attractiveness of startups for corporate investors*. *Small Business Economics*, 57(1), 113-125.
- Flores, J. (2009). *Cambio en la formulación de las políticas públicas: Chile 1938-2008*. Santiago, Chile: Editorial Universitaria.
- Forcael. (s.f). *Doctorados orientados a la industria*. Consorcio de universidades del estado de Chile. Recuperado noviembre 2022, de <https://www.universidadesestatales.cl/cue/?Q=node/9069>
- Gerencia de innovación CORFO. CORFO (2020). *Informe de gestión*. Recuperado de chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/http://wapp4.corfo.cl/archivos/WCSC ONTI/PG/INCTBT/InformeGestionLeyID2020.pdf
- Germain-Alamartine, E., Pekkala, S., & Lapeyronnie, D. (2020). *Doctoral graduates' transition to industry: Networks as a mechanism? Cases from Norway, Sweden and the UK*. *Higher Education*, 80(3), 463-480.
- Gobierno de Chile (2020). *Encuesta nacional de innovación*. Recuperado de chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.minciencia.gob.cl/legacy-files/1\_presentacion\_resultados\_eni\_2017-2018.pdf
- González, E., & Jiménez, M. (2014). Inserción laboral de nuevos investigadores con grado de doctor en Chile. *Revista de Economía y Empleo*, 23, 107-124.
- He, J., & Hirshleifer, D. (2022). *The exploratory mindset and corporate innovation*. *Journal of Economics & Management Strategy*, 31(3), 726-750.
- Herrera, M. (2019). *Effect of corporate scientists on firms' innovation activity: A literature review*. *European Journal of Innovation Management*, 22(2), 208-230.
- Macrofacultad. (s.f). *Programa doctorado en ingeniería*. Recuperado noviembre 2022 de <http://doctoradoeningenieria.cl/index.php/programa/>
- Manathunga, C., Fay, J., & Diemers, K. (2009). *Graduate attribute development and employment outcomes: Tracking Ph.D. graduates*. *Studies in Higher Education*, 34(6), 667-684.

Mangematin, V. (2000). *Ph.D. job market: Professional trajectories and incentives during the Ph.D.* *Research Policy*, 29(4), 515-529.

Nature. (2023). *Ph.D. training is no longer fit for purpose – it needs reform now.* Recuperado de <https://www.nature.com/articles/d41586-023-00084-3>

Nieves-Ruiz. (2022). *Las top 100 startups de Chile.* Forbes Chile. Recuperado de <https://forbes.cl/negocios/2022-07-03/lista-forbes-las-top-100-startups-de-chile/>

Observa. (s.f.). *Indicadores.* Recuperado noviembre 2022, de <https://observa.minciencia.gob.cl/indicadores>

OECD (2013). *Careers of doctorate holders: Analysis of labor market and mobility indicators.* [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/careers-of-doctorate-holders\\_5k43nxgs289w-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/careers-of-doctorate-holders_5k43nxgs289w-en)

OECD (2014). *Who are the doctorate holders and where do their qualifications lead them?* [https://www.oecd-ilibrary.org/education/who-are-the-doctorate-holders-and-where-do-their-qualifications-lead-them\\_5jxv8xsvp1g2-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/who-are-the-doctorate-holders-and-where-do-their-qualifications-lead-them_5jxv8xsvp1g2-en)

OECD (2016). *Science, technology and innovation outlook.* [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2016\\_sti\\_in\\_outlook-2016-en](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-innovation-outlook-2016_sti_in_outlook-2016-en)

OECD (2019). *Education at a glance: OECD indicators. Indicator b7. What are the characteristics and outcomes of doctoral graduates?* [https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2019\\_f8d788od-en](https://www.oecd-ilibrary.org/education/education-at-a-glance-2019_f8d788od-en)

Pontificia Universidad Católica. (s.f.). *Requisitos y postulación al doctorado en ingeniería y tecnología.* Recuperado noviembre 2022 de <https://www.ing.uc.cl/programas-de-estudio/postgrado/doctorado-en-ingenieria/requisitos-y-postulacion-2/>.

Roach, M., & Sauermann, H. (2009). *A taste for science? Ph.D. scientists' academic orientation and self-selection into research careers in industry.* *Research Policy*, 38(4), 759-772.

Sever (2023). *Preprint review should form part of Ph.D. programmes and postdoc training.* *Nature.*

Statcom Datavoz (2021). *Encuesta trayectoria de profesionales con grado de doctor en Chile.* Recuperado de [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.minciencia.gob.cl/upload/s/filer\\_public/ca/b2/cab23dof-239c-42d8-8770-6c44778d5187/presentacion\\_resultados\\_encuesta.pdf](https://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.minciencia.gob.cl/upload/s/filer_public/ca/b2/cab23dof-239c-42d8-8770-6c44778d5187/presentacion_resultados_encuesta.pdf)

Swift, A. (2018). *Ph.D. Scientists in the boardroom: The innovation impact*. Research Policy, 47(10), 1850-1864.

Universidad de Chile. (s.f). *Centros de investigación avanzada*. Recuperado noviembre de 2022, de <https://ingenieria.uchile.cl/investigacion/unidades-de-investigacion/centros-de-investigacion-avanzada>

Universidad Federico Santa María. (s.f.). *Programa doctorado de ingeniería*. Recuperado noviembre 2022 de <https://doctoradoingenieria.usm.cl/programa/>

Urquhart y Zhang (2021). *Ph.D. CEOs and firm performance*. European Financial Management, 28 (2), 433-481.

## **9 ANEXO**

### **Protocolo de entrevista a Doctores/as que trabajan en empresas**

#### Trayectoria:

1. ¿Qué te llevó a realizar un doctorado, en esta disciplina/institución/país?
2. ¿Cómo describirías tu experiencia en el programa?
3. Hablemos de la etapa de finalización de tu doctorado ¿a dónde te dirigiste laboralmente y por qué?
4. ¿Cómo llegaste a esta posición/empresa/país?

#### Experiencia en la empresa:

5. ¿Qué te llevó a trabajar fuera de la academia? ¿Hubo algún tipo de incentivo externo que te motivara?
6. ¿Cuál es tu rol dentro de la empresa y cuáles son tus principales funciones dentro de ese rol?
7. ¿Cómo crees que la empresa ha podido aprovechar tus conocimientos? ¿Qué tan abierta crees que está la empresa a la innovación?
8. ¿De qué forma crees que has podido aportar, en el nivel de innovación, el rendimiento u en otro ámbito, dentro de la empresa?
9. ¿Hay algo que te gustaría mejorar dentro de tu rol en la empresa?

#### Reflexión Final:

10. ¿Cómo crees que el programa te preparó para trabajar en una empresa? ¿Crees que sería relevante que el programa incluyera cursos asociados al trabajo en empresas?
11. ¿Cómo crees que se asemeja o diferencia la labor que se realiza en la academia con aquella que se realiza en la empresa?
12. ¿Qué acciones crees que podrían incentivar el ingreso de Ph.D. a las empresas?
13. ¿Hay algo relevante que quieras mencionar acerca de la experiencia de los PhD en la industria en Chile u otra cosa que no te haya preguntado aún?
14. ¿Conoces a otros Ph.D. que hayan realizado sus estudios en el área de Ciencias e Ingeniería que actualmente trabajen en el sector industrial?