



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

**Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería de Producción,
Minero-Ambiental y de Proyectos**

TESIS DOCTORAL

**DISEÑO DE UN MARCO METODOLÓGICO PARA EL
DESARROLLO Y MANTENIMIENTO DE LA CAPACIDAD
INNOVADORA EN ORGANIZACIONES ORIENTADAS A
PROYECTOS I+D+I**

AUTOR: WALTER PÉREZ VILLA

OVIEDO, 2023

Agradecimientos

Esta página inicial del documento, que es la última en ser escrita, es un buen punto para mirar atrás, entender el trabajo que se ha hecho y agradecer a los que lo han hecho posible.

Realizar el doctorado a tiempo parcial y trabajar al mismo tiempo en un área diferente, ha sido un esfuerzo importante, pero concluirlo es una de las experiencias más satisfactorias que se pueden tener.

Quiero agradecer a la empresa fuente de la investigación y sus directivas por permitirme entrar a hablar con sus investigadores y conocer lo que los motiva, lo que les hace seguir adelante con la investigación. Siendo una de las empresas siderúrgicas más grandes del mundo, tiene una gestión de la innovación muy interesante, pero es además el lugar ideal para la implementación de una política de mejora de su capacidad innovadora. Sería muy interesante tener la oportunidad de ver que esta propuesta se implementase en su entidad de investigación.

Tengo que agradecer a los entrevistados del estudio cualitativo por haber tenido la paciencia y responder a la larga encuesta, además de los expertos que respondieron en el estudio cuantitativo/cualitativo, sepan que sus respuestas han ayudado sin duda a la construcción de este marco metodológico.

Esta tesis de doctorado ha sido posible sólo gracias al apoyo incondicional, y mucho trabajo de su parte, de mis directores de tesis Amaya y Miguel, quienes han estado ahí brindándome, no sólo su apoyo y consejo académico, sino también la fortaleza para completar este importante logro. Fueron muchos años de comunicación al final de la jornada de trabajo por Skype, Teams y sucedáneos. ¡Muchas gracias!

Los que han estado a mi lado durante este tiempo de una u otra manera, ¡gracias a todos!

Resumen

El marco metodológico para el desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora en organizaciones orientadas a proyectos de investigación es un enfoque estratégico que busca impulsar la innovación y el crecimiento en dichas organizaciones. Este marco se basa en la identificación y gestión de recursos humanos, físicos y tecnológicos, así como en la implementación de procesos de mejora continua. Se busca fortalecer la cultura de innovación, promover la colaboración y transferencia de conocimiento, y fomentar la participación de investigadores senior como expertos y patrocinadores. El marco también implica la evaluación y monitoreo de la capacidad innovadora, y la promoción de la transferencia de conocimiento, además de la colaboración con otras entidades.

Este marco metodológico se ha construido utilizando la teoría de los ecosistemas de innovación como base fundamental. Esta teoría reconoce que la innovación no se produce en aislamiento, sino que es el resultado de interacciones complejas entre diferentes actores y recursos en un entorno colaborativo. En este sentido, el marco metodológico promueve la creación de un ecosistema de innovación en la organización, involucrando a múltiples partes interesadas, como investigadores, personal técnico, patrocinadores, clientes, proveedores y socios estratégicos.

Se destaca el importante papel de los investigadores senior en este marco metodológico. Estos investigadores, con su vasta experiencia y conocimientos especializados, actúan como expertos y patrocinadores, brindando orientación y apoyo a la entidad de investigación. Su participación contribuye a la transferencia de conocimiento, promoviendo un ambiente propicio para la generación de ideas innovadoras y la resolución de problemas complejos. Además, los investigadores senior aportan una perspectiva estratégica y una red de contactos valiosos, facilitando la colaboración externa y la búsqueda de oportunidades de financiamiento y colaboración.

Al implementar este marco metodológico, las organizaciones orientadas a proyectos de investigación pueden maximizar su capacidad para generar ideas innovadoras, desarrollar soluciones creativas y mantenerse a la vanguardia en su campo de especialización.

Palabras Clave

Motivación de investigadores industriales, patentes industriales, propiedad intelectual, innovación empresarial, investigación industrial, marco metodológico, mantenimiento de la capacidad innovadora, ecosistemas de innovación

Abreviaturas y acrónimos

AHP	<i>Analytical Hierarchical Process</i>	Proceso de Jerarquía Analítica
EAM	<i>Extension analysis method</i>	Método de Análisis de Extensión
EPO	<i>European Patent Office</i>	Oficina Europea de Patentes
FAHP	<i>Fuzzy AHP</i>	Proceso de Jerarquía Analítica Difuso
ISA	<i>International Sociological Association</i>	Asociación Sociológica Internacional
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>	Indicador clave de desempeño
MCDA	<i>Multiple-Criteria Decision-Making</i>	Toma de Decisiones Multicriterio
PCM	<i>Pair comparison matrix</i>	Matriz de comparación por pares
WIPO	<i>World International Property Organization</i>	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual

Índice General

I	Introducción	1
1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	Justificación del problema	4
1.2	Objetivos de la tesis doctoral	5
1.3	Estructura de la tesis doctoral	6
II	Contexto teórico	9
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
2.1	Introducción. Contribuciones de los investigadores senior a los sistemas de innovación	11
2.2	Productividad científica y edad. Enfoque individual y grupal	14
2.3	Productividad científica y edad. Enfoque organizacional	15
2.4	Contribuciones tácitas de los investigadores veteranos	16
2.5	Roles de los investigadores veteranos	19
2.5.1	Investigadores senior como mentores/ <i>coach</i>	21
2.5.2	Otros posibles roles de los senior	22
2.6	Ecosistemas de innovación	24
2.6.1	Otros ecosistemas empresariales	26
2.6.2	Roles dentro de un ecosistema de innovación	29
2.7	Sobre la revisión de literatura y el marco de la tesis	29
3	MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1	Estudio de caso. Análisis cuantitativo de patentes	34
3.2	Estudio de caso. Análisis cualitativo	36
3.3	Aplicación de la técnica de decisión multicriterio Fuzzy AHP	41
III	Resultados de la investigación	45
4	PATENTES Y EDAD DEL INVESTIGADOR. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CASO	47
4.1	Estudio cuantitativo de patentes en la organización	48
4.1.1	Estudio de patentes: Análisis y discusión a nivel individual	48
4.1.2	Estudio de patentes: Análisis y discusión a nivel organizacional	51
4.2	Estudio cualitativo con investigadores	55
4.2.1	Motivaciones para patentar	55

4.2.2	Evolución de la productividad científica con la edad. Indicadores	57
4.2.3	Discusión de resultados del estudio de patentes	59
5	CONTRIBUCIONES Y ROLES DEL INVESTIGADOR SENIOR EN EL SECTOR INDUSTRIAL: RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CASO	61
5.1	Contribuciones tácitas del investigador senior en una empresa industrial	61
5.2	Roles del investigador senior en una empresa industrial	64
5.3	Aplicación de Fuzzy AHP para la jerarquización de las contribuciones del investigador senior en la empresa industrial	67
5.4	Discusión de resultados del estudio de contribuciones y roles	76
IV	Discusión y propuesta metodológica	77
6	RETOS EMPRESARIALES Y SOCIALES LIGADOS AL ENVEJECIMIENTO DE LOS INVESTIGADORES EN EL SECTOR INDUSTRIAL	79
6.1	La carrera profesional	80
6.2	La retención de talento	81
6.3	La transferencia de conocimiento	83
7	MARCO METODOLÓGICO PARA EL MANTENIMIENTO DE LA CAPACIDAD INNOVADORA DE LAS ORGANIZACIONES	85
7.1	Propuesta de Marco Metodológico	86
7.2	Fase 0 - Definición de los objetivos y alcance	88
7.3	Fase 1 - Análisis de estado actual	91
7.4	Fase 2 - Estudio de las fuentes de conocimiento	97
7.5	Fase 3 - Creación de un plan de mejora de la capacidad innovadora	101
7.6	Fase 4 - Implementación y réplica	104
V	Conclusión	113
8	CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS	115
8.1	Conclusiones del estudio	115
8.1.1	Conclusiones a los objetivos	115
8.1.2	Conclusiones a los objetivos secundarios	118
8.1.3	Respuestas a las hipótesis de investigación	120
8.1.4	Respuesta a la pregunta de investigación	123
8.2	Desarrollos futuros	124
8.3	Limitaciones	125
8.4	Publicaciones derivadas de la tesis doctoral	126

Índice de tablas

2.1	Estereotipos positivos y negativos en el trabajo que se tienen sobre las personas jóvenes y mayores. Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 2021 [1]	13
2.2	Contribuciones y roles de los investigadores senior en la literatura. Fuente: Producción propia	20
2.3	Descripción general de las condiciones de contorno del tipo de ecosistema. Fuente: Cobben <i>et al.</i> [2]	28
2.4	Roles durante el surgimiento de los ecosistemas de innovación. Fuente: De-dehayir <i>et al.</i> [3]	31
3.1	Características de los profesionales entrevistados en el estudio. Fuente: Producción propia	39
3.2	Escala Fuzzy Triangular utilizada. Fuente: Producción propia	43
3.3	Descripción de los decisores. Fuente: Producción propia	44
4.1	Motivaciones para patentar en una empresa industrial madura. Fuente: Producción propia	56
5.1	Contribuciones específicas de los investigadores senior de una empresa industrial. Fuente: Producción propia	65
5.2	Roles que el investigador senior puede desempeñar en una empresa industrial. Fuente: Producción propia	66
5.3	Aportaciones de la literatura para sustentar el modelo jerárquico de contribuciones. Fuente: Producción propia	68

Índice de figuras

1.1	Flujo secuencial de etapas metodológicas para el desarrollo de la investigación	7
2.1	Cuatro formas de transferencia del conocimiento. Fuente: Producción propia con información de Nonaka [4]	17
3.1	Codificación temática en Nvivo v11. Fuente: Producción propia	40
3.2	Codificación axial en Nvivo v11. Fuente: Producción propia	41
3.3	Ejemplo del cuestionario sobre la priorización de criterios. Fuente: Producción propia	44
4.1	Edad del inventor en el momento de otorgamiento de la patente (eje x) con respecto al número de autores en ese rango de edad (eje y). Fuente: Producción propia	49
4.2	Número de patentes concedidas a cada investigador. Fuente: Producción propia	50
4.3	Número de patentes por año otorgadas a la empresa y sus originarias a lo largo de los años. Fuente: Producción propia	52
4.4	Patentes otorgadas a la empresa vs. tendencia mundial entre 2004 y 2018. Fuente: Producción propia con base en WIPO [5]	53
5.1	Modelo AHP para el estudio de las contribuciones tácitas de los investigadores senior industriales. Fuente: Producción propia	67
5.2	Contribuciones de los investigadores senior a su organización o grupo de trabajo. Fuente: Producción propia	69
5.3	Importancia de los criterios de evaluación de las contribuciones de los investigadores senior a su organización. Fuente: Producción propia	70
5.4	Dendogramas de decisores: análisis general. Fuente: Producción propia	71
5.5	Dendogramas de decisores: análisis por criterios. Fuente: Producción propia	72
5.6	Dendogramas de decisores: análisis por contribuciones. Fuente: Producción propia	72
5.7	Dendogramas de decisores: análisis de contribuciones fijando el criterio de productividad individual. Fuente: Producción propia	73
5.8	Dendogramas de decisores: análisis de contribuciones fijando el criterio de productividad grupal u organizacional. Fuente: Producción propia	73
5.9	Dendogramas de decisores: análisis de contribuciones fijando el criterio de innovación del equipo u organizacional. Fuente: Producción propia	74
5.10	Dendogramas de decisores: análisis de contribuciones fijando el criterio de desarrollo de los investigadores junior. Fuente: Producción propia	74
5.11	Contribuciones de los investigadores senior, según los expertos senior. Fuente: Producción propia	75

5.12	Contribuciones de los investigadores senior, según los expertos junior. Fuente: Producción propia	75
6.1	Contribuciones, roles y retos de los investigadores senior en una organización industrial privada. Fuente: Producción propia	79
7.1	Estructura del marco metodológico. Fuente: Producción propia	86
7.2	Modelo general de influencia de los investigadores senior. Fuente: Producción propia	87
7.3	Principales tareas y responsabilidades de los senior expertos y patrocinadores en el ecosistema de innovación. Fuente: Producción propia	101

Parte I

Introducción

1. INTRODUCCIÓN

La investigación en las empresas industriales es esencial para su perennización, ya que les permite desarrollar nuevos productos, mejorar los existentes y adaptarse a las necesidades cambiantes del mercado; puede además mejorar la eficiencia operativa de sus procesos, la reducción de costos y aumentar la competitividad en un entorno cada vez más globalizado. La inversión en investigación y desarrollo puede ayudar a las empresas industriales a mantenerse a la vanguardia de la innovación y a ser líderes en su sector.

Es importante destacar que la investigación en las empresas industriales no se limita a la ciencia y la tecnología. También puede incluir investigación de mercado, investigación de la competencia y análisis de datos, entre otros enfoques.

Un elemento clave para perennizar las empresas es la innovación, administrada generalmente por los departamentos de investigación en las organizaciones industriales privadas. La innovación es un proceso de mejora o creación de nuevos elementos que tienen un impacto positivo en el mercado. Es un concepto clave en el ámbito empresarial, donde se busca satisfacer las necesidades de los consumidores y ofrecer productos exitosos. La innovación se logra mediante el conocimiento de los productos, el mercado y las necesidades de los consumidores. Es esencial para mantenerse al día en una sociedad en constante evolución, y se considera como el motor de la empresa.

La innovación no solo es importante para el éxito de las empresas, sino que también es esencial para el desarrollo económico y social de los países. La capacidad de innovar es un factor clave para la competitividad de las empresas y la economía en general, ya que permite a las empresas crear nuevos productos y servicios, mejorar la eficiencia y la calidad de los procesos, y adaptarse a los cambios en el mercado y en el entorno empresarial. Las innovaciones pueden también mejorar la calidad de vida de las personas, resolver problemas sociales y medioambientales, y contribuir al desarrollo sostenible.

Por otro lado, la innovación también puede ser impulsada por factores externos a la empresa, como la competencia, la regulación gubernamental o las demandas de los consumidores. Las empresas que no están dispuestas a innovar corren el riesgo de quedarse atrás en el mercado y perder su relevancia en la economía. En definitiva, la innovación es un factor clave para el éxito empresarial y el desarrollo económico y social de los países. Las empresas deben estar dispuestas a invertir en investigación y desarrollo, y fomentar una cultura de innovación y creatividad para adaptarse a los cambios del mercado y aprovechar las oportunidades que se presenten.

La participación de los investigadores senior en la capacidad innovadora de una organización puede proporcionar una serie de beneficios como la generación de nuevas ideas,

la transferencia de conocimientos, la mentoría y el liderazgo, y soporte en la colaboración interdisciplinaria.

La definición de investigador senior se puede tomar como aquel que tiene una amplia experiencia y trayectoria en su campo de estudio. Se trata de un profesional altamente calificado y reconocido por sus logros y contribuciones significativas en la investigación. La definición exacta puede variar según el contexto y la institución, pero generalmente se refiere a un investigador con extensa experiencia y trayectoria profesional, que es reconocido por sus pares, es prestigioso en su campo de estudio, y es considerado líder y mentor para las futuras generaciones. Aunque existen muchos atributos para designar si un investigador puede considerarse senior, para el desarrollo de este estudio, se utilizan dos parámetros fácilmente cuantificables: al menos 10 años en el sector de trabajo de la empresa del estudio y por lo menos 20 años de experiencia profesional luego de la finalización de sus estudios (lo cual haría que la persona tuviese por lo menos 45 años de edad, en la mayoría de los casos, si se considera un doctorado como último grado académico).

Mucho se ha escrito sobre la importancia de la innovación y el efecto que produce en todo tipo de organizaciones pero, desde el punto de vista del autor, esta tesis es una de las primeras en España en considerar el aporte que los investigadores senior de una entidad privada hacen a la gestión de la investigación y a sí misma. Para lograr una capacidad innovadora efectiva, se requiere de un enfoque metodológico sólido que guíe y sistematice el proceso de desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora en la organización. El presente documento presenta un marco metodológico diseñado para abordar estas necesidades específicas de las organizaciones orientadas a proyectos de I+D+i. Este marco se enfoca en la identificación y el fortalecimiento de los factores clave que contribuyen al éxito de la innovación en la organización, y se puede aplicar a lo largo de todo el ciclo de vida de la capacidad innovadora de la organización, desde su diseño inicial, pasando por los procesos de evaluación y mejora continua.

Una de las directrices de los centros de investigación es la innovación, que es un proceso continuo y dinámico que implica la introducción de nuevas ideas, productos, servicios o procesos en una organización. Los investigadores senior juegan un papel fundamental en este proceso, ya que cuentan con una amplia experiencia y conocimientos especializados que les permiten identificar oportunidades de innovación y desarrollar soluciones efectivas y creativas para abordarlas. Dentro del marco metodológico, este documento se centrará en el papel que los investigadores senior tienen en la investigación de las empresas industriales.

1.1. Justificación del problema

La innovación es una fuente importante de crecimiento de las empresas y un factor determinante para su ventaja competitiva, por lo cual el mantenimiento de la capacidad innovadora es vital para utilizar eficazmente sus recursos inventivos y la producción y/o adaptación de nuevas tecnologías. Dicho mantenimiento de la capacidad innovadora depende de múltiples factores, tanto externos como internos, entre los cuales se pueden resaltar su actitud deliberada hacia la innovación —que concierne su proactividad y orientación a resultados—, la adopción de procesos de innovación, un entorno estimulante dentro de la organización, el se-

guimiento apropiado a todo el conjunto de actividades y, principalmente, un equipo humano con las capacidades y actitudes para desarrollar y mantener dicha capacidad innovadora.

Con respecto a los recursos humanos de la organización, uno de los aspectos que preocupan a las empresas es el envejecimiento de sus plantillas, consecuencia del envejecimiento de la población de las sociedades industrializadas, la estabilización de los empleados que se incorporan a la organización, y su consecuente impacto en su capacidad innovadora. Por tanto, es importante profundizar en el conocimiento de la relación entre la edad de los investigadores y la creatividad, los ratios de innovación y la competitividad. Para los equipos de innovación, en general, la relación entre edad y productividad científica puede ser influenciada por factores como el campo de estudio, el apoyo institucional, las habilidades del investigador, y factores personales y familiares.

Entender los aportes que puede proporcionar un investigador en las diferentes etapas de su vida profesional se convierte en una oportunidad para conocer como evaluar su desempeño, identificar sus fortalezas y debilidades, desarrollar oportunidades de formación y mejora, generar oportunidades de transferencia de conocimiento, planificar el futuro del individuo y de la organización, y entender la mejor manera de reconocer y recompensar su trabajo. Una gestión adecuada es esencial para mantener un ambiente de trabajo positivo, motivar a los empleados, retener el talento y mejorar la productividad y rendimiento de la empresa.

Si la empresa no logra entender y gestionar correctamente sus recursos humanos, especialmente aquellos dedicados a la innovación, se podría generar baja motivación y compromiso de los investigadores, pérdida de talento al no sentir valorado su aporte, dificultades para atraer nuevos talentos y fomento de conflictos laborales. Dado este escenario, es muy posible que la capacidad innovadora de la organización no pueda mantenerse en el tiempo, reduzca su competitividad y enfrente una visión futura sin posibilidades de crecimiento.

1.2. Objetivos de la tesis doctoral

Para poder diseñar un marco metodológico para el desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora en organizaciones orientadas a proyectos, necesitamos conocer en mayor profundidad la naturaleza de algunos de los factores que están influyendo, así como la forma en que influyen. Por motivos de alcance, en este trabajo de investigación se ha escogido el factor de edad de los investigadores, y se han planteado dos objetivos fundamentales:

1. Profundizar en el conocimiento de la productividad y desempeño de los investigadores veteranos en el sector industrial.
2. Construir un modelo de actuación, a partir del objetivo anterior, un marco metodológico que permita aprovechar las fortalezas de los investigadores de mayor edad, de modo que ese factor se convierta en un activo para el mantenimiento de la capacidad innovadora.

A partir de los objetivos anteriores, se plantean los siguientes objetivos secundarios:

- a Analizar cuantitativamente y cualitativamente la productividad científica de los investigadores industriales a lo largo del tiempo.
- b Profundizar en el conocimiento sobre las motivaciones para patentar en las grandes empresas industriales tanto desde el punto de vista organizacional como personal de los investigadores.
- c Identificar los retos a los que se enfrentan las organizaciones industriales innovadoras, teniendo en cuenta el envejecimiento de su plantilla de investigadores.
- d Diseñar, a partir de los retos identificados, un marco metodológico para el desarrollo de políticas de gestión de recursos humanos que favorezca el mantenimiento de la capacidad innovadora de la organización.

Con base en los objetivos de esta tesis, la metodología de investigación utilizada se enfoca principalmente en la realización de una investigación biográfica para un equipo de investigadores industriales, en los cuales se revisa cuantitativamente su productividad investigativa, entendida y limitada a la solicitud de patentes. A continuación se hace una investigación cualitativa, buscando conocer el punto de vista de los investigadores senior, por medio de entrevistas a varios de los investigadores que aparecieron en la búsqueda de información cuantitativa, y por medio de la cual se busca lograr información o conocimientos específicos de su parte.

1.3. Estructura de la tesis doctoral

El manuscrito está estructurado en 5 apartados (incluyendo la introducción en la **PARTE I. INTRODUCCIÓN**) y un total de 8 capítulos. La **PARTE II. CONTEXTO TEÓRICO** presenta la revisión bibliográfica que soporta la investigación y los métodos utilizados en el transcurso de esta: una investigación cuantitativa sobre la solicitud de patentes por parte de una empresa industrial, una cualitativa con un grupo de investigadores senior de la misma empresa y una cuantitativa/cualitativa utilizando la técnica de *Proceso Analítico Jerárquico* (AHP, por su acrónimo en inglés) como un sistema de *Ayuda a la Decisión con base en Múltiples Criterios* (MCDA, por su acrónimo en inglés) para determinar la jerarquización de las contribuciones del investigador senior en la empresa industrial.

La **PARTE III. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN** muestra el desarrollo de la investigación de los 3 diferentes ejes y expone los resultados encontrados para responder a las preguntas de la investigación. En la **PARTE IV. DISCUSIÓN Y PROPUESTA METODOLÓGICA** se analizan los resultados de la investigación en cuanto a los retos ligados al envejecimiento de la plantilla y se plantea el marco metodológico para el desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora en organizaciones orientadas a proyectos I+D+i.

Finalmente, la **PARTE V. CONCLUSIÓN** propone las conclusiones del estudio y las propuestas para desarrollos futuros.

La estructura por capítulos de la presente tesis doctoral y el contenido de cada uno de ellos se describen a continuación:

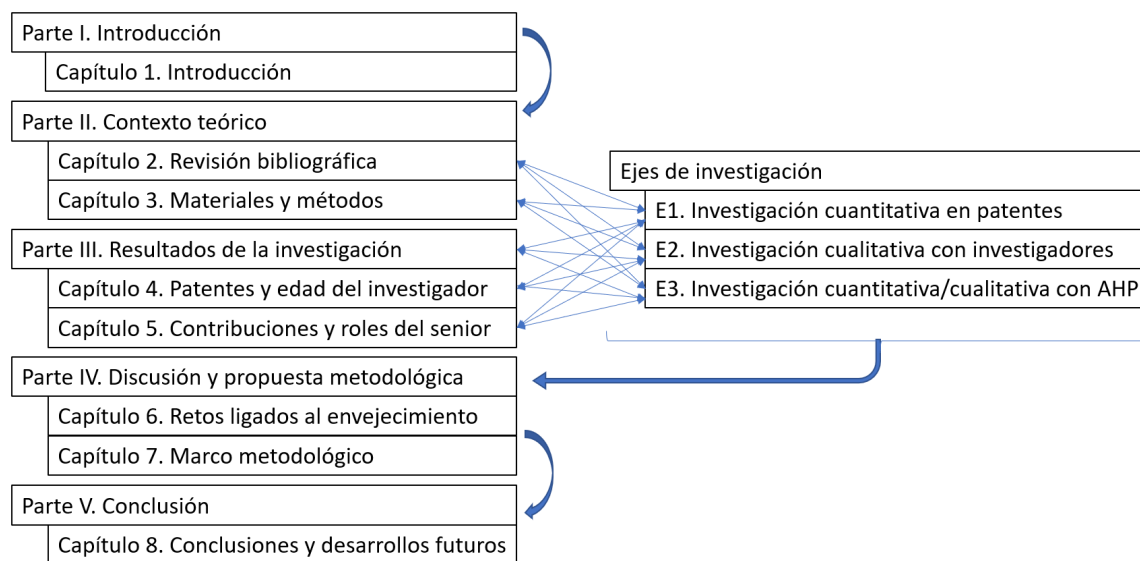


Figura 1.1. Flujo secuencial de etapas metodológicas para el desarrollo de la investigación

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN está dedicado a la presentación de esta tesis doctoral, junto con la definición de sus objetivos y a la descripción de los pasos dados para lograrla.

CAPÍTULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA en la cual se hace un repaso del estado del arte y el avance de las investigaciones en los temas que atañen a esta tesis doctoral, y que genera la pregunta de investigación y la diferentes hipótesis construidas para sostener el proceso de investigación.

CAPÍTULO 3. MATERIALES Y MÉTODOS busca, luego de la revisión bibliográfica, definir los métodos que busquen resolver la pregunta de investigación y las hipótesis. Esta tesis doctoral concluyó 3 ejes de investigación diferentes, buscando resolver ciertas lagunas de conocimiento. Las investigaciones solventaron la ausencia de estudios concretos en esta área del conocimiento.

CAPÍTULO 4. PATENTES Y EDAD DEL INVESTIGADOR es un capítulo que busca analizar la productividad científica de los investigadores, entendida como la cantidad de patentes publicadas, que busca establecer la relación de su senioridad y su rendimiento en esta área.

CAPÍTULO 5. CONTRIBUCIONES Y ROLES DEL SENIOR determina cuales son los principales y contribuciones y roles esperados de un investigador senior. La pregunta de investigación está ligada especialmente a las contribuciones que este grupo poblacional propone a sus organizaciones.

CAPÍTULO 6. RETOS LIGADOS AL ENVEJECIMIENTO es un capítulo que propone algunos retos empresariales y sociales que vienen con el envejecimiento de los investigadores en el sector industrial.

CAPÍTULO 7. MARCO METODOLÓGICO es la propuesta de valor de la tesis doctoral e incluye la creación de un marco metodológico que permita el desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora en organizaciones orientadas a proyectos, con

énfasis en investigación. Este marco busca homogeneizar y simplificar un plan de mejora basado en la experiencia de los investigadores más experimentados de su entorno y, al mismo tiempo, reflejar la complejidad del estudio de la innovación y sus derivados en distintos niveles, alcances y naturalezas

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS establece un análisis de cómo las lagunas de conocimiento han sido resueltas y propone futuras líneas de investigación como continuación de esta investigación.

La figura 1.1 muestra el flujo secuencial de etapas metodológicas que se ha seguido para el desarrollo de la investigación y como los 3 ejes de investigación se interrelacionan en los capítulos 2 al 5 del documento.

Parte II

Contexto teórico

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo está dedicado a presentar la revisión bibliográfica de las investigaciones realizadas: se abordarán los principales conceptos y teorías relacionadas con la productividad científica y la edad, desde un enfoque individual y grupal, hasta llegar a la visión organizacional. Se presenta información de la literatura sobre las contribuciones tácitas de los investigadores veterano y luego se analizan los principales roles que tienen los investigadores senior.

En una primera sección, a manera de introducción, se propone la pregunta de investigación, en la cual se indaga sobre las contribuciones tácitas de los investigadores senior a la productividad inventiva. A continuación se analiza la relación entre la productividad científica y la edad: primero desde un punto de vista individual y grupal, y luego se analiza desde un enfoque organizacional.

Al hacer la revisión bibliográfica sobre la productividad científica y la edad, se pasa a una revisión de las contribuciones tácitas de los investigadores veteranos, que a su vez lleva a la revisión sobre los roles de los investigadores veteranos, primero desde su punto de vista más esperables como mentores/coach y luego otros posibles roles de los senior que surgieron en el estado del arte.

Al final de este capítulo se encuentra un resumen con las cuatro hipótesis de investigación, que surgen luego de la revisión bibliográfica y justifican las investigaciones realizadas.

2.1. Introducción. Contribuciones de los investigadores senior a los sistemas de innovación

Un problema que enfrenta la mayoría de las economías desarrolladas es el envejecimiento de su población, particularmente de sus trabajadores activos [6]. Este estudio tiene como uno de sus propósitos, el comprender las contribuciones y roles que los investigadores senior tienen en el campo de la investigación y la innovación, considerando este último como un factor clave en la competitividad y la supervivencia de la organización [7].

Se ha considerado que, en general, la relación entre la edad y la productividad creativa de la gente tiene una forma de curva con distribución de beta invertida, con un importante incremento en los primeros años y una declinación en los últimos años laborales de la persona [8]. Sin embargo, hoy en día, más y más voces están llamando a cuestionar esta idea, por lo menos parcialmente. Por ejemplo, Appelbaum *et al.* [9] identificaron un número de estereotipos de personas senior que, según estudios empíricos, han reducido la productividad organizacional con características como: reticencia al cambio, reducción en las habilidades de aprendizaje, reducciones en inteligencia y memoria, una motivación reducida y bajas ta-

de innovación y productividad. De igual manera, Appelbaum *et al.* [9] encontraron que los trabajadores de edad avanzada pueden afectar positivamente la productividad, con lo cual la supuesta baja productividad hace solo parte del estereotipo.

Rietzchel *et al.* [10] afirman que cuando un empleado, sea joven o no, pueda mostrar el mismo nivel de creatividad y comportamiento innovador como otras personas en su rango de edad, y que tales características dependen no solo de sus atributos personales, sino también del contexto en el que ellos estuviesen trabajando. Al mismo tiempo aseguran que, si ciertos contextos particulares pueden ser más conductores a comportamientos creativos o innovadores, los resultados dependen de las características personales de la persona trabajando en aquellas circunstancias, incluyendo su edad. Por el contrario, Frosch [11] considera que existen dudas con respecto a la metodología usada en diferentes estudios que alcanzan la conclusión anterior: la hipótesis de Frosch es que la mayoría de los resultados en tales estudios podrían estar inclinados en favor de los trabajadores más jóvenes, en particular, la mayoría de los artículos no consideran las posibles contribuciones de los seniors en otros aspectos más difíciles de medir, nombrados por el autor como contribuciones tácitas.

Con las consideraciones que se acaban de comentar, puede hablarse en este punto del edadismo o la discriminación por edad, término acuñado en inglés como *ageism* o *agism* por Butler [12], buscando describir la discriminación contra los senior y adaptado desde los conceptos de sexismo y racismo. Butler definió *ageism* como la combinación de los tres elementos combinados (edad, sexo y raza). Posthuma *et al.* [13] analizan la discriminación y los prejuicios en el lugar de trabajo contra la población senior, mencionando que los participantes del estudio de mayor edad (e inclusive algunos de menos edad) fueron rechazados y señalados como personas de bajo rendimiento, sólo por el hecho de su edad. Tal como lo mencionan los autores, tal comportamiento sólo puede ser explicado por una reacción emocional subconsciente hacia personas de otro grupo de edad, para el caso en estudio y en relación al de los autores, esta forma de prejuicio se puede manifestar con aversión y deseo de excluirse de la compañía de personas mayores, tal como lo señalan Sterns y Alexander [14], quienes aseguran que es muy común observar que los estereotipos ligados a la edad influyen la toma de decisiones importantes por parte de los manager haciendo análisis subjetivos con respecto a candidatos a futuros puestos o empleados de la empresa.

El Informe Mundial del año 2021 sobre Edadismo, de la Organización Panamericana de la Salud [1], expone que existen tres dimensiones del edadismo que están relacionados con diferentes capacidades psicológicas: pensamientos (estereotipos), sentimientos (prejuicios) y acciones o comportamientos (discriminación). Como ejemplo de estereotipo en el trabajo, la tabla 2.1 muestra los estereotipos positivos y negativos en el trabajo que se tienen sobre las personas jóvenes y mayores.

Los estereotipos encontrados en la tabla 2.1, tanto positivos como negativos, exponen algunas valoraciones que la población en general considera sobre las personas jóvenes y las personas mayores con respecto a su actitud frente al trabajo. Aunque dicho documento considera que las personas mayores del análisis son aquellas entre la tercera edad (entre 60 y 80 años) y la cuarta (mayores de 80 años), algunos de los investigadores senior pueden estar dentro de la tercera edad, estando éstos en la última fase de su carrera.

Estereotipos	Las personas jóvenes son	Las personas mayores son
Positivos	Enérgicas Ambiciosas Conocedoras de la tecnología Trabajadoras (mediana edad)	Fiables Comprometidas Experimentadas Trabajadoras Hábiles socialmente Buenos mentores y líderes Capaces de afrontar los cambios
Negativos	Narcisistas Desleales Creídas Perezosas Desmotivadas Distraídas	Poco competentes e improductivas Desmotivadas Reacias al cambio Más difíciles de capacitar e incapaces de aprender Poco flexibles Poco competentes tecnológicamente

Tabla 2.1. Estereotipos positivos y negativos en el trabajo que se tienen sobre las personas jóvenes y mayores. Fuente: Organización Panamericana de la Salud, 2021 [1]

Las contribuciones tácitas, mencionadas por Frosch [11], emanan del concepto de conocimiento tácito que McAdam *et al.* [15] definen como el “conocimiento práctico desarrollado de la experiencia directa y la acción: altamente pragmático y específico a cada situación, subconscientemente entendido y aplicado, difícil de articular, usualmente transmitido por medio de la conversación interactiva y la experiencia compartida”. Rosenberg [16] define el conocimiento tácito como “el conocimiento de técnicas, métodos y diseños que funcionan de ciertas maneras y con ciertas consecuencias, inclusive cuando nadie puede explicar exactamente por qué”.

La información que ha sido expuesta hasta ahora, nos lleva a la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las contribuciones tácitas que investigadores en edad avanzada proveen dentro de una organización contribuyendo a la productividad inventiva de la misma de una u otra manera?

El autor de este documento, en compañía de sus directores de tesis, consideran que es una pregunta que no ha sido suficientemente respondida de acuerdo con la literatura disponible en la materia. De hecho, difícilmente hay algún estudio que tome este problema desde el punto de vista de los investigadores senior. Los resultados de esta investigación proveen mayor conocimiento en la contribución de la mayoría de los trabajadores científicos sénior en la capacidad innovadora de una organización. Sin incluir los científicos senior en particular, autores como Jotabá *et al.* [17], proponen una revisión de literatura en los desarrollos de la

gestión de recursos humanos que hayan podido adoptar ciertas prácticas innovadoras en organizaciones similares, incluyendo una sección en motivaciones y obstáculos en la adopción de tales prácticas; ellos consideran que algunas características que pudiesen ser relevantes en la investigación propuesta por su artículo, sin embargo, ellos solo lo sugieren como una fuente de conocimiento general y un esquema de aprendizaje en el marco de adopción de prácticas innovadoras en la gestión de los recursos humanos.

2.2. Productividad científica y edad. Enfoque individual y grupal

Existe una gran necesidad de una mejor comprensión de las asociaciones de la edad con la creatividad y la innovación. Las relaciones entre la edad y la creatividad en el trabajo todavía están poco estudiadas. Una excepción es el dominio profesional de la ciencia, que ilustra la complejidad de esa relación [10].

Como afirma Simonton [8], y citado por cientos de estudios, una forma de curva de distribución beta invertida relaciona la edad y la productividad de las trayectorias profesionales. Sin embargo, se han encontrado diferencias significativas según el campo científico. Rorstad y Aksnes [18] y Sugimoto *et al.* [19] distinguen claramente entre las ciencias sociales, donde la productividad no disminuye claramente con la edad, y las disciplinas técnicas. Dentro de las disciplinas técnicas también se han encontrado perfiles de curvas diferenciadas [20] [21] [18]. Goodwin y Sauer [22] diferencian entre perfiles de alta y baja productividad, encontrando que la caída es mucho menor entre los investigadores más productivos.

Okrah e Irene [23] encontraron que la creatividad e inteligencia individuales importan mucho menos para la innovación que las conexiones y las redes de trabajo (*networking*), ayudando, entre otros, a vencer los procesos burocráticos institucionales que generan pérdidas de tiempo, y que a un horizonte mayor, acelera la innovación.

Sturman [24] realizó un meta-análisis sobre el tema y concluyó que no existe una relación en forma de U invertida (o en forma de beta) entre la edad y el desempeño en todas las variantes temporales y contextos laborales. Por consiguiente, la predicción del desempeño en el tiempo depende de las características de la complejidad del puesto y del sistema de medición del desempeño. El estudio de Rorstad y Aksnes [18], en el que participaron casi 12 400 investigadores universitarios noruegos, muestra que la posición académica es más relevante para la productividad académica que la edad y el género. En los campos analizados, un modelo de regresión mostró que la edad de los investigadores sólo puede explicar entre el 13,5% y el 19% de la variación en la producción de publicaciones a nivel de individuos, lo que significa también que la mayor parte de la variación en las tasas de publicación se debe a otros factores.

Se llega a conclusiones similares en el sector privado: Rietzschel *et al.* [10] afirman que la literatura empírica no respalda las relaciones directas o de orden cero entre la edad y la productividad, y que las relaciones más complejas (moderadas por factores contextuales u otros factores individuales) son más plausibles, indirectas y curvilíneas. Se han analizado algunos de los factores que influyen, por ejemplo, entre otros, la influencia del tipo de carrera que eligieron los profesionales [25] [26], la influencia de un cambio de empresa [27], las

motivaciones de los inventores a patentar [28] [29], el tamaño de la organización [30] y las características personales [31]. Independientemente de los factores anteriores, el número de patentes de los investigadores no está correlacionado con el valor promedio de esos inventos [32], sin mencionar la informalidad de muchas actividades innovadoras [33], y los importantes esfuerzos de la comunidad científica para encontrar métricas sólidas de innovación complementarias. Muchos otros estudios que relacionan las disminuciones de productividad con la edad utilizan el número de patentes registradas como indicadores; sin embargo, los últimos hallazgos desafían su idoneidad. En consecuencia, se puede formular la siguiente hipótesis:

H1: El número de patentes de un investigador industrial no es un indicador suficientemente bueno de su productividad a lo largo del tiempo

2.3. Productividad científica y edad. Enfoque organizacional

En lo que respecta a la innovación, la revisión de la literatura no encuentra evidencia concluyente que afirme que una estrategia de recursos humanos centrada en los jóvenes fomenta (siempre) la innovación [11]. Park y Kim [34] concluyeron que el envejecimiento de la fuerza laboral tendría una influencia positiva en el desempeño de la innovación disponible (*exploitative*, término original en inglés usado por los autores) y tenía una relación en forma de U invertida con el desempeño de la innovación exploratoria. Además, la diversidad de edad sólo atenuó la relación positiva entre el envejecimiento de la fuerza laboral y el desempeño de la innovación explotadora. Recientemente, Sung y Choi [35] encontraron en Corea que la diversidad de edad en las empresas de alta tecnología, con una fuerza laboral relativamente joven, aumentó la innovación empresarial; de la misma manera, observaron que la diversidad de edad aumentó la innovación empresarial para las empresas de alta tecnología, pero no para las empresas que no son de alta tecnología; en consecuencia, sólo las empresas de alta tecnología podrían aumentar la innovación mejorando las variaciones de edad entre los empleados, considerando su fuerza laboral relativamente joven y de edad homogénea. Por otro lado, Mothe y Nguyen-Thi [36] encontraron que el efecto de la diversidad de edad en la innovación depende del patrón de distribución de edad de los empleados: positivo para empresas caracterizadas por grupos de edad heterogéneos (variedad) y negativo para aquellas dominadas por grupos de edad polarizados (polarización).

La permanencia en el cargo de los empleados, un aspecto relacionado con la edad en cierto modo, también ha generado interés. Por ejemplo, según Chen *et al.*, se encontró que los empleados titulares estaban más comprometidos con las organizaciones; sin embargo, no encontraron un efecto significativamente positivo de la edad personal sobre el compromiso. Del mismo modo, una permanencia más prolongada de los empleados en la industria y en la empresa, realzaría el efecto positivo de la antigüedad de la empresa aplicado en la calidad de las innovaciones de explotación, al tiempo que amplificaría el efecto negativo de la antigüedad de la empresa en la calidad de las innovaciones de exploración [37]. Por lo tanto, los efectos negativos de la edad de la empresa en la calidad de las innovaciones exploratorias podrían mitigarse, tal como las utilizan la empresa, por los empleados que tengan una permanencia más baja específica de la empresa y de toda la industria.

Con respecto a la manufactura, en relación con la innovación y el personal involucrado en la fabricación, Brown [38] encontró que para mantener la importancia estratégica del desarrollo de nuevos y el subsecuente incremento en el rendimiento del desarrollo de nuevos productos en la organización, era importante la presencia de tres factores: i) la experiencia del personal, ii) la implicación de los directores más experimentados del negocio (no sólo aquellos relacionados con la parte más funcional) y iii) la contribución de una estrategia de manufactura que facilite la innovación.

Las organizaciones despliegan sus políticas de recursos humanos en función de varios objetivos: uno de ellos puede ser equilibrar la distribución por edades de los empleados, y otro fundamental es adquirir y retener conocimientos; y la contratación de inventores exitosos es un método clásico para lograr el objetivo. La retención del conocimiento puede considerarse como una cuestión de convertir el conocimiento individual explícito o tácito, así como el conocimiento de los empleados mayores, en conocimiento organizacional. Dicho conocimiento podría formalizarse y codificarse de manera suficientemente explícita en formas de trabajo que puedan estandarizarse, a fin de guiar a los empleados más jóvenes en su trabajo. En este contexto, el término ‘tácito’ se refiere a algo que se entiende sin expresarse directamente [39]. Según Polanyi [40], el conocimiento tácito tiene una cualidad personal, lo que dificulta su formalización y comunicación: está profundamente arraigado en la acción, el compromiso y la participación en un contexto específico.

La dimensión del conocimiento tácito es crucial en el entorno actual de rápidos ciclos de vida, corta vida útil de los productos y un énfasis creciente en la innovación exploratoria [41]. La revisión de literatura sistemática y bibliométrica de Thomas y Gupta [42] encontró que el intercambio de conocimiento tácito es un comportamiento clave en las organizaciones innovadoras. Refiriendo a las contribuciones del conocimiento tácito a la innovación, Senker [43] sugiere que la combinación del conocimiento tácito y habilidades apropiadas a un contexto específico podrían describir mejor como expertise en inglés, traducido al español como pericia, habilidad o experiencia en un dominio; característica ésta que podría ser endilgada a los investigadores más senior.

Tanto los aportes científicos como tecnológicos a la innovación incorporan un componente tácito considerable que sólo puede adquirirse mediante la experiencia práctica. De hecho, el conocimiento tácito y las habilidades son particularmente importantes para la metodología científica y la visión científica del mundo [43]. Entonces, se puede formular la siguiente hipótesis:

H2: La productividad de un investigador industrial no necesariamente aumenta o disminuye con el tiempo, sino que cambia de naturaleza, a medida que adquiere habilidades tácitas ligadas a la experiencia

2.4. Contribuciones tácitas de los investigadores veteranos

Nonaka [4] propone un paradigma para la gestión de los aspectos dinámicos de los procesos creativos del conocimiento organizacional. Su propuesta central es que el conocimiento

organizacional es creado a través de una conversión continua entre el conocimiento tácito y el explícito. Para Nonaka, hay cuatro maneras diferentes de transferencia del conocimiento, que se enumeran a continuación y se puede ver gráficamente en la figura 2.1:

1. Desde el conocimiento tácito al conocimiento tácito a través de la **socialización**
2. Desde el conocimiento explícito al conocimiento explícito a través de la **combinación**
3. Desde el conocimiento tácito al conocimiento explícito a través de la **externalización**
4. Desde el conocimiento explícito al conocimiento tácito a través de la **internalización**

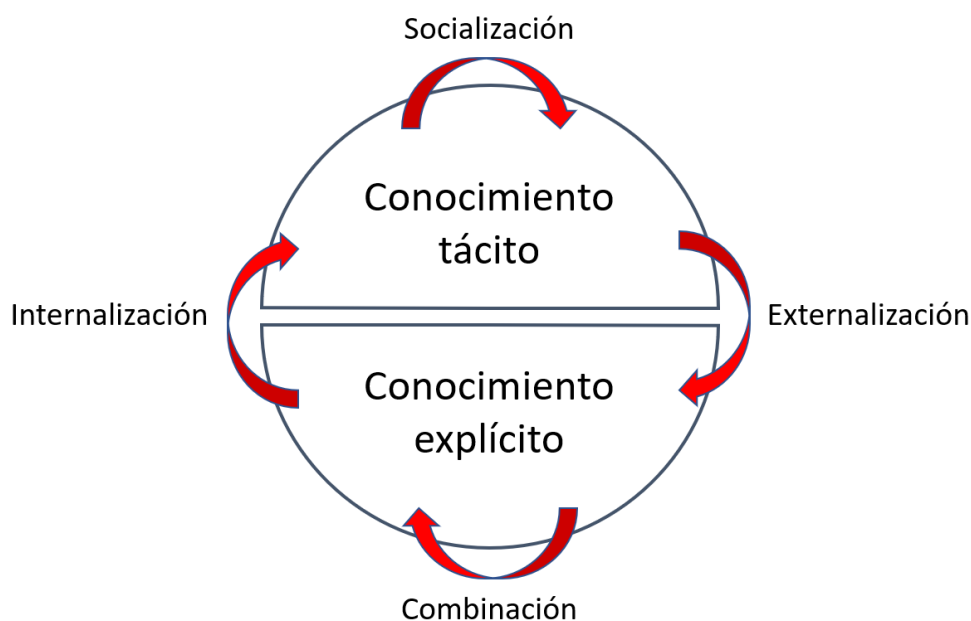


Figura 2.1. Cuatro formas de transferencia del conocimiento. Fuente: Producción propia con información de Nonaka [4]

Un adjetivo similar a tácito, y quizás más usado en la literatura de gestión, es intangible; tal como puede ser el conocimiento intangible o, desde un punto de vista más amplio, los activos intangibles. La mayoría de las definiciones coinciden en el aspecto inmaterial de dichos activos: ellos no tienen materia física ni un valor monetario específico, sin embargo, contribuyen significativamente a la creación de valor para el negocio [44]. Intangible es algo que es imposible tocar, describir exactamente o dar un valor exacto. A pesar de que tácito e intangible están asociados con los diferentes sentidos biológicos, tradicionalmente ambos han sido usados para describir el conocimiento, porque algunas veces es difícil de describir, formalizar y transferir. Sin embargo, Kristandl and Bontis [45] afirman que es posible encontrar y proponer una definición común para los intangibles, derivado de una visión basada en recursos: de acuerdo a ellos, los intangibles son recursos estratégicos de la empresa que permiten a la organización el crear valor sostenible, pero que no están disponibles para un gran número de firmas (rareza), ellos llevan a potenciales beneficios futuros que no pueden ser tomados por otros (apropiabilidad) y que no son fácilmente imitables por la competencia o sustituibles usando otros recursos; de igual manera, no son negociables o transferibles en el

mercado de los factores (inmovilidad) debido al control corporativo. Debido a su naturaleza intangible, son no-físicos, no-financieros, están incluidos en estados financieros, además de tener una vida limitada.

Para que un activo intangible sea considerado dentro de los estados financieros, estos recursos tienen que estar claramente ligados a los productos y servicios de la empresa, identificables de otros recursos y que puedan llegar a ser resultados rastreables de transacciones pasadas. Algunos ítems intangibles son la imagen, la reputación, las tecnologías de la información, el portfolio de clientes, la flexibilidad, el dominio del conocimiento, las habilidades de los empleados, las marcas y las patentes, entre otros, que sean indispensables en el desarrollo organizacional [46]. Se afirma que las organizaciones pueden sustituir activos tangibles y recursos, pero es difícilmente posible el hacerlo con activos intangibles [47].

Otra denominación similar es el capital intelectual, que hace parte de los activos intangibles que pertenecen a la organización o a los cuales tiene acceso [48]: ha sido relacionado con la innovación [49] o el rendimiento [50]. Chatterjee *et al.* [51] estudiaron los efectos moderadores de la edad en el impacto del capital intelectual para el rendimiento de la empresa: encontraron los investigadores que el efecto de los adultos más jóvenes es superior al de los adultos en edad media.

Los grupos de componentes usados con más frecuencia en estudios sobre la influencia del capital intelectual en el rendimiento corresponden a una triada de:

1. Capital humano
2. Capital estructural (organizacional o de proceso)
3. Capital relacional (social o de cliente)

En resumen, el capital humano se refiere al conocimiento (tácito) y las habilidades que tengan las personas de una organización, el capital estructural reúne los sistemas de la organización para la codificación del conocimiento (bases de datos, procesos, patentes, etc.) y el capital relacional se refiere a las redes de contacto externas y sus interacciones. Todos estos capitales afectan positivamente el rendimiento de las organizaciones/regiones/países, pero su influencia no es lineal y depende de varios factores asociados con el contexto y el ambiente que lo rodea [50].

Wang *et al.* [52] añadieron un componente adicional a los tres tradicionales: el componente psicológico. De hecho, ellos aplicaron el concepto de capital intelectual al emprendimiento y reemplazaron el capital estructural con el capital intelectual. Propusieron el concepto de capital intelectual del emprendimiento, incluyendo el humano (edad y educación, experiencias de trabajo profesionales, experiencias de trabajo no profesionales, modelos de rol, etc.), relacional (la confianza y las relaciones con los co-emprendedores) y el capital psicológico (optimismo, autoeficacia, esperanza y fortaleza).

La edad de la compañía aparece muchas veces como un factor influenciado por el capital intelectual, pero la edad de los empleados ha sido raramente considerada. De acuerdo a

Yaseen *et al.* [47], el efecto del capital relacional en la ventaja competitiva es moderada por la edad y es mucho más fuerte entre los hombres jóvenes. Ginesti [53] analizó las características de los CEO y el capital intelectual, y encontró evidencias de que las compañías con CEO de más edad demostraron una mejor eficiencia del capital intelectual.

El conocimiento tácito continuará jugando un rol primordial en la innovación, especialmente con la complejidad de los sistemas y la aparición de nuevas tecnologías [43]. Sería interesante saber cómo el know-how de los investigadores de mayor edad contribuye al mejoramiento de algunos de los activos intangibles de las organizaciones comprometidas con la innovación. En vista de esto, la siguiente hipótesis es propuesta para la investigación:

H3: El conocimiento tácito es probablemente una de las contribuciones tácitas más obvias de los investigadores senior, enriqueciendo así el capital intelectual de la organización

2.5. Roles de los investigadores veteranos

Existen pocos estudios que aborden los roles que juegan los trabajadores senior en sus organizaciones. Casi todos ellos se circunscriben a entornos sanitarios o escolares. En cualquier caso, la literatura de recursos humanos reconoce el papel de los trabajadores veteranos como depositarios de recuerdos organizacionales y mentores potenciales [54]. De todos modos, además de su edad, las contribuciones-roles se deben a la experiencia y, en particular, al tiempo en la organización [54].

La investigación de esta tesis tiene como premisa que los investigadores senior, debido a su experiencia, pueden hacer contribuciones valiosas a la organización, que probablemente los investigadores más jóvenes no están en capacidad de proveer. Las organizaciones necesitan entender los roles que algunas veces toman éstos veteranos en su posición laboral, con el objetivo de facilitar los procesos de contribución.

La tabla 2.2 propone una síntesis de algunos autores en la literatura con respecto a las contribuciones y roles de los investigadores senior en organizaciones con equipos de innovación.

Por otra parte, existen estudios que relacionan a los trabajadores mayores con la innovación o el desempeño organizacional. Por ejemplo, debido a su experiencia, los investigadores senior aumentan el rendimiento del equipo [55]. De la misma manera, se encontró que los grupos de edad diversa tienen un mayor rendimiento para tareas complejas, y es independiente del tamaño del grupo [62], y la diversidad de edad y la diversidad de antecedentes funcionales aumentan el comportamiento creativo [63]. El envejecimiento de la fuerza laboral tiene una influencia positiva en el desempeño de la innovación disponible y tiene una relación en forma de U invertida con el desempeño de la innovación exploratoria. Además, la diversidad de edad sólo atenúa la relación positiva entre el envejecimiento de la fuerza laboral y el desempeño de la innovación disponible [34].

Referencia	Contribuciones y roles de los senior
Gellert & Kuipers [55]	Incremento en el nivel de experiencia y conocimiento entre los miembros del equipo Toman mayor ventaja de la información disponible
Dayan [56]	Confianza interpersonal
Dunham & Burt [54]	Memoria organizacional Oyentes
Frosch [11]	Comparten su experiencia Transferencia de conocimiento Soporte gerencial Soporte estratégico
Mcintosh & Zhang [57]	Lealtad (estabilidad)
Rowland [58]	Rápido acceso a redes de contacto (network) de información
Park & Kim [34]	Desarrollan tareas más eficientemente, creando ideas mejoradas y reforzando el conocimiento integrado existente Redes de contacto sociales dentro y fuera de la organización
Rietzschel <i>et al.</i> [10]	Incrementan la motivación en los junior Se preocupan por la siguiente generación Toman responsabilidad por los otros
Lee <i>et al.</i> [41]	Redes de contacto de co-inventores
Fujiwara [59]	Redes de contacto informales
Schloegel <i>et al.</i> [60]	Conocimiento implícito Visión holística Evaluación de las actividades previstas y coordinación de equipos de proyectos
Wikstrom <i>et al.</i> [39]	Redes de contacto Sabén a quién preguntar
Schmidt <i>et al.</i> [61]	Experiencia técnica Experiencia organizacional Capacidad de consolidación de equipos

Tabla 2.2. Contribuciones y roles de los investigadores senior en la literatura. Fuente: Producción propia

Los investigadores senior, consciente o inconscientemente, comparten conocimientos en el trabajo. Se encontró que tanto las prácticas de intercambio de conocimientos explícitos como tácitos, facilitan la innovación y el desempeño. El intercambio de conocimientos explícitos tiene efectos más significativos en la velocidad de la innovación y el desempeño financiero, mientras que el intercambio de conocimientos tácitos tiene efectos más significativos en la calidad de la innovación y el desempeño operativo [64].

De acuerdo a lo encontrado en la revisión bibliográfica, la mayor parte de los estudios ubican a los investigadores senior, y en general a los trabajadores de mayor edad en las organizaciones, como mentores o coach de sus colegas más jóvenes. Dicho esto, se puede entender que la mentoría o coaching se entienden como las actividades más relevantes de los investigadores senior. A continuación se hace un foco en el rol de los investigadores veteranos como mentores/coach y posteriormente se exponen otros roles posibles de dichos investigadores en los equipos de innovación.

2.5.1. Investigadores senior como mentores/ *coach*

Los programas típicos de mentoría emparejan a empleados experimentados (mentores) con empleados más jóvenes que tienen menos experiencia (protegidos, aprendices, mentorizados o *mentees*) dentro de una relación de 6 a 12 meses [65]. Hopkins-Thompson [66] distingue entre mentoring y coaching. El mentor se centra más en el proceso de socialización del mentee en la organización, mientras que el coach se centra más en las habilidades específicas necesarias para realizar un determinado trabajo. Abbidin [67], por su parte, se centra en la diferencia de los métodos a utilizar, ya que el entrenador instruye, mientras que el mentor aconseja. En este artículo, mentoring y *coaching* serán considerados como sinónimos.

Según Kram [68], las funciones de mentoría en el lugar de trabajo se pueden clasificar en dos categorías diferentes: la primera está relacionada con las funciones de carrera, que son los aspectos de las relaciones que principalmente mejoran el avance profesional, tales como el patrocinio, la exposición y visibilidad, *coaching*, las protección y las tareas retadoras. El segundo grupo de funciones están relacionadas con el aspecto psicosocial, las cuales potencian el sentido de competencia, claridad en la identidad y eficacia en el rol directivo; tales funciones son el modelo de roles, la aceptación y confirmación, el asesoramiento y la amistad.

Los beneficios no son solo para el *mentee*, sino que existen también muchos para el mentor, entre los cuales se incluye la satisfacción personal de observar y participar en el éxito de sus *mentees*, la mejora en su desempeño laboral al ser partícipe de nuevas perspectivas y conocimientos, y el aprendizaje de nuevas habilidades como las relacionadas con las tecnologías emergentes de sus aprendices [69]. Además, los mentores pueden ganar reconocimiento entre sus pares y superiores, por ayudar a desarrollar personas de alto potencial dentro de la organización; así como por experimentar sentimientos de inmortalidad al ver triunfar a sus mentorizados o *generatividad* (frase acuñada por Erikson [70], originalmente en inglés como *generativity*, entendiéndose como el deseo de retribuir a la sociedad, la voluntad de instalar y guiar la próxima generación).

Las organizaciones también pueden obtener beneficios notables de las prácticas de mentoría [71], tales como:

- a Capacidad de liderazgo mejorada
- b Transferencia de conocimientos
- c Modelos de rol y credibilidad
- d Acceso a la experiencia
- e Mejora de la comunicación
- f Retención y mayor compromiso de sus empleados

Swap *et al.* [72] concluyeron que la mentoría y la narración de historias pueden apalancar el conocimiento de una organización, particularmente su conocimiento tácito, para desarrollar capacidades centrales.

Con respecto a la manera de realizar la mentoría, autores como Wang y Wang [64] encontraron que la interacción cara a cara es el principal medio para compartir conocimientos tácitos entre mentor y *mentee*. Puede verse la mentoría como una práctica productora de conocimiento a nivel micro.

Singh *et al.* [73] encontraron que los mentores transfieren conocimientos tácitos tanto a los aprendices como a las organizaciones, y Bryant [74] detectó que los niveles más altos de tutoría entre pares estaban relacionados con niveles más altos de creación e intercambio de conocimientos. Se podría llegar a concluir que el *coaching* y la mentoría se consideran directivas competitivas para cultivar la innovación y la creatividad en entornos empresariales turbulentos [75].

Cohen *et al.* [76] sugieren que los programas de mentoría pueden mejorar la productividad de la investigación, al tiempo que incorporan características de rendición de cuentas, como informes formales de progreso y retroalimentación de las actividades de mentoría. Al-Zoubi *et al.* [77] encontraron que la tutoría tuvo un efecto positivo en la creación de nuevas ideas innovadoras. Por todo lo anterior, puede plantearse la siguiente hipótesis:

H4: La mentoría/coaching es el papel principal que juegan o podrían jugar los investigadores senior en las organizaciones de investigación

2.5.2. Otros posibles roles de los senior

No existen muchos estudios significativos que abordan el rol o roles que pueden desempeñar los trabajadores senior en las organizaciones de investigación, sin embargo algunos de ellos proponen ciertas manifestaciones que, aplicándose a otros ámbitos, son transponibles a las de un investigador senior, en las que puede aprovechar su experiencia y posición, entre ellas:

El senior como gestor de proyectos (project manager)

Una investigación de Alkhudary y Gardiner [78] encontró que al final de su carrera, los gestores de proyectos tienen principalmente tres caminos para concluir su vida laboral: desempeñarse como consultor o coaching, ser considerado experto en gestión de proyectos, o gestionar un negocio. Los investigadores resaltaron las motivaciones de los gestores de proyectos al final de su carrera y en su transición de gestor a experto o consultor interno. Propusieron que las empresas deberían ofrecer mayor transparencia e incentivos para motivar a los mejores gestores de proyectos, para que estos lleguen a convertirse en expertos que apoyen a la organización en su etapa final de carrera. Esto será cada vez más relevante en el futuro debido a la creciente presión por reducir costos, aumentar el valor, automatizar tareas y llevar a cabo la transformación digital. Según Walker y Lloyd-Walker [79], el papel del gestor de proyectos está cambiando, y cada vez será más importante contar con la experiencia de los expertos para las tareas no rutinarias y la automatización de las tareas de gestión de proyectos rutinarias.

El senior como patrocinador de proyectos (*project sponsor*)

La mayor parte de la literatura enfoca el rol del profesional senior en su rol de mentor. Sin embargo, algunos autores como Breese *et al.* [80] menciona el rol del senior como patrocinador de proyectos, concluyendo que tanto la patrocinio/orientación como la investigación, son factores clave para el éxito de un proyecto, entendiendo dicho patrocinio como la principal contribución del senior. Los autores de dicho estudio destacan también que el rol de patrocinador del proyecto se entiende en términos de responsabilidad, rendición de cuentas y gobernanza de la misma manera que la posición sustancial del senior.

Breese *et al.* [80], mencionando diferentes autores que confirman que la antigüedad/experiencia (*seniority*, en inglés) es un requerimiento clave para el patrocinador del proyecto, en términos generales, aseguraron que entre más experimentado sea un individuo en su organización, mayor será el alcance de sus responsabilidades y menor será el tiempo que ellos le pueden dedicar al rol de patrocinador de proyectos, por lo cual ellos podrían no estar tan comprometidos ni tener la disponibilidad suficiente [81].

El senior como conexión con otros estamentos de la organización / encargado de tomar decisiones

Un estudio de Brown [38] mencionó que el personal de fabricación senior era vital para ayudar a decidir y hacer la conexión con los socios tecnológicos (internos o externos) más apropiados para los proyectos, lo que significa a menudo una conexión más cercana con la dirección corporativa de la organización antes de que se puedan establecer esos vínculos. De igual manera, afirma el autor que ese tipo de rol permite una manera exitosa de conectar la innovación y la manufactura, funcionando los diferentes departamentos/plantas de una mejor manera en el desarrollo de nuevos productos.

Aplicado a la población senior en general, un estudio de Besedeš *et al.* [82] encontró que, en lugar de sufrir de sobrecarga de opciones y simplemente dejar al azar la elección de una alternativa frente a una multitud de opciones, los senior incorporan más heurística a medida que aumenta la complejidad de las tareas. Aunque sea menos probable que las personas mayores identifiquen la mejor opción entre un número creciente de ellas, es mucho más posible que identifiquen una buena opción, definida como el cuartil superior del universo de alternativas. Los investigadores encontraron que a medida que aumenta la complejidad de la elección, las personas tienden a confiar en una mayor cantidad de estrategias heurísticas. Esto se relaciona con la tendencia de las personas a eliminar las opciones menos favorables para una consideración posterior (una siguiente etapa de decisión).

El senior como administrador/líder de la innovación

Slater *et al.* [83], en la revisión de literatura de su investigación, identificaron varios componentes organizacionales que influyen en la capacidad de una empresa para llevar a cabo innovaciones radicales en sus productos. Además de la cultura organizacional, la arquitectura organizacional, el proceso de desarrollo de innovación radical de productos y la estrategia de lanzamiento de productos, hallaron que la primera característica a resaltar es el liderazgo

senior. Con respecto a este mismo estudio, destacaron que estos componentes funcionan de manera diferente en la capacidad de innovación radical en comparación con la capacidad incremental, principalmente porque los primeros exhibieron la cooperación total de los más altos niveles de la jerarquía, tal como lo vieron en un estudio longitudinal de 10 años en más de 700 nuevos productos. Los autores destacan, con respecto al liderazgo de los senior, que pueden influenciar significativamente la cultura organizacional y ésta, a su vez, influencia a los senior en su manera de liderar. De la misma manera, el liderazgo senior tiene un importante efecto en las características de la organización que afectan el proceso de desarrollo de la innovación radical de producto.

Una investigación desarrollada por Ahmed y Philbin [84] encontró que la influencia de los senior *manager* fue mucho más importante que las competencias de liderazgo en los gestores de proyectos del sector social. La presencia de los senior facilitó la misión de los gestores de proyecto con poca experiencia, cuando éstos se involucraron en proyectos más complejos y novedosos, con lo cual, su presencia como moderadores, redujo la importancia de la relación entre las competencias de liderazgo y el éxito de los proyectos. Langner y Seidel [85] hallaron que la alta dirección de la empresa es la que pueda crear un ambiente que promueva la conciencia de los empleados de sí mismo como parte de su comunidad social y crea incentivos para la cooperación, lo que finalmente puede afectar positivamente la actividad innovadora de la empresa.

Usando información del banco mundial con respecto a una encuesta anual a empresas rusas, Okrah e Irene [23] encontraron que los *top manager* tienden a ser más innovadores cuanto más experiencia tengan, como lo mencionan ellos en su estudio, “la experiencia es el mejor maestro y las peores experiencias enseñan las mejores lecciones”. La experiencia ayuda en la creación de networks e incrementa la exposición de los manager a métodos mejorados de gestión.

2.6. Ecosistemas de innovación

Considerando la innovación como el proceso de generar una solución eficiente a un problema o necesidad presente en el campo en el que se aplique, el término de ecosistema de innovación puede ser entendido como el entorno que acompaña a la solución desde que es una idea, entendida como su creación, hasta su correcta implementación, a lo que se puede llamar solución por sí misma.

Jackson [86] define un ecosistema de innovación como la “compleja relación que se forma entre los actores o entidades para los cuales su objetivo funcional es el permitir el desarrollo de la tecnología y la innovación. Los actores del ecosistema de innovación incluyen los recursos humanos y materiales que conforman las entidades participantes del ecosistema”.

Adner [87] es uno de los primeros autores que hicieron crecer el concepto luego de su publicación en *Harvard Business Review*, en el cual determina el concepto de ecosistema de innovación como los “acuerdos de colaboración a través de los cuales las empresas combinan sus ofertas individuales en una solución coherente orientada al cliente. Habilitado por las tecnologías de la información, que han reducido drásticamente los costos de su coordina-

ción, los ecosistemas de innovación han llegado a ser un elemento central en las estrategias de crecimiento de las firmas en una amplia variedad de industrias”. El mismo autor, pero en un artículo de 2017 [88] afirma que el ecosistema es definido por la estructura de alineación del conjunto multilateral de socios que necesitan interactuar para que un valor focal se materialice.

Oh *et al.* [89] en su artículo “*Innovation ecosystem: A critical examination*” consideran que los fomentadores del término “ecosistemas de innovación” han contribuido enormemente a la discusión con respecto a la innovación, sin embargo el prefijo *eco-* es una analogía errónea de los ecosistemas naturales, no aporta sustancia a la conversación y, por otra parte, puede llevar a confusiones y disonancia cognitiva que lleven a posibles políticas erróneas. Los autores aseguran que otros conceptos similares son los parques de ciencia y tecnología, los “tecnópolis”, los sistemas de innovación regional, las ciudades de la ciencia, alianzas público-privadas, modelos de innovación de triple hélice y los clusters de innovación.

Dichos autores (Oh *et al.* [89]) encontraron en su revisión bibliográfica algunas características que hacen que los ecosistemas de innovación sean diferentes a los otros conceptos de ecosistemas:

- **Son más explícitamente sistémicos:** los ecosistemas de innovación proponen una gran conexión entre los diferentes actores de la innovación, que autores como Rice *et al.* [90] muestran la riqueza y diversidad de los actores que pueden dar fuerza al comportamiento emergente.
- **Digitalización:** el rol de las tecnologías de la información juega un papel fundamental en la conexión de los actores de la innovación.
- **Innovación abierta:** en un mundo que se aleja cada vez más de los laboratorios cerrados y la imposibilidad de compartir los resultados de los procesos de investigación, los ecosistemas de innovación permiten generar alianzas y la creación de nuevos productos y servicios que provienen de la unión de ideas de diferentes fuentes.
- **Mimesis del término “ecosistema de innovación”:** el prefijo *eco-*, al ser muy llamativo para la publicidad en este punto de la historia en el cual se hace prioridad a todo lo que llame al respeto de la naturaleza, llamar a algo *eco-*, ecológico, ecosistema o similar, puede ser muy llamativo para el público en general, para los medios de comunicación y para la publicidad en general.
- **Énfasis en el rol de las organizaciones:** A diferencia de otros términos más relacionados con la comunidad y la participación del público en general, los ecosistemas de innovación tienden a ser más un nicho exclusivo de organizaciones e industrias.
- **Mayor importancia a las fuerzas del mercado:** Aunque se puede incluir al estado, sistemas educativos y hasta ONG, los ecosistemas de innovación están más orientados a las entidades privadas

2.6.1. Otros ecosistemas empresariales

Scaringella y Radziwon [91], basados en una selección de más de un centenar de artículos sobre ecosistemas, señalan que existen cuatro principales conceptos de ecosistemas a nivel industrial: Ecosistema de innovación, ecosistema de negocio, ecosistema de emprendimiento y ecosistema de conocimiento. Para el desarrollo de esta tesis doctoral, se propone un marco metodológico con base en el ecosistema de innovación, sin embargo se exponen a continuación los otros ecosistemas.

El ecosistema de negocio

Aunque el ecosistema de innovación ya ha sido bien definida tanto académica como industrialmente, éste ha sido acuñado desde hace menos de dos décadas y el origen del término viene del concepto “ecosistemas de negocios” que, siendo adaptado de la biología, se entiende como el espacio donde unidades homogéneas biológicamente constituyen una comunidad de organismos vivos que interactúan como un sólo sistema con varios componentes en su entorno. Moore [92] hizo un paralelo entre un sistema biológico y uno de negocios, en los cuales las compañías luchan entre sí por nuevas innovaciones, todo dentro de un ambiente comercial determinado. Como lo define el autor, un ecosistema puede entenderse como una combinación de diferentes miembros que interactúan estrechamente no sólo entre sí, sino también con el ambiente por fuera de su sistema.

Iansiti y Levien [93] acuñan el ecosistema de negocio como las “redes de contacto flexibles (de proveedores, distribuidores, empresas de subcontratación, fabricantes de productos o servicios relacionados, proveedores de tecnología y muchas otras organizaciones) afectan, y se ven afectadas, por la creación y entrega de la oferta propia de una empresa. Como una especie individual en un ecosistema biológico, cada miembro de un ecosistema de negocio va finalmente a compartir el destino de la red de contacto como un todo, independientemente de la fuerza aparente de ese miembro en particular”.

Scaringella y Radziwon [91] hacen una revisión de los diferentes autores y determinan que muchos de ellos difieren en la caracterización de los ecosistemas de negocio, incluyendo autores como Li (2009), que señalan tres características primordiales de un ecosistema de negocios:

1. Una red flexible o actores horizontales y verticales
2. Una plataforma de actuación
3. Una evolución/coevolución de dichos actores

Otros autores mencionados por Scaringella y Radziwon [91], para proveer una imagen no sólo del ecosistema como tal sino también las potenciales industrias que pueden emerger de dicho ecosistema, resumen la propuesta como un espacio con tres dimensiones básicas para entender a los ecosistemas de negocios:

1. **Contexto:** en el cual se cubren seis fases, tales como surgimiento, iniciación, diversificación, convergencia, consolidación y renovación.
2. **Configuración:** en el que se consideran diferentes roles, conexiones e interacciones entre varios participantes del ecosistema. Los roles típicos de dicho ecosistema incluyen a una piedra angular, el jugador de nicho, el dominador y el propietario central, quienes pueden ser apoyados por miembros indirectos relacionados con el negocio como los gobiernos y las asociaciones industriales.
3. **Cooperación:** sirve como unión entre el contexto y la configuración, y se enfoca en los roles que los participantes del ecosistema juegan en las diferentes fases. La literatura ofrece dos tipos de cooperación dentro del ecosistema: el primero es la estrategia de los roles para expresar la interacción entre la primera angular, las empresas focales y sus complementadores, y tiene como objetivo nutrir el ecosistema; el segundo tipo de cooperación es un estrategia colectiva basada en procesos que cubre el ajuste, la adopción y la convergencia.

El ecosistema de emprendimiento

El ecosistema de emprendimiento centra su ambiente de negocio alrededor del emprendedor, quien debería contar con el apoyo del gobierno y sus líderes, además del apoyo directo e indirecto de otros miembros del ecosistema, como lo señala Isenberg [94]. Este mismo autor afirma que el “ecosistema de emprendimiento consiste de un conjunto de elementos individuales (tales como liderazgo, cultura, mercados de capital y clientes de mente abierta) que se combina de maneras complejas”.

El término ecosistema de emprendimiento fue inicialmente acuñado por Prahalad *et al.* [95], que se enfoca principalmente en el bienestar económico y la generación de prosperidad. Señalan estos autores que el “ecosistema basado en el mercado permite al sector privado y a los actores sociales, comúnmente con diferentes tradiciones, motivaciones, tamaños y áreas de influencia, el actuar juntos y crear riqueza de manera simbiótica”.

Como concluyen Scaringella y Radziwon [91], el desarrollo del ecosistema de emprendimiento no es tan sólo un juego de dos actores (emprendedor y gobierno) sino que también involucra a las empresas ya establecidas, las universidades y las organizaciones sin ánimo de lucro, entidades todas que comparten la responsabilidad en el desarrollo de los ambientes de desarrollo de negocio. El proceso de involucrar a todos los actores de mercado debe iniciar tan temprano como sea posible, ya que su misión es la de asesorar a los creadores de las políticas públicas con respecto a la creación de marcos metodológicos amigables para el fomento del potencial emprendedor.

El ecosistema de conocimiento

Siendo quizás el ecosistema más alejado de la industria, el ecosistema de conocimiento no es del todo indiferente a las empresas: entidades con sistemas de I+D+i, como la investigada en este trabajo doctoral, pueden considerarse de cierta manera como ecosistemas de conocimiento.

Por definición, en el ecosistema de conocimiento, las actividades principales están centradas en la universidad y su densa red de contactos de las compañías que la rodean. Estas están usualmente en la misma localidad geográfica y, al igual que el actor principal, se enfocan en la generación de conocimiento.

Van der Borg *et al.* [96] definen un ecosistema empresarial basado en el conocimiento como un “conjunto interdependiente de compañías heterogéneas e intensivas en conocimiento”. En su estudio encuentran que las compañías no están alejadas geográficamente y su cercanía tiene como propósito el centrarse en el conocimiento; para tal propósito cuentan con una piedra angular, que para su caso es una institución generadora de conocimiento, también conocida como entidad ancla, que puede ser una universidad o un centro de investigación pública (Clarysse *et al.* [97]). El rol principal de una entidad ancla es la de facilitar los procesos de comercialización de la investigación y el facilitar la conexión entre los participantes; y dicha función es aún más importante cuando el ecosistema consiste de muchos jugadores con diversas formas organizacionales.

Clarysse *et al.* [97] concluyen que el “flujo de conocimiento tácito entre empresas y la movilidad del personal se han planteado como las principales ventajas de la colocación geográfica que caracterizan estos puntos. Dichos puntos críticos se han caracterizado como ecosistemas de conocimiento donde las universidades locales y las organizaciones públicas de investigación desempeñan un papel central en el avance de la innovación tecnológica dentro del sistema”.

	Ecosistema de Negocio	Ecosistema de Innovación	Ecosistema de Conocimiento	Ecosistema de Emprendimiento
Ventaja competitiva	Foco en la empresa focal	Foco en el ecosistema y en el socio	Foco en el ecosistema y en el socio	Foco en el ecosistema
Alcance geográfico	Combinación global y local, local, global	Combinación global y local, local, global	Ubicación geográfica	Local, regional, nacional
Alcance temporal	Foco evolutivo	Foco evolutivo	Foco evolutivo	Foco evolutivo
Orquestación	Empresa focal	Empresa focal	No empresa focal	No empresa focal
Actores	Basado en roles o tipos de socio	Basado en roles o tipos de socio	Basado en tipos de socio	Basado en tipos de socio
Estructura	Plataforma, redes de contacto	Plataforma, redes de contacto, clusters, alianzas	Forma prefigurativa, forma parcial	Clusters, plataforma
Creación y captura de valor	Énfasis en el nivel de captura de valor del socio	Al nivel de ecosistema y socio	Al nivel de ecosistema y socio	Énfasis en el nivel de creación de valor del ecosistema

Tabla 2.3. Descripción general de las condiciones de contorno del tipo de ecosistema. Fuente: Cobben *et al.* [2]

Resumen de los cuatro tipos de ecosistema

Cobben *et al.* [2], siguiendo con la teoría de los cuatro tipos de ecosistemas empresariales, realizan una investigación en el cual proponen una revisión sistemática de las diferentes condiciones de contorno y las metas de cada uno. En la tabla 2.3 se encuentra el resultado de su investigación, en el cual se definen algunas características de los cuatro ecosistemas y se comparan entre ellos.

2.6.2. Roles dentro de un ecosistema de innovación

Un ecosistema de innovación consiste principalmente de actores interdependientes, tales como las empresas, las entidades gubernamentales, las organizaciones sin ánimo de lucro y otro tipo de proveedores de recursos. Este conjunto de miembros juegan diferentes roles en los procesos de creación de valor [92] [96]. En la tabla 2.4, Dedehayir *et al.* [3] proponen los roles típicos que surgen durante el surgimiento de los ecosistemas de innovación, en este se evidencia como un gran número de actores contribuyen al desarrollo del ecosistema a través de sus interacciones, y cada uno de ellos asumen ciertos roles definidos por sus actividades y relación con los otros miembros. Algunos de dichos roles están siempre presentes y otros son más informales y pueden surgir sólo de acuerdo a la necesidad del ecosistema.

En este entorno innovador, cada miembro desempeña una función específica dentro del ecosistema, lo que permite a cada participante comprender claramente cuáles son sus responsabilidades y qué contribuciones debe realizar, como proporcionar información, suministrar recursos, ofrecer capacitación o financiar, entre otras acciones. Dentro del estudio de Dedehayir *et al.* [3], se hace un énfasis particular sobre la posición de campeón, persona comprometida con las metas de los proyectos, rol dominante en muchas de las interacciones de ingeniería e investigación y quién jalona el equipo para llegar al objetivo final. Los autores de dicho estudio comprenden el rol central del campeón dentro del surgimiento de los ecosistemas de innovación y hallaron que este rol no es exclusivo a una persona, sino que puede ser asumido por diferentes individuos dentro de la organización.

2.7. Sobre la revisión de literatura y el marco de la tesis

Aunque existe una amplia variedad de estudios sobre la capacidad innovadora en organizaciones de I+D+i, la revisión de la literatura sugiere que hay un área insuficientemente abordada relacionada con el conocimiento de la productividad y desempeño de los investigadores veteranos en el sector industrial.

Para poder diseñar un marco metodológico para el desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora en organizaciones orientadas a proyectos, que permita aprovechar las fortalezas de los investigadores de mayor edad y convertir este factor en un activo para el mantenimiento de la capacidad innovadora, es necesario profundizar en la comprensión de algunos de los factores que influyen y la forma en que lo hacen. Es fundamental conocer mejor la naturaleza de estos factores y su impacto para poder diseñar estrategias efectivas

y adaptadas a las necesidades de los investigadores veteranos y de las organizaciones en su conjunto.

Considerando que por motivos de alcance en esta investigación se ha escogido el factor de la edad de los investigadores, es importante poder determinar cómo se manifiesta la productividad y desempeño de los investigadores senior en el sector industrial, y poder así construir el marco metodológico aprovechando las fortalezas de dichos investigadores. Dado ese objetivo, algunas fases para llevarlo a cabo incluyen el analizar la productividad científica de un grupo de investigadores a lo largo del tiempo, caracterizar la evolución de un grupo de investigadores en cuanto sus competencias técnicas, de desempeño y personales, entender las motivaciones para patentar los investigadores y la compañía, identificar los retos ligados al envejecimiento de la plantilla y concluir con el diseño del marco metodológico.

Para lograr los objetivos se ha planteado una pregunta de investigación que busca encontrar los aportes implícitos de los investigadores:

¿Cuáles son las contribuciones tácitas que investigadores en edad avanzada proveen dentro de una organización contribuyendo a su productividad inventiva de una u otra manera?

Y para entender el contexto de la investigación se han planteado cuatro hipótesis que alimentan la investigación:

H1: El número de patentes de un investigador industrial no es un indicador suficientemente bueno de su productividad a lo largo del tiempo

H2: La productividad de un investigador industrial no necesariamente aumenta o disminuye con el tiempo, sino que cambia de naturaleza, a medida que adquiere habilidades tácitas ligadas a la experiencia

H3: El conocimiento tácito es probablemente una de las contribuciones tácitas más obvias de los investigadores senior, enriqueciendo así el capital intelectual de la organización

H4: La mentoría/coaching es el papel principal que juegan o podrían jugar los investigadores senior en las organizaciones de investigación

Rol	Descripción del rol (ejemplificado con comportamientos típicos)
Activista	Se opone activamente a las acciones de otros, típicamente en la forma de manifestaciones
Ensamblador	Fabrica productos y servicios por medio del ensamble de componentes, materiales y servicios. Procesa la información suministrada por otros en el ecosistema
Campeón	Se compromete intensamente con las metas generales del proyecto. Juega un rol dominante en muchas de las interacciones de ingeniería e investigación. Sobrepasa los obstáculos técnicos y organizacionales. Jalona el esfuerzo hasta su logro final por pura fuerza de voluntad y energía
Comunicador	Reporta los resultados de investigación y transmite controversias al público general
<i>Complementor</i>	Provee funciones especializadas o una esfera cerrada de experiencia, lo que contribuye a los objetivos del desarrollo holístico de productos
Consultor	Provee información técnica adicional y consejo
Dominador	Adquiere organizaciones vertical u horizontalmente, frecuentemente a pesar del detrimento del bienestar del ecosistema
Líder del ecosistema	Define una gran visión al asegurar la cooperación de las organizaciones para la entrega del valor holístico al cliente. Ejecuta la visión para construir el ecosistema por el propósito de la innovación. Reconstruye el ecosistema si éste se desestabiliza, trayendo los recursos necesario y haciendo las conexiones necesarias
Experto	Descubre, inventa y genera ideas
Administrador funcional	Realiza tareas administrativas rutinarias desde una posición dada en la jerarquía organizacional
Oponente	Se resiste a la cooperación dirigida a una dirección propuesta de desarrollo
Regulador	Toma las decisiones legales en asuntos en contienda. Toma decisiones independientes con respecto a la factibilidad de la innovación
Patrocinador	Recauda o asigna recursos, además de desencadenar los procesos de toma de decisiones con el propósito de promover el desarrollo del ecosistema
Proveedor	Entrega materiales, tecnología y servicios, que serán usados por otros en el ecosistema para la creación de productos o servicios agregados
Usuario	Adquiere y utiliza la innovación para un propósito particular

Tabla 2.4. Roles durante el surgimiento de los ecosistemas de innovación. Fuente: Dedehayir et al. [3]

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio, de manera exploratoria, busca dar elementos de soporte para el diseño de un marco metodológico para el desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora en organizaciones orientadas a proyectos, que permita aprovechar las fortalezas de los investigadores de mayor edad y convertir este factor en un activo para el mantenimiento de la capacidad innovadora.

Luego de la revisión bibliográfica, tal como se vio en el capítulo anteriores, se encontraron ciertas lagunas de conocimiento: no existen estudios concretos en esta área del conocimiento, que, para el estudio del caso, es necesario profundizar en el conocimiento de la productividad y desempeño de los investigadores veteranos en el sector industrial, la comprensión de los factores que le influyen, la forma en que lo hacen y aquello que los motiva.

Al entender que la productividad y el desempeño de los investigadores veteranos, especialmente en sus roles y sus contribuciones, es fundamental para determinar el camino del marco metodológico, con el soporte de los directores de tesis, se determinó un plan de trabajo con **tres ejes de investigación** para dar luz sobre estos vacíos:

1. Realizar un **estudio cuantitativo** sobre una característica relativamente común a los miembros de los centros de investigación de una empresa industrial. Para hacerlo se tuvo en cuenta la cantidad de patentes producidas por los investigadores, los momentos en los cuales se gestó, el número de participantes en cada caso, entre otros.
Buscando en bases de datos de patentes y redes sociales sociales, se logró encontrar información de las patentes y los patentadores. Por medio de este estudio longitudinal se logró establecer una línea base de la productividad a lo largo del tiempo y, adicionalmente, con esta base de datos consolidada se seleccionaron los candidatos a entrevistar en el segundo eje de investigación, el estudio cualitativo.
2. Desarrollar un **estudio cualitativo** que, aplicando una técnica cualitativa, conocida como entrevista semi-estructurada, permitiera establecer cuáles son los roles y las contribuciones que los investigadores más experimentados proveen a un centro de investigación industrial.
Los entrevistados fueron seleccionados teniendo en cuenta que estuviesen presentes en el estudio cuantitativo sobre patentes y que siguieran en activo en la empresa siderúrgica. Las entrevistas fueron de carácter semi-estructurado y se enfocaron de manera biográfica, utilizada para comprender la vida y las experiencias de un individuo, y cómo han influido en sus opiniones y perspectivas actuales.
3. Generar un **estudio cuantitativo/cualitativo** que encontrase numéricamente el mayor peso sobre las opiniones de unos expertos seleccionados para determinar la jerarquización de las contribuciones del investigador senior en la empresa industrial. Se hizo un estudio utilizando la técnica de *Proceso Analítico Jerárquico Difuso* (FAHP, por su

acrónimo en inglés) como un sistema de *Ayuda a la Decisión con base en Múltiples Criterios* (MCDA, por su acrónimo en inglés), que permite escoger la decisión “correcta” ajustándose a las necesidades y la comprensión del problema.

La idea del estudio era encontrar la contribución más relevante de los investigadores más experimentados en un centro de investigación industrial y, luego de haber establecido las contribuciones y los roles, la técnica FAHP ayuda a jerarquizar las más importantes.

3.1. Estudio de caso. Análisis cuantitativo de patentes

La presente investigación se ha enmarcado en un caso de estudio dentro de una empresa con grandes equipos de I+D+i. Para el diseño de la investigación se han tenido en cuenta, en particular, las indicaciones de Eisenhardt y Graebner [98], quienes afirman que por medio de la lógica de replicación, cada caso de estudio sirve como un experimento distinto que se sostiene por sus propios méritos como una unidad analítica; principalmente se han seguido las instrucciones de Yin [99], quien en *Case study research and applications: design and methods* proporciona las pautas para la creación de casos de estudio, desde la recolección de la información, pasando por su análisis, hasta su presentación.

El caso de estudio se desarrolla en una empresa multinacional de gran tamaño, del sector siderúrgico, con equipos de investigación deslocalizados en once ubicaciones y en siete países. Se ha escogido ese caso por tratarse de una gran empresa que opera en todo el globo y ser la siderurgia un sector tecnológicamente maduro. Para el caso de estudio se ha abordado un enfoque mixto de tipo exploratorio secuencial, según lo propuesto por Creswell *et al.* [100], para lo cual se ha recogido y analizado información cuantitativa y cualitativa, en dicho orden, con el propósito de entender en mayor detalle los resultados encontrados en la fase cuantitativa desde el punto de vista cualitativo. Esta investigación en particular es relevante porque las conclusiones se pueden extrapolar a un amplio rango de organizaciones dedicadas tanto a la innovación incremental como a la disruptiva.

La empresa objeto del estudio es una multinacional de gran tamaño del sector siderúrgico, con equipos de investigación deslocalizados en 11 ubicaciones y en 7 países de los continentes europeo y americano, además de un sistema establecido de propiedad intelectual con una oficina central que administra su gestión global. Al igual que la mayor parte de estos conglomerados industriales, esta corporación se ha formado a partir de la fusión de al menos cincuenta entidades que han sido fusionadas desde mitad del siglo pasado, para llegar al punto en el que se encuentra la organización del estudio. Las fusiones, además de los evidentes logros corporativos y de capacidad de producción, han fomentado el encuentro de varias culturas de trabajo y, en el caso de los centros de investigación, se ha integrado una red de investigación que ha permitido la especialización y la sinergia de capacidades para permitir la innovación en el producto y proceso de esta empresa.

Se ha escogido este caso por tratarse de una gran empresa que opera en todo el globo y porque la siderurgia es un sector maduro tecnológicamente. A partir del año 2010, 2 años después de su última fusión corporativa, la empresa decidió empezar una política de

promoción interna de la solicitud de patentes con el propósito de proteger sus desarrollos y demostrar su compromiso con la innovación.

En primer lugar, se ha analizado la productividad científica de la organización por medio de la medición de las patentes otorgadas a los investigadores asociados a la empresa objeto del estudio o a una de sus predecesoras. Como fuentes primarias, se han consultado las bases de datos de la Oficina Europea de Patentes (EPO, por sus siglas en inglés), asociada a la *World International Property Organization* (WIPO), que considera no sólo las patentes otorgadas en los países de la Unión Europea, sino también las obtenidas en diferentes partes del mundo por la empresa objeto de esta investigación. Se ha estudiado la evolución de dichas patentes, analizando la influencia que los diversos factores organizacionales (fusiones, políticas de recursos humanos, decisiones de la dirección con respecto a las patentes, etc.) han podido tener en la métrica analizada en el estudio¹. Con respecto a las fusiones que sufrió previamente la entidad, se ha buscado información de los laboratorios e investigadores asociados a estos que han pertenecido a las organizaciones originales antes de las fusiones. Por lo tanto, se ha considerado el aporte de dichas empresas primarias a la corporación actual.

Se ha llevado a cabo un análisis cuantitativo de las patentes realizadas desde hace 40 años por los investigadores de la empresa analizada y de todas aquellas que fueron fusionadas para llegar a esta. Entre otros datos, se revisó el año de la solicitud de la patente, el número de investigadores asociados a cada una y la posición que toma cada inventor en la lista de solicitantes. Con ayuda de páginas web de publicaciones y redes sociales de personal académico y científico, se determinó el rango de edad de los investigadores al momento del otorgamiento de las patentes para comprender en qué momento de su vida aplicaron a ellas.

Para el análisis cuantitativo del estudio de las patentes, se buscó el número de veces que la empresa en cuestión —o una de sus predecesoras— ha sido mencionada en la base de datos. También se hizo el seguimiento de sus autores y se añadieron sus aportes mientras permanecieron en activo en el grupo siderúrgico o en alguna de sus compañías originarias. No se han considerado las patentes otorgadas al inventor por fuera de su periodo en la empresa, como durante su doctorado o mientras haya estado asociado a otras compañías siderúrgicas de la competencia. En total se encontraron cerca de 450 investigadores patentadores que pertenecen o han pertenecido a la empresa del estudio o a una de las empresas fusionadas.

Se escogieron patentes como una métrica inicial de la productividad, ya que éstas están más ligadas al contexto industrial que los artículos publicados o las presentaciones en congresos. Desde el inicio se supone que no es una métrica muy eficiente y a lo largo de las entrevistas se confirma, principalmente porque no todo lo patentable se patenta y porque lo que finalmente se patenta, es justo lo que la empresa en cuestión pretende proteger. Se entiende además que no todos los investigadores generan conocimiento patentable y, en muchos casos, patentar puede mostrar a los competidores cuál es la ruta de investigación que se ha tomado, en muchos casos exponiendo información que se quiere mantener secreta.

¹La métrica utilizada en el estudio es el número de patentes otorgadas a la entidad y, de manera individual, a cada uno de los inventores solicitantes. Se debe entender entonces en términos de productividad organizacional e individual, respectivamente.

El estudio de patentes sirvió para encontrar los investigadores de la empresa que estuviesen en activo y que fuesen más productivos desde el punto de vista de las patentes. Algunos miembros de este grupo fueron los invitados a participar en las entrevistas subsecuentes, que permitieron realizar el estudio cuantitativo: se desarrollaron 11 entrevistas a miembros de I+D+i de la organización para confirmar, explicar y ampliar los datos anteriores. Para este propósito, se entrevistaron a personas con dos perfiles: a) Investigadores que han patentado y han redirigido su trabajo investigador hacia la gestión de la investigación y de equipos de investigación, y b) Investigadores que se han mantenido en investigación a lo largo de los años. Además, se entrevistó a una persona de referencia del departamento de patentes de la organización, en búsqueda de otro punto de vista y, sobre todo, para tener una fuente adicional de información. Esta persona no es investigadora, pero trabaja codo a codo con los investigadores de la organización. Todos ellos tenían un mínimo de 15 años de experiencia en la organización y fueron escogidos de acuerdo con su experiencia e influencia en la toma de decisiones de patentabilidad de la actividad investigadora actual y futura. Durante el proceso de entrevistas, y a pesar del origen diverso de los investigadores participantes, la mayoría de sus respuestas durante las conversaciones fueron muy uniformes, causando saturación en los resultados. Dicha saturación forzó a los autores de este estudio a limitar el número de entrevistados, siguiendo las consideraciones de Baker y Edwards [101]

Las entrevistas con los investigadores han sido del tipo semiestructurado y tuvieron una duración promedio de 50 minutos; posteriormente, se transcribieron y codificaron con el *software* NVivo v11. La codificación, tanto temática como axial, ha sido consensuada entre los autores de este trabajo de investigación después de varias reflexiones y discusiones en común. Las preguntas formuladas se han centrado principalmente en la motivación que tanto los investigadores como la organización tienen para patentar. También se ha inquirido cómo se toman las decisiones respecto a si patentar o no el conocimiento, tal como se hace con los productos y los procesos; en ese sentido, se ha preguntado, por ejemplo, si se considera mejor investigador al que más patentes tiene. Finalmente, se ha pedido a los entrevistados una reflexión sobre el futuro de las patentes en una organización como la suya.

3.2. Estudio de caso. Análisis cualitativo

En una segunda parte del estudio de caso, se ha realizado un análisis cualitativo. A partir del estudio cuantitativo de patentes se han identificado inventores clave para la organización. Se les ha pedido su colaboración y se ha entrevistado a 11 personas, de las cuales 10 tienen varias patentes y el undécimo entrevistado es un gestor del departamento de patentes. No había previamente un objetivo claro acerca del número de investigadores a entrevistar. Se vio que las respuestas eran bastante uniformes, y por tanto se producía una saturación de datos. Así, se decidió limitar el número de entrevistas, siguiendo las recomendaciones de Baker y Edwards [101], quienes en *How many qualitative interviews is enough?* realizan una serie de reflexiones sobre los estándares que se deben utilizar en las investigaciones cualitativas y, como lo sugiere el título, determinar cuántas entrevistas son suficientes para determinar que existe suficiente ilustración con respecto a un asunto particular. El perfil de los entrevistados es el de una persona ligada al mundo de la investigación, y que cuenta ya con una dilatada experiencia. Era objetivo expreso de la investigación recoger el punto de vista de trabajadores veteranos.

Para el desarrollo del estudio se llevó a cabo una investigación biográfica, que es la utilizada para comprender la vida y las experiencias de un individuo, y cómo han influido en sus opiniones y perspectivas actuales. La Asociación Sociológica Internacional (ISA, por su acrónimo en inglés), en su comité de investigación RC38 sobre biografía y sociedad, utiliza este tipo de acercamiento para “ayudar a desarrollar una mejor comprensión de las relaciones entre las vidas individuales, las estructuras sociales y los procesos históricos dentro de los cuales toman forma, y a los cuales contribuyen a formar, además de los relatos individuales de la experiencia biográfica” [102].

Para llevar a cabo una investigación biográfica sobre investigadores experimentados dentro de una organización de investigación privada, se siguió el siguiente método:

- **Selección de participantes:** se escogieron investigadores con ciertas características especiales, la mayor parte de ellos son ingenieros/científicos experimentados que han estado trabajando en la organización durante un largo período de tiempo y tienen una vasta experiencia en su campo.
- **Análisis de información:** utilizando bases de datos abiertas, se buscó información sobre la experiencia en patentes de los entrevistados y de la organización. Se seleccionaron además las fuentes de información que dieran pistas sobre las personas presentes en los documentos relevantes, tales como las redes sociales de los investigadores y en especial LinkedIn, para obtener más información sobre los participantes y su historial.
- **Entrevistas en profundidad:** se llevaron a cabo entrevistas con los participantes para comprender su historia personal, educación, formación, carrera profesional, y cómo llegaron a trabajar en la organización actual. Las entrevistas también se centran en sus experiencias laborales, proyectos y áreas de investigación. Una segunda parte de la entrevista se dedicó a indagar su punto de vista sobre la importancia de los investigadores senior en la organización y la relación de éstos con los investigadores más jóvenes.
- **Análisis temático:** se utilizó para identificar los temas comunes en las entrevistas y los documentos revisados. Esto ayuda a comprender las perspectivas y opiniones de los investigadores sobre diferentes temas, como la cultura organizacional, la política, la dirección, el liderazgo, la motivación, entre otros.
- **Validación:** se valida la información recopilada mediante la triangulación de datos. Esto implica la comparación de información recopilada de diferentes fuentes, como documentos y entrevistas, para garantizar la precisión y la coherencia de los datos.
- **Informes parciales y final:** para el desarrollo de este estudio se construyeron tres artículos científicos (dos publicados en revistas indexadas y uno en proceso), además de la participación en un congreso y el informe final que incluye los hallazgos de la investigación, las conclusiones y las recomendaciones.

Al igual que en el estudio cuantitativo de la primera sección, el estudio cualitativo fue realizado en la compañía siderúrgica que fue creada, como la mayoría de los conglomerados industriales, por medio de la fusión de empresas de menor tamaño. Al menos medio centenar de empresas, junto con un siglo de existencia, se han fusionado para llegar al punto en el que

hoy se encuentra esta empresa. Las fusiones de estas empresas, además de las evidentes mejoras en los estándares organizativos y capacidades productivas, fomentaron el encuentro de varias culturas de trabajo, y, como se ha visto en los diferentes centros de I+D, una red de investigación ha permitido la especialización, mejora de capacidades y sinergias para permitir la innovación a todos los niveles, para los segmentos de investigación en producto y proceso en la organización.

En primer lugar, se analizó la productividad científica de los investigadores medida en número de patentes concedidas. Se consultó a la Oficina Europea de Patentes (EPO, por su acrónimo en inglés) como principal fuente de información, que ha proporcionado los datos relativos a la empresa encuestada. EPO no solo considera las patentes concedidas en la Unión Europea, sino también las concedidas a nivel mundial. Además de la empresa en el estadio actual, en cuanto a las fusiones de empresas, se buscó información sobre los laboratorios e investigadores asociados a las empresas originales, las anteriores a las fusiones. Es importante señalar que en el estudio se consideraron los aportes de esas empresas generatrices.

En el estudio se hizo un análisis cuantitativo de las patentes concedidas, en los últimos 30 años, a los investigadores de la empresa analizada y a los que formaron parte de las fusiones. Con la información encontrada en redes sociales y sitios web especializados en papers y publicaciones de patentes, se determinó el rango de edad al momento de cada patente concedida. En total se obtuvo una base de datos de al menos 450 patentadores: todos ellos son o formaron parte de la empresa estudiada o de las fusionadas. Entre otros resultados, el análisis descrito permitió identificar personas clave en la empresa desde el punto de vista científico de la productividad.

Todos los entrevistados, excepto una persona que trabaja en el departamento de patentes, han recibido la aceptación de varias patentes. El conjunto de investigadores entrevistados siguen asociados a la investigación, pero en algunos casos ese vínculo es como gestor de la propia investigación. A pesar de la diversa procedencia de los investigadores, en cuanto a formación, origen y demás variables demográficas, la mayoría de las respuestas de los entrevistados fueron muy uniformes, provocando saturación; esta situación obligó al autor de esta investigación a limitar el número de entrevistados a 10, siguiendo las consideraciones de Baker y Edwards [101]. La Tabla 3.1 resume las principales características de los profesionales entrevistados.

Todas las entrevistas se realizaron cara a cara o por videollamada, y se grabaron con la previa autorización del entrevistado, para luego ser transcritas. La duración media de las mismas fue de 50 minutos y el cuestionario era de respuesta abierta, por lo que los entrevistados podían expresarse libremente.

En cuanto al contenido de las entrevistas, la primera parte de las entrevistas consistió en la narración biográfica de cada entrevistado, en lo que respecta a su profesión. En particular, se deseaba saber qué estudios tienen, qué hicieron tras terminar los estudios, en cuántas organizaciones habían trabajado, cuáles eran las tareas principales en cada una de ellas. Se preguntó explícitamente por las motivaciones que les llevaron a tomar sus decisiones profesionales. Se preguntó por sus motivaciones que tiene para solicitar patentes y sus propias opciones de vida profesional y toma de decisiones. Se deseaba saber su opinión sobre las

Entrevista	Edad	Sexo	Experiencia profesional	Carrera profesional	Productividad científica
1	46-50	M	21-25	Investigador - Gestor I+D	Decreciente
2	51-55	F	21-25	Investigador - Gestor I+D	Decreciente
3	46-50	M	21-25	Investigador - Gestor I+D	Decreciente
4	36-40	M	5-10	Investigador	Decreciente
5	51-55	M	31-35	Investigador - Gestor I+D	Decreciente
6	51-55	F	26-30	Gestor I+D	-
7	41-45	M	16-20	Profesional - Investigador	Constante
8	36-40	M	11-15	Investigador	Concentrada
9	41-45	M	11-15	Investigador	Concentrada
10	41-45	M	21-25	Profesional - Investigador	Concentrada
11	41-45	M	16-20	Investigador	Concentrada

Tabla 3.1. Características de los profesionales entrevistados en el estudio. Fuente: Producción propia

motivaciones de las organizaciones para patentar, sobre los indicadores de investigación en el sector privado y en el público, y sobre si la innovación estaba ligada a la edad. Para esta parte de la entrevista se adoptó un estilo de crónica académica, uno de los tipos más fundamentales de investigación biográfica (Eaton [103]), que se enfoca en el recorrido histórico de la persona, contando su historia en orden cronológico con énfasis en desarrollos de tramas particulares sobre su desarrollo científico, incluyendo descripciones detalladas de actos particulares de reconocimiento o notoriedad.

La segunda parte de la entrevista se centró en las aportaciones que un investigador senior, por el hecho de serlo, hace a su equipo de investigación y, por tanto, a la empresa en la que trabaja. Se buscaba saber cómo veían los entrevistados el mundo de la investigación. En este caso, no se trataba de sus aportaciones personales, sino de cualquier profesional dedicado a la investigación: la finalidad era recoger la visión de los entrevistados, forjada tras colaborar durante muchos años con varios profesionales, tanto dentro como fuera de su organización.

Aproximadamente la mitad de las entrevistas versaron sobre el papel de los veteranos en el mundo de la investigación privada. Se preguntó sobre las contribuciones que pueden dar al equipo de trabajo y a la organización, sobre las motivaciones para continuar o abandonar la investigación, si la creatividad desciende con la edad o no, si los veteranos quedan desfasados desde el punto de vista de sus capacidades o no, y sobre la transferencia de tecnología. Una pregunta clave fue acerca de qué roles pueden desempeñar los investigadores mayores en las organizaciones en las que trabajan.

Una vez que las entrevistas fueron transcritas, se codificaron y analizaron atendiendo a las recomendaciones de Miles *et al.* [104], quien en su libro *Qualitative Data Analysis: A*

Methods Sourcebook propone una metodología para el análisis de la información cualitativa, en el cual se incurre en tres flujos de actividades simultáneos: condensación de los datos, visualización de la información y extracción/verificación de las conclusiones. Para dicha codificación se utilizó el *software* Nvivo v11². El análisis se realizó utilizando la técnica de investigación conocida como codificación axial (Merriam y Grenier [106]), que consiste en relacionar datos entre sí buscando revelar códigos, categorías y subcategorías arraigadas en las voces de los participantes dentro de los datos recopilados.

En primer lugar, se construyó una estructura inicial de código de tipo temático a través de la compilación de pasajes de texto vinculados por un tema o idea común, siguiendo básicamente la estructura del guión de entrevista. Esto permitió al autor indexar el texto en categorías derivadas de los bloques de preguntas utilizadas en las entrevistas. Posteriormente, se realizó una codificación de todas las entrevistas utilizando este arreglo y, durante el proceso de análisis, se reajustó levemente la estructura. Además, siguiendo las recomendaciones de Saldaña [107], se redactaron varios memorandos con las ideas y relaciones que parecían surgir del material obtenido en el estudio. El resultado de esta codificación temática puede verse en la figura 3.1

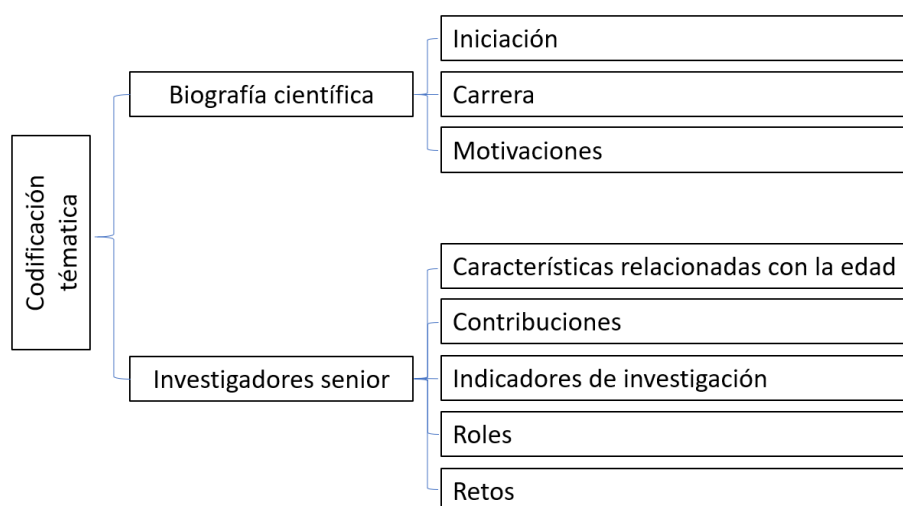


Figura 3.1. Codificación temática en Nvivo v11. Fuente: Producción propia

Tras una exhaustiva revisión de los códigos, fueron surgiendo ideas concretas que se repetían entre las entrevistas. Con ellas se realizó una segunda ronda de lectura relacional de las transcripciones y se creó una codificación conceptual. En este caso, la lectura fue más analítica, revisando las ideas específicas y buscando patrones entre los diferentes encuestados. Asimismo, se buscaron relaciones entre códigos y entrevistados, a partir de sus características biográficas. Al final, se realizó una codificación selectiva definitiva y, como resultado, se establecieron las categorías emergentes que constituyen las principales conclusiones del estudio. La estructura axial de códigos se puede ver en la figura 3.2.

²NVivo v11 es un *software* de análisis de datos cualitativos producido por QSR International, que permite la organización, análisis y búsqueda de información relevante en datos desestructurados o a nivel cualitativo como entrevistas, cuestionarios de respuesta abierta, artículos de revistas, redes sociales y contenido web (McNiff [105])

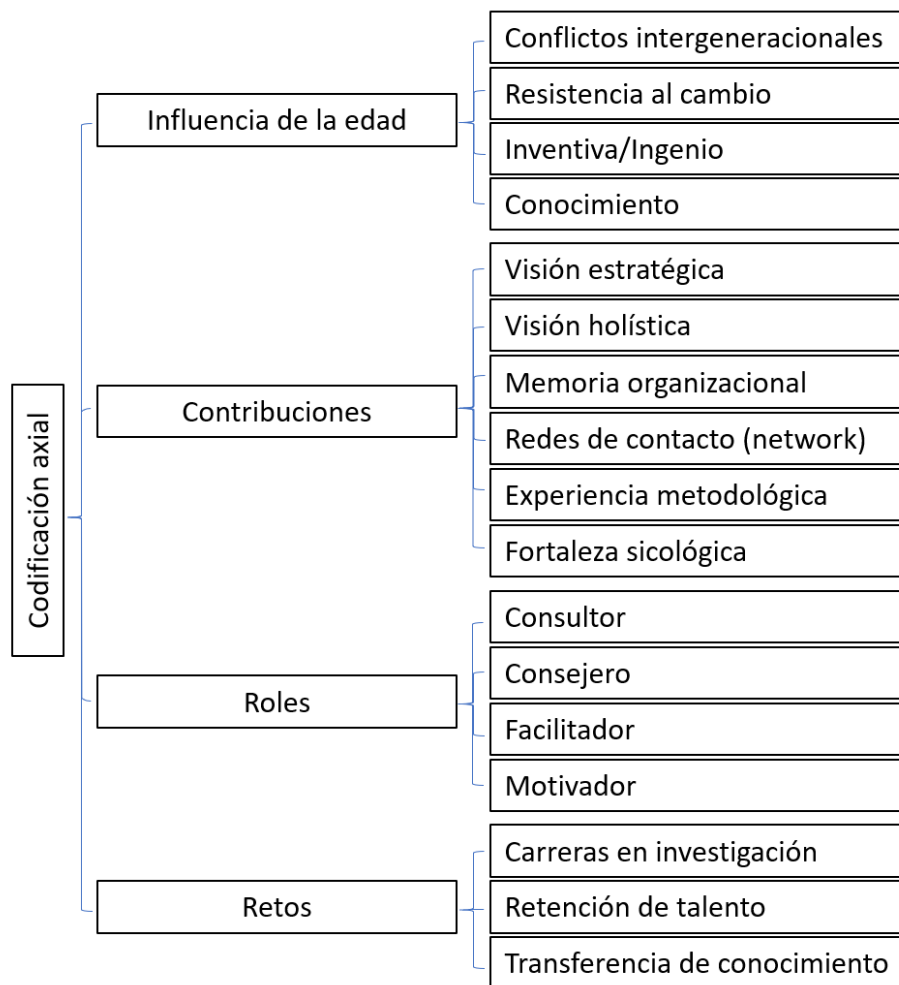


Figura 3.2. Codificación axial en Nvivo v11. Fuente: Producción propia

Con la nueva estructura se comenzó desde el principio a codificar de las entrevistas y se buscaron patrones de respuestas similares atendiendo a las características personales de los entrevistados. Como resultado de este proceso se obtuvieron varias de las conclusiones de esta tesis doctoral, que a su vez sirvieron de base para la tercera parte del trabajo de investigación, la investigación cuantitativa/cualitativa utilizando AHP.

3.3. Aplicación de la técnica de decisión multicriterio Fuzzy AHP

Una vez identificadas las contribuciones y roles de los investigadores veteranos en una empresa industrial, es deseable ordenar esas contribuciones. Para ello se buscó una técnica de decisión adecuada.

Cada día hay que tomar muchas decisiones, tanto en lo personal como en lo profesional, y al elegir una alternativa se descartan otras. Esa toma de decisiones no se desarrolla teniendo en cuenta un único criterio, sino varios. Además, no todos los criterios tienen la misma importancia, sino que esa importancia depende del resto de ellos, e incluso del momento y contexto de la decisión. Por tanto, el uso de técnicas contrastadas de decisión multicriterio

es importante para encontrar la decisión más racional, tales como la técnicas de Toma de Decisiones Multicriterio (MCDM, *Multiple-Criteria Decision-Making* en inglés).

La técnica de Toma de Decisiones Multicriterio es un proceso que evalúa las alternativas existentes, identificando los criterios de evaluación y considerando las preferencias de los interesados para construir un modelo de preferencia que agrega las evaluaciones multicriterio de las alternativas [108]. Dicha técnica tiene tres enfoques principales, a saber: la comparación por pares, la jerarquización y el enfoque basado en la distancia [109].

El Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) es un método de toma de decisiones multicriterio ampliamente aplicado para determinar las ponderaciones de los criterios y las prioridades de las alternativas de forma estructurada basándose en la comparación por pares [110]. Los juicios expresados en forma de comparaciones son fundamentales en nuestra constitución biológica [111]. El AHP ha atraído la atención de estudiosos de diversos campos por su capacidad para proporcionar apoyo a diferentes responsables de la toma de decisiones, en ámbitos que van desde cuestiones médicas hasta la informática y los estudios medioambientales [112].

Aunque la técnica AHP se ha utilizado principalmente para seleccionar una alternativa entre varias, también hay múltiples estudios que la emplean para clasificar alternativas. Por poner un ejemplo, Luthra *et al.* [113] utilizaron el AHP para clasificar los obstáculos a la adopción de tecnologías de energías renovables/sostenibles.

De todos modos, el debate sobre los inconvenientes de la formulación del AHP viene principalmente dado por la inconsistencia de la Matriz de Comparación por Pares (PCM, por su sigla en inglés), la cual ha dado lugar a la aparición de enfoques AHP integrados. Los más utilizados son el enfoque AHP-Fuzzy, AHP integrado y análisis envolvente de datos, AHP integrado y programación matemática, AHP integrado y desarrollo de funciones de calidad, AHP integrado y simulación, AHP integrado y enfoques múltiples, etc. [114]

A partir de las aportaciones de las entrevistas, se vio conveniente realizar una ordenación de los diversos resultados obtenidos, en función de determinados parámetros como la innovación o la productividad. En particular, se ha escogido la técnica Fuzzy AHP.

El AHP difuso (en adelante FAHP y conocido en inglés como *Fuzzy AHP*) ya ha sido aplicado en escenarios similares. Destacan los casos de Bozdura y Beskese [115] y Calabrese *et al.* [116]. Bozbura y Beskese [115] utilizaron el FAHP para priorizar indicadores de medición del capital organizativo porque es adecuado para una estructura jerárquica entre objetivo, atributos y alternativas, y ayuda a los responsables de la toma de decisiones proporcionando una capacidad de emitir juicios de intervalo en lugar de juicios puntuales. Calabrese *et al.* [116] eligieron el FAHP para determinar la clasificación (o importancia relativa) de los componentes del capital intelectual, porque tiene en cuenta la imprecisión y vaguedad de los juicios lingüísticos expresados por los responsables de la toma de decisiones sobre el impacto de dichos componentes en el rendimiento empresarial.

Para el caso propuesto en esta investigación sobre el desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora en organizaciones orientadas a proyectos I+D+i, se ha considerado la

orientación propuesta por Liu *et al.* [110] para aplicar el FAHP en función de un contexto práctico específico. Se proponen las siguientes características:

- **Conjunto difuso:** Se ha aplicado el número difuso triangular porque es útil para describir la imprecisión de un número nítido con una pertenencia precisa. Las opiniones implican respuestas: en parte sí y en parte no. La tabla 3.2 indica la escala triangular utilizada

Escala Saaty	Calificación	Escala Fuzzy Triangular
1	Igual de importante	1 1 1
2	De igual a débilmente más importante	1 2 3
3	Débilmente más importante	2 3 4
4	De débilmente a bastante más importante	3 4 5
5	Bastante más importante	4 5 6
6	De bastante a mucho más importante	5 6 7
7	Mucho más importante	6 7 8
8	De mucho a absolutamente más importante	7 8 9
9	Absolutamente más importante	9 9 9

Tabla 3.2. Escala Fuzzy Triangular utilizada. Fuente: Producción propia

- **Expertos:** La tabla 3.3 describe las principales características de los responsables de la toma de decisiones que han participado en la investigación. Se observa que se ha buscado a personas con amplia experiencia en investigación. No obstante, también se ha recabado la opinión de personas más jóvenes que han tenido la oportunidad de iniciar su carrera profesional investigadora junto a investigadores veteranos.
- **Método de agregación:** Después de revisar el conjunto de datos de los juicios, se ha encontrado que contiene pocos valores extremos, y los valores extremos no son significativos como límites. Por lo tanto, se ha aplicado la media geométrica como método de agregación. En cualquier caso, se ha realizado un análisis de conglomerados para comprobar si existen desviaciones significativas entre los distintos responsables y, en caso afirmativo, cómo han influido en el resultado final. Al mismo tiempo, puede ser útil para el reconocimiento de patrones.
- **Método de defuzzificación (*defuzzification* en inglés):** se ha utilizado el Método de Análisis de Extensión (EAM, por su acrónimo en inglés). Es uno de los dos métodos de defuzzificación dominantes aplicados por los investigadores para el conjunto difuso de tipo 1, que es nuestro caso.

La figura 3.3 muestra un ejemplo del cuestionario por ordenador que los expertos rellenaron para la comparación por pares.

No es objeto de esta tesis la presentación del fundamento matemático de la técnica FAHP por estar ya suficientemente contrastado. Se ha aplicado manualmente con la ayuda del *software* Microsoft Excel y se han validado los resultados con un *software* de libre uso, disponible en la Web, y desarrollado por el grupo de investigación Fuzzy MCDM, del Departamento

Decisor	Edad	Perfil
DM1	50-55	30 años de experiencia en investigación académica y 4 años de experiencia en gestión de la investigación privada
DM2	45-50	25 años de experiencia en investigación técnica en la empresa privada
DM3	25-30	5 años de experiencia en investigación técnica en la empresa privada
DM4	55-60	8 años de experiencia en investigación técnica tras 26 años en calidad de procesos
DM5	45-50	10 años de experiencia en investigación técnica en la empresa privada y 8 años de experiencia en gestión de la investigación
DM6	55-60	12 años de experiencia en investigación técnica en la empresa privada, 3 años de investigación universitaria y el resto como ingeniero de procesos
DM7	25-30	8 años de experiencia en investigación técnica en la empresa privada
DM8	50-55	18 años de experiencia en investigación técnica en empresa privada y 4 años de experiencia en gestión de investigación privada

Tabla 3.3. Descripción de los decisores. Fuente: Producción propia

Compare the following criteria to decide the most valuable contribution of senior researchers to their organizations.
Which one is more important?
CR1: INDIVIDUAL PRODUCTIVITY
CR2: TEAM / FIRM PRODUCTIVITY

How more important?

*
*
*
*
*
*
*
*
*

Equal
Moderate
Strong
Very strong
Extreme

Figura 3.3. Ejemplo del cuestionario sobre la priorización de criterios. Fuente: Producción propia

de Análisis y Aplicaciones de las Matemáticas, grupo de investigación asociado a la Facultad de Ciencias de la Universidad Palacký Olomouc (Olomouc, República Checa)³.

En el análisis de los resultados, se decidió aplicar técnicas de clusterización de decisores para ver las posibles divergencias entre los mismos y analizar posibles patrones de respuesta en función del perfil del decisor.

³El software está disponible en la página de internet <http://fuzzymcdm.upol.cz/> (consultado en Septiembre de 2022).

Parte III

Resultados de la investigación

4. PATENTES Y EDAD DEL INVESTIGADOR. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CASO

La innovación empresarial permite aumentar las oportunidades para que las compañías reaccionen positivamente a los cambios que surjan y mejoren su capacidad de descubrir nuevas oportunidades. Junto a la competitividad entre empresas, la innovación constituye una opción importante para perennizar a las compañías y su actividad empresarial, tanto en economías industrializadas como en desarrollo [117].

La competencia es una de las principales motivaciones que tiene una empresa para invertir en innovación [118] y, en la búsqueda de la mejora competitiva, la rentabilidad del negocio es uno de los elementos determinantes en la evaluación del impacto que tiene la competencia, principalmente con relación a la innovación, teniendo en cuenta, además, que la concentración del mercado puede mejorar o afectar los beneficios y resultados de la innovación propuesta por la empresa. Para garantizar su subsistencia, la empresa no puede perder su ventaja competitiva (elemento diferenciador de una compañía frente a su competencia) y debe destacar en la ventaja comparativa (capacidad de la empresa para producir productos o servicios con una calidad similar, pero a un costo menor). A través de la innovación, las probabilidades de subsistencia de la organización aumentan, incrementando su capacidad de mantenerse actualizada y garantizando al cliente que con su producto encontrará la satisfacción a sus necesidades.

Hasta la fecha, numerosos autores han estudiado cómo la innovación influye en la rentabilidad de las operaciones empresariales, entre los que se puede destacar el estudio de Neely *et al.* [119], quienes propusieron un marco de referencia para estudiar cómo los diferentes tipos de innovación afectan positivamente el rendimiento del negocio y cómo los factores externos influyen en la capacidad de una empresa para innovar. Autores como Blind *et al.* [120] señalan que las patentes, las publicaciones y los estándares¹, a pesar de su naturaleza ambivalente entre ellos, son instrumentos estratégicos para la transferencia de tecnología y la comercialización de los resultados de la investigación industrial. El uso de dichos instrumentos permite la materialización de los esfuerzos del equipo de investigación, que se podrían convertir en innovación.

Por otro lado, como lo señala Gaynor [121], todos los estratos de la organización deben implicarse para que los procesos de innovación funcionen y esta sea realmente efectiva, señalando que no está limitada a las áreas técnicas o de marketing. Algunos tipos de innova-

¹Las patentes (de invención) son documentos que le reconocen a alguien una invención y le permiten explotarlo. Las publicaciones son, de manera general, artículos publicados en revistas científicas que hacen posible que sus autores compartan los resultados de una investigación. Los estándares, por su parte, son normas consensuadas que sirven para la realización repetible de procesos técnicos

ción, como la *bottom-up*², alientan las iniciativas de cualquier empleado que puedan generar valor en la organización, no limitando la toma de decisiones exclusivamente a las jerarquías superiores. Por ello, de acuerdo con esta filosofía de innovación, todos los miembros de la organización —en especial aquellos vinculados a actividades de I+D+i (investigación + desarrollo + innovación)— deben sentir la necesidad de mejorar la ventaja competitiva de la empresa por medio de la innovación, y son ellos los encargados primarios de convertirla en un elemento motor de su actividad, influenciando la manera en la que se desarrollan los nuevos avances. En definitiva, las organizaciones contemporáneas requieren una fuerte orientación al aprendizaje con el propósito de mejorar su ventaja competitiva [122]

La producción intelectual en la innovación ha sido estudiada por algunos autores, quienes analizan sus consecuencias y la manera en la que se puede realizar una positiva transferencia del conocimiento [123]. Se menciona también la importancia del capital humano en la gestión de la innovación [124], mientras que Kijek y Kijek [125] proponen que la calidad de los recursos humanos de una empresa influencia su innovación y productividad. Además, la innovación depende en gran medida del talento de los miembros de la organización, dado que una parte importante del *know-how* se encuentra depositado en sus miembros, por lo cual se hace evidente que el capital humano tiene un papel fundamental [126].

4.1. Estudio cuantitativo de patentes en la organización

Este estudio cuantitativo de patentes en la organización estudiada tiene como objetivo profundizar en el conocimiento sobre las motivaciones para patentar en las grandes empresas industriales a través de un caso de estudio. El autor de este documento pretende comprender cuál es la motivación para patentar que tienen las organizaciones y qué motivaciones tienen los investigadores para patentar a título individual³.

4.1.1. Estudio de patentes: Análisis y discusión a nivel individual

Dentro del análisis de las patentes otorgadas se ha buscado, entre otros parámetros, la edad del inventor en el momento de solicitud de la patente. La figura 4.1 muestra los rangos de edad (en intervalos de 5 años) que tenían los inventores en el momento de solicitud de la patente, comenzando en los 25 años, inicio aproximado de la vida laboral industrial en investigadores que han cumplido estudios académicos avanzados secundarios (máster) y terciarios (doctorados). La curva tiene un pico en el primer lustro de la treintena de edad y desde allí decrece hasta las mayores edades encontradas en el estudio: personas con más de 80 años aún en activo. La edad de los inventores en el momento de solicitud de la patente podría influir, de manera individual, en la solicitud de patentes de los investigadores inventores y por eso se ha llevado a cabo su revisión.

²La innovación *bottom-up* (de abajo hacia arriba) fomenta que los miembros de la empresa, en cualquier nivel jerárquico, realicen propuestas de valor. Otra técnica de innovación, la *top-down*, tiene como base la ejecución de proyectos que ya están completamente monetizados y validados por la jerarquía

³En este estudio se denomina «investigadores» a los miembros de los equipos de I+D de la empresa investigadora, sin distinción de su posición jerárquica. Al ser los investigadores quienes patentan, se les menciona indistintamente también como «inventores», «patentadores» o autores de patentes».

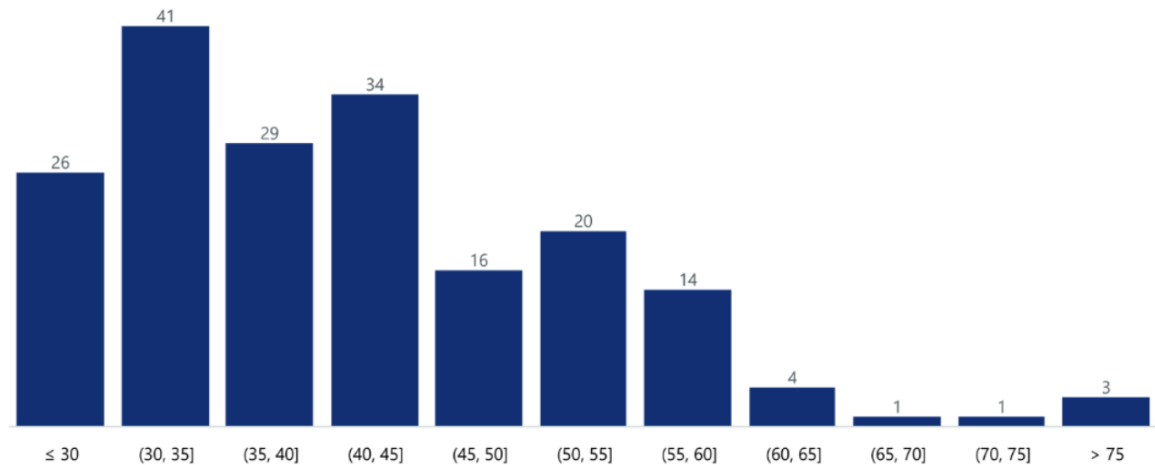


Figura 4.1. Edad del inventor en el momento de otorgamiento de la patente (eje x) con respecto al número de autores en ese rango de edad (eje y). Fuente: Producción propia

La curva de productividad individual es muy variable, pero la mayor parte de los inventores son más productivos entre los 30 y 35 años, entendiendo la productividad como una medida del número de patentes otorgadas. Este perfil, conocido como distribución beta o de U invertida, ha sido encontrado en otros estudios similares (ver, por ejemplo, Falagas *et al.* [127]) y se da más en el ámbito académico, al ser un entorno analizado más profusamente. En cualquier caso, este patrón no es único ni mucho menos, ya que se han encontrado diferencias según el campo de estudio, tal y como reflejan Bonaccorsi y Daraio [128] en su revisión bibliográfica. Por otro lado, otros autores consideran que este patrón es influido por el sector económico en que se encuentra la organización. Frosch [11] señala que la invención industrial en empresas de sectores de conocimiento intensivo es cosa de trabajadores jóvenes, lo mismo que las grandes invenciones. En sectores de mayor experiencia, el pico de rendimiento en innovación es a mayor edad y permanece estable hasta tarde en la carrera profesional. Es posible que los autores de patentes más jóvenes estén más ligados directamente a los proyectos de investigación y, a mayor edad y tiempo de permanencia en los equipos de investigación, que los investigadores se asignen a roles más ligados a la gestión y el control.

Otros estudios, como el de Rietzschel *et al.* [10], ponen en cuestión que la productividad necesariamente decrece en los últimos años de la vida laboral, entre otras razones, por la falta de estudios que abarquen a los mayores de 50 años en el ámbito privado. Parece que muchos aspectos individuales y organizacionales, tales como los cambios estratégicos en las empresas a lo largo de los años, la carrera profesional de los investigadores/inventores o las alianzas en I+D+i, influyen en el perfil productivo de los investigadores en el sector industrial, tal como se presenta en las revisiones de Frosch [11] y Rietzschel [10]. En esa línea, es posible que la mayor dedicación que los investigadores más experimentados ponen en actividades que no son parte central de la investigación, especialmente las administrativas, aleje a estas personas de la producción científica.

Aunque el mayor número de autores tienen pocas patentes (el promedio de patentes concedidas es de 3), hay algunos que recogen más de una docena. Este fenómeno, identificado hace muchas décadas, es también encontrado en diversos estudios actuales, como el análisis propuesto por Blomkvist *et al.* [129]. La figura 4.2 muestra el número de patentes concedi-

das a cada investigador para nuestro caso de estudio. De los cerca de medio millar de autores hallados en la búsqueda, se encontró que una tercera parte de ellos —un poco más de 150 investigadores— patentan solo 1 vez, mientras que la mitad de esa cifra —alrededor de 80 inventores— lo hace 2 veces. El número va decreciendo hasta la decena de patentes por persona. Esta cifra, en algunos investigadores, llegó hasta el medio centenar de publicaciones (57 es el mayor número de patentes concedidas para 1 persona en esta empresa).

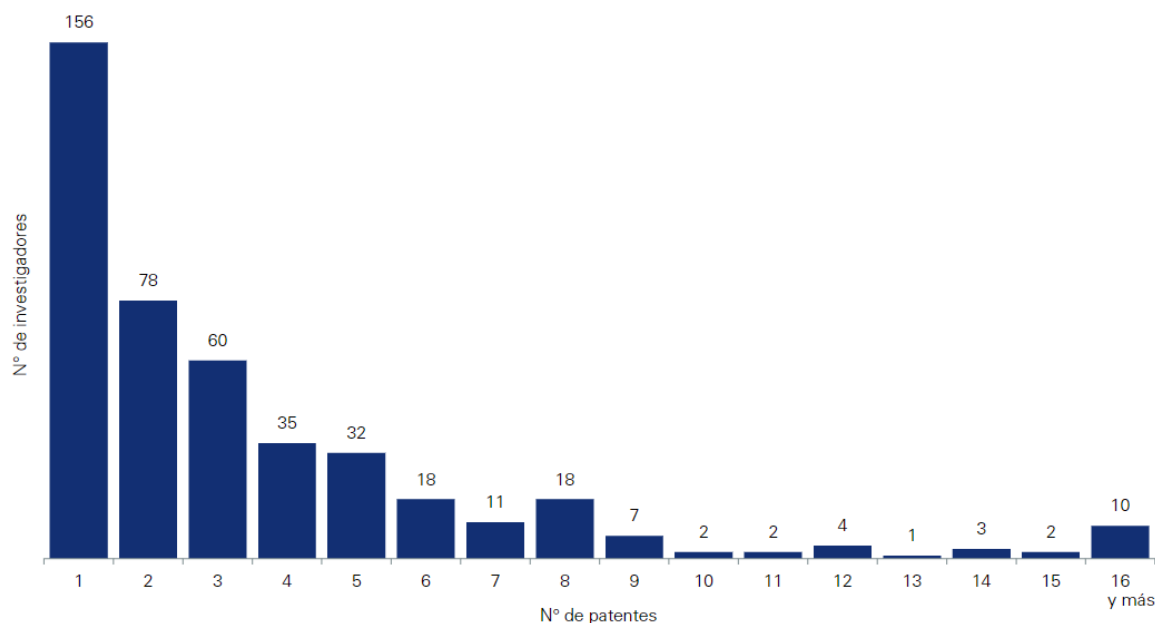


Figura 4.2. Número de patentes concedidas a cada investigador. Fuente: Producción propia

Con respecto al género de los solicitantes, del número total de autores asociados a las patentes de la empresa y sus orígenes, se encontró que el 81.1% son hombres y el 18.9% son mujeres. Adicionalmente, en promedio, los hombres tienen 3.67 patentes y las mujeres aplicaron a 2.42 patentes por persona. Esta información guarda relación con la encontrada por Mauleón y Bordons [130], investigadoras españolas que hallaron en un estudio de patentes de 9 años de análisis sobre la actividad tecnológica española que, en las patentes solicitadas por equipos con al menos 1 inventor español, solo el 24% de estas tenía al menos 1 mujer como autora, cifra que caía al 11% en la proporción de autores de dichas patentes, lo cual resalta la brecha de género en la participación femenina en este campo. Las autoras encontraron también que esta diferencia ha ido reduciéndose a través de los años, pero de una manera muy lenta. En su estudio, señalan que la subrepresentación de la mujer en la ciencia y la tecnología es un asunto de gran preocupación. Para ellas, la obtención de indicadores basados en la concesión de patentes, pero segregados por género, es crucial para analizar la situación actual de la mujer en la innovación, identificando potenciales casos de desigualdad de género y pudiendo llegar a soportar políticas que busquen promover el equilibrio entre géneros. Lissoni [131] propone que es importante tener en cuenta el género: las mujeres pueden estar involucradas en menores proyectos de investigación debido a las compensaciones familiares y profesionales; adicionalmente, dicho autor sugiere diferentes publicaciones que afirman que las mujeres científicas, en el mundo académico, suelen asignar un valor menos importante a la calidad de inventora que los hombres.

Durante las entrevistas semiestructuradas se hizo hincapié en la motivación que tienen los investigadores de la organización para patentar. Todos los entrevistados, con patentes propias o sin ellas, coinciden en que la principal motivación personal para patentar es el reconocimiento, tanto interno como externo. Aquellos que han patentado afirman que no tenían intención inicial de hacerlo y, en general, se patenta a iniciativa de la organización. Sauer- mann y Cohen [132] encontraron que las motivaciones de los investigadores tienen influencia con respecto al esfuerzo y el rendimiento, pero que estas pueden variar significativamente, dando como ejemplo el reto intelectual versus el salario. Estos autores encontraron que los motivos intrínsecos y extrínsecos afectan el nivel de innovación incluso cuando se ejercieron esfuerzos para controlarla, sugiriendo que los motivos afectan no solamente el nivel de esfuerzo individual, sino también su calidad. Concluyen que, de todos los motivos intrínsecos, el deseo por el reto intelectual parece beneficiar particularmente la innovación, por encima de motivos extrínsecos como el sueldo. Este resultado final concuerda con lo resaltado por los entrevistados de nuestro caso: la principal motivación para ellos es el reconocimiento interno y externo, motivo intrínseco de su motivación.

Para los inventores entrevistados, el hecho de patentar no estaba inicialmente dentro de sus objetivos; más bien, surge de la combinación entre la necesidad de la empresa y la posibilidad de patentar que tenga una iniciativa. El investigador debe asumir que patentar es parte de su trabajo, pero también que se deben conjugar sus intereses particulares con los de la organización. Sin embargo, una vez que la patente se otorga, ésta constituye un elemento de satisfacción personal, dado que el investigador percibe que la empresa ha valorado muy positivamente su trabajo y ha estado dispuesta a invertir recursos para protegerlo. Es posible que los investigadores con el mayor número de patentes sean aquellos que hagan parte de las líneas de investigación más estratégicas para la organización, decisión quizás más relevante que la misma motivación de los investigadores para solicitar patentes.

En general, se halló que patentar es un elemento motivador para el investigador, al percibirlo como la culminación de un proyecto que ha tomado algunos años de su carrera profesional. Esta motivación es, por tanto, superior a la generada por las recompensas económicas que suelen ofrecer las compañías a los investigadores que han patentado, aunque las cuantías no suelen ser muy elevadas.

4.1.2. Estudio de patentes: Análisis y discusión a nivel organizacional

Alrededor de 2010, un par de años después de la última fusión experimentada por la empresa, y a causa del cambio en su política de patentes, la compañía impulsó entre sus investigadores la solicitud de patentes. El resultado de dicha decisión se hizo evidente unos años después, en la figura 4.3 se evidencia la evolución del número de patentes que la organización ha registrado desde el año 1990. En general, se observa una clara tendencia ascendente, con algunas discontinuidades, tanto en forma de picos como de valles.

Aunque ya se patentaba antes de la última fusión, la organización resultante de las fusiones muy posiblemente recogió la cultura innovadora de las empresas originales, reafirmando una apuesta que ya existía, pero que aún no se mostraba de forma explícita. A finales de la década de los años noventa se nota un aumento en el número de patentes otorgadas, que se puede entender como resultado de la fusión que la empresa tuvo en el año 1997. De esta

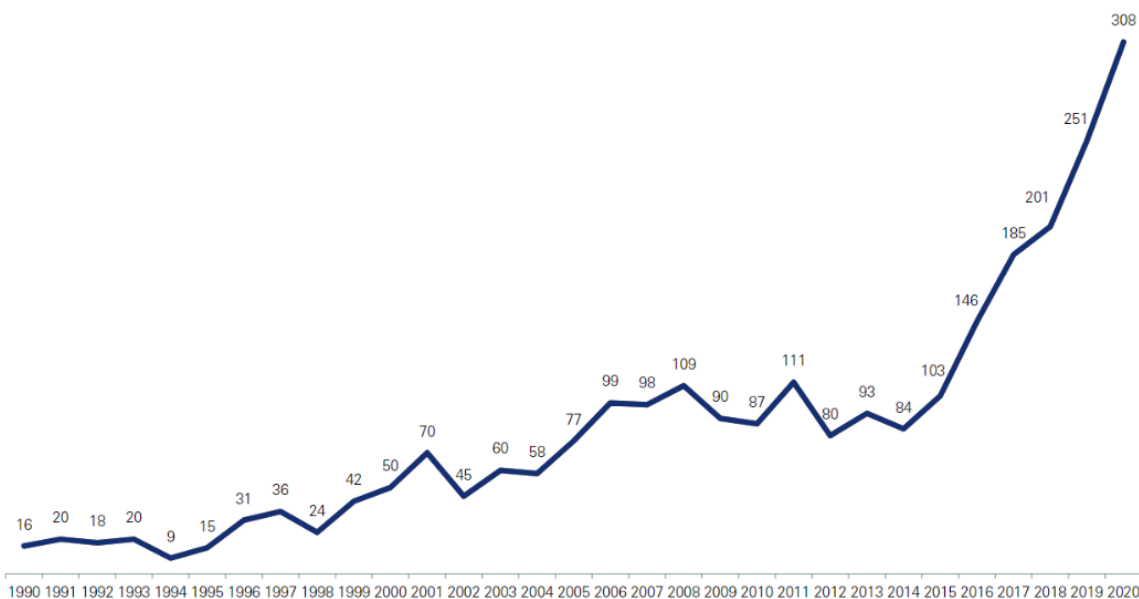


Figura 4.3. Número de patentes por año otorgadas a la empresa y sus originarias a lo largo de los años. Fuente: Producción propia

manera, la figura 4.3 resalta 3 niveles de otorgamiento de patentes: a) un nivel estable de patentes hasta el año 1998; b) un aumento del nivel de patentes otorgadas luego de la fusión de 1997; y c) un incremento mayor a partir del año 2014, luego de la implementación de la política de patentes en la empresa, que estuvo afectada por la crisis global de 2008 y los años subsecuentes.

Adicionalmente, los picos que se observan puede deberse a la culminación de proyectos concretos que habrían sido iniciados en años anteriores. Como afirma un entrevistado: «hace falta cierta madurez en un campo de investigación para que se produzca conocimiento patentable».

Por otro lado, esta curva pudo verse influenciada por el contexto en el que se encuentra la empresa de acuerdo con los ciclos económicos, ya que los valles coinciden con las mayores crisis económicas de las últimas décadas, tales como la gran recesión de 2008, la crisis de las *puntocom* en el año 2000 o las diferentes crisis bancarias de 1992 a 1994. Por ejemplo, el efecto de la crisis de 2008 se refleja tanto en las patentes publicadas por la empresa como en la totalidad de patentes registradas a nivel mundial, tal como se aprecia en la figura 4.4. Cabe anotar que la respuesta del número de patentes al contexto en el que se presentaron, tales como ciclos económicos o decisiones de la dirección de la I+D, tiene unos años de retraso, reflejando así el tiempo que toma la investigación, la decisión de patentar y el proceso de solicitud de patente. Es posible que la motivación de las empresas para patentar en periodos posteriores a las crisis se reduzca debido a recortes en gastos «no prioritarios», entre otras razones, como pueden ser aquellos ligados a los procesos de patentes.

En lo que se refiere a la motivación de la organización para patentar, la fundamental es comercial. En general, la empresa patenta un producto que saldrá próximamente al mercado para evitar que la competencia lo pueda vender y para generar confianza en los clientes. Le

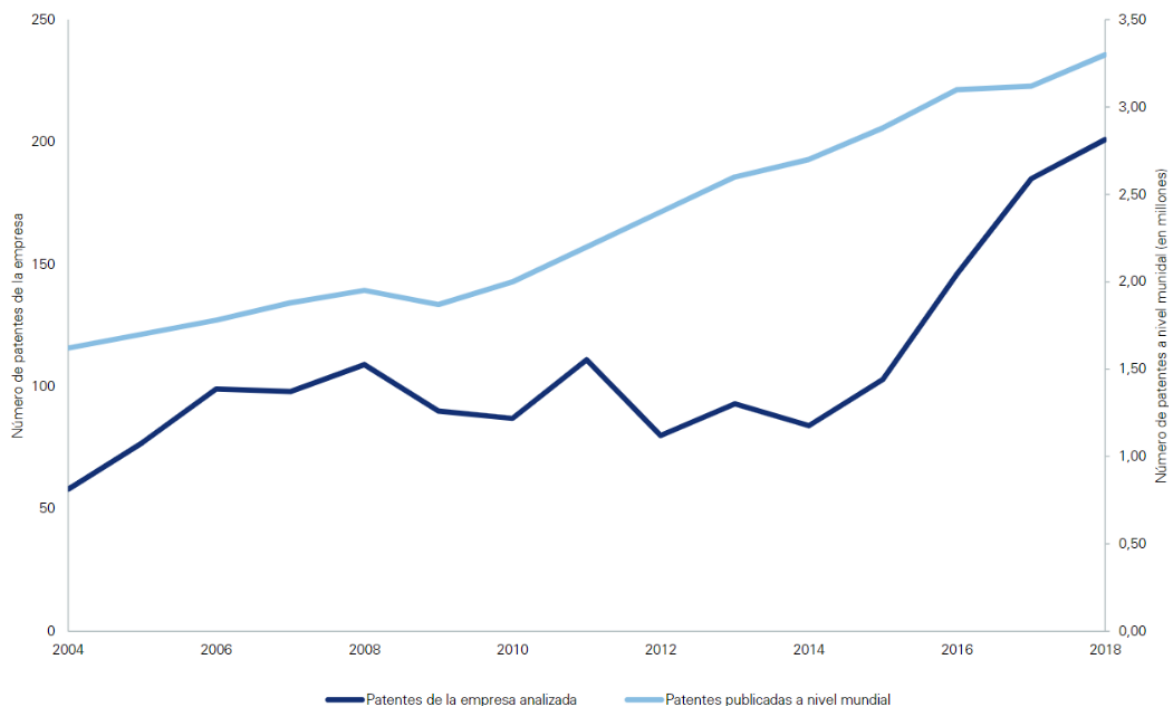


Figura 4.4. Patentes otorgadas a la empresa vs. tendencia mundial entre 2004 y 2018. Fuente: Producción propia con base en WIPO [5]

permite también diferenciarse en el mercado y le da margen de maniobra para negociar con sus socios de operación.

Asimismo, se observa que las patentes tienen frecuentemente una función puramente defensiva. No se trata tanto de generar retornos económicos como de cerrar el camino a un competidor. Se patentan ideas⁴ de productos y procesos en lugar de productos y procesos realmente implementados, y ello se hace justamente en las fases iniciales de un proyecto. Eso implica utilizar una fuente importante de recursos financieros y humanos para preparar debidamente las reivindicaciones.

Se encontró que, al inicio de ciertos convenios de colaboración con centros de investigación pública, privada o instituciones académicas, se patentan el conocimiento previo a modo defensivo para dejar claro lo que la empresa aporta a dicho convenio. Al final del proceso, se vuelve a patentar para proteger el conocimiento generado. Estas medidas de protección son necesarias ya que las patentes ayudan a discernir el aporte de cada parte. Los entrevistados afirman haber tenido conflictos al dilucidar quién y qué se puede patentar, llegando a percibir comportamientos deshonestos en el pasado de parte de algunos partners. En general, las patentes en colaboración impiden que la institución colaboradora pueda explotar la patente con la competencia de la empresa industrial.

⁴Es importante mencionar que las ideas *per se* no son patentables, pero una práctica industrial mencionada por los entrevistados señala que muchas empresas industriales patentan productos y procesos que no se han terminado de implementar y se encuentran en fases iniciales del proyecto. Muchas veces este tipo de patentes solo busca bloquear la competencia o inclusive desviar la atención de los rivales al ofrecer un foco errado de la investigación realizada

Estas conclusiones se adaptan bien al ranking propuesto por Blind *et al.* [29], en el cual hacen un análisis sobre las motivaciones para patentar en una empresa automovilística alemana, encontrando que las principales razones para patentar son ganar ventaja competitiva, incrementar la reputación corporativa y, en tercer lugar, mejorar la posición de la empresa en cooperación de negocios (con competidores, proveedores o instituciones de investigación). Otras razones encontradas, entre las 15 observadas por los autores, fueron la asignación precisa de la autoría en invenciones, la prevención de la imitación, la preservación del propio desarrollo tecnológico (libertad para operar) y el incremento de la reputación interna de los empleados. Esta última es, además, una de las respuestas más repetidas en nuestra investigación: el reconocimiento interno y externo es una de las motivaciones más importantes que tienen los investigadores para patentar.

La decisión sobre si patentar o no un producto, proceso o idea se toma en comités específicos por área o dominio, constituidos por directores de portafolio y personal del departamento de patentes. Se trata de grupos interdepartamentales que se reúnen periódicamente y marcan la estrategia. En esta empresa existe un grupo de propiedad intelectual que se encarga de asistir a los investigadores en la generación y redacción de patentes. El proceso de este grupo con el patentador empieza con la relevancia de una patente, ya que «para el investigador es difícil medir si la idea a patentar tiene el potencial y necesita realmente ser patentada», como afirmó uno de los entrevistados.

No todo se patenta, por diferentes motivos. Uno de ellos es el coste de la propia patente. En otras ocasiones no interesa patentar porque, al hacerlo, se está anunciando conocimiento que puede ser interpretado por la competencia como una dirección de estrategia que está tomando la empresa, a la manera de una exposición a la vigilancia tecnológica.

Una cuestión que también reivindican todos los entrevistados es el interés de poseer conocimiento específico sobre patentes y el proceso de patentar. Ese conocimiento es un activo incluso para el propio investigador. Se comprueba que el investigador que tiene conocimientos sobre patentes es más hábil identificando los elementos susceptibles de ser patentados y, a la postre, puede patentar más. Esto se puede confirmar con la afirmación de uno de los entrevistados, quien dijo que «patentar es un ejercicio, es una técnica: hay que tener una visión de cómo patentar en función de la cantidad de conocimiento acumulado y el saber cuándo es el momento correcto».

En cuanto al uso de las patentes generadas como métrica de innovación, las entrevistas muestran que la empresa en estudio no las utiliza como indicadores de la gestión de la investigación o la innovación. Esto puede deberse a que el comité de gestión es el que decide lo que se va a patentar y cuáles son los periodos para hacerlo, que muchas veces pueden superar el año entre la solicitud y la obtención de la patente. A este respecto, los entrevistados afirman que deberían tenerse en cuenta otros criterios, como el número de ideas presentadas al equipo de propiedad intelectual (que gestiona la solicitud de patentes) o su impacto, ya que si bien no todas se patentan, pueden resultar positivas para la empresa. En cualquier caso, medir el impacto de las ideas puede dilatarse en el tiempo, por lo que en la práctica es una cuestión compleja.

4.2. Estudio cualitativo con investigadores

El estudio cualitativo con los investigadores de la organización estudiada tiene como objetivo conocer el punto de vista de algunos investigadores senior con respecto a sus motivaciones para patentar y la evolución de su producción científica con la edad. Inicialmente, se puede entender que algunas motivaciones que tengan los investigadores para patentar pueden ser, por ejemplo:

- **Reconocimiento y prestigio:** Las patentes pueden ser una forma de reconocimiento a los logros científicos y tecnológicos, lo que a su vez puede aumentar el prestigio y la reputación de los investigadores.
- **Protección de propiedad intelectual:** Las patentes pueden proporcionar protección legal y derechos exclusivos de propiedad intelectual sobre una invención, lo que puede ser importante para garantizar que los inventores puedan beneficiarse económicamente de sus invenciones y evitar que otros las copien sin permiso.
- **Motivación financiera:** Las patentes pueden generar ingresos adicionales a la organización a través de la venta o licencia de la tecnología patentada, lo que puede ser una motivación financiera para los inventores y las empresas que los apoyan.
- **Contribución a la sociedad:** Las patentes pueden permitir el desarrollo y la comercialización de nuevas tecnologías que pueden mejorar la calidad de vida de las personas y contribuir al avance de la sociedad en general.
- **Motivación intrínseca:** Algunos investigadores simplemente disfrutan del proceso de investigación y desarrollo de nuevas tecnologías y pueden sentirse motivados a patentar sus inventos como una forma de seguir avanzando en su campo de investigación y desarrollo.

4.2.1. Motivaciones para patentar

La fuente de información para conocer las motivaciones para patentar ha sido el conjunto de entrevistas realizadas. Tal como se explicó en el capítulo anterior, se entrevistaron una decena de investigadores con bastante experiencia en la investigación industrial, además de una persona gestora de las patentes en la organización.

Aun habiendo contado con entrevistados considerados grandes expertos por sus compañeros de organización, no se ha contado con ningún caso en el que la productividad científica, medida como el número de patentes por periodo de tiempo, haya tenido una clara tendencia ascendente a lo largo del tiempo. En este sentido, hay un grupo de entrevistados que reconocen con claridad que su productividad ha descendido debido a que han pasado a desempeñar puestos de gestión.

Entre los entrevistados que continúan en investigación después de varios lustros, solo uno reconoce claramente que su productividad ha bajado, y que no encuentra una clara motivación para patentar. Para el resto de los investigadores en activo, no se puede hablar de

tendencias, ya que la productividad se concentra en unos determinados años, coincidiendo con su trabajo en determinados proyectos que, por sus características particulares, han dado lugar al registro de patentes.

Por término general, se afirma que el patentar no es un objetivo en sí, sino más bien una parte del trabajo, si la organización decide, por un motivo u otro, patentar. Ahora bien, una vez obtenida la patente, el investigador se siente motivado porque entiende que la organización ha valorado su trabajo.

“Para que los investigadores sean productivos en cuanto a patentes y artículos, la empresa tiene que decidir primero si para ella eso es lo más importante, o es más importante que lo que se haga se puede aplicar dentro de la empresa y sea útil para la empresa.”
(Entrevista número 8)

Luego de extraer la información de las entrevistas, se puede presentar en la tabla 4.1 un listado de las motivaciones que, a juicio de los entrevistados, tienen ellos y la organización para patentar.

Motivaciones personales	Motivaciones organizacionales
Reconocimiento económico Reconocimiento personal Libertad para seguir con la investigación, colaborar ...	Logro de reconocimiento en el mercado Protección de productos o procesos desarrollados por la empresa Protección de ideas susceptibles de desarrollo Protección de conocimiento propio antes de comenzar una colaboración de I+D

Tabla 4.1. Motivaciones para patentar en una empresa industrial madura. Fuente: Producción propia

Siendo consciente de su posible predisposición a favorecer las patentes, la persona a cargo del sistema de gestión de propiedad intelectual, como se podría esperar, está muy a favor de la solicitud de patentes y la posible motivación que eso implica para los investigadores:

“[Concerning publications, conferences and similar] Patents are more important than anything else, because those require an additional work, an additional way of thinking. And it’s something different than the publication, I would say. Well, but I have to admit that I may not be the most impartial person to say so because I’m constantly meeting the ones that are willing to patent and that are creative. So, for me, there is an association, but maybe there are people out there that are very creative that I never see. So, I cannot exclude that. I’m not sure I’m the best person to tell”.

(Entrevista número 6)

4.2.2. Evolución de la productividad científica con la edad. Indicadores

Existe unanimidad en todos los entrevistados a la hora de considerar que el número de patentes es un indicador insuficiente para medir la productividad individual de un investigador en la industria. Así mismo, reconocen la dificultad de definir buenos indicadores, ya que, por ejemplo, para evaluar el impacto que las ideas novedosas han tenido en la organización o en el mercado, se necesita una perspectiva de tiempo. Algunos indicadores que mencionaron son: número de proyectos en los que se está trabajando, número de ideas lanzadas, participación en diferentes foros de investigación, reconocimiento de pares y apoyo a jóvenes investigadores de la organización.

Un objetivo básico de la investigación era conocer la opinión que los inventores senior tienen acerca de la influencia de la edad en diversas facetas del desempeño profesional investigador. Ningún entrevistado considera que la creatividad disminuye con el tiempo, sino que se trata de una cuestión de personalidad. En otras capacidades, como en el empuje o energía en el trabajo, en la resistencia al cambio, o en la generación de ideas disruptivas, no hay unanimidad, aunque es mayoritaria la posición de que la edad no es determinante.

Algunos entrevistados comentaron con respecto a los posibles indicadores para medir la productividad de los investigadores utilizando patentes.

“I don’t think so. In general, KPIs are a very difficult question. When you want to measure something not tangible as the capacity of innovation. When you deal with open innovation, at least the one thing that you can do, and I can give you an example of what we are doing in the automotive research: we count all the ideas that people may have: we are able to formalize ideas. By idea I mean exactly the kind of things you have in mind in the morning: When you are in your bathroom and you think: “I would like to take this thing because it might be interesting for some and some reason”, if you’re just able to give someone, some reason and explain why it might be interesting, then you have an open innovation idea: this is the basis of everything. After that, after some “table corner experiments” , you might be able to decide with very few resources or budget, whether this idea is confirmed as a potential good idea and eventually it can turn into a new product development or a new research program”.

(Entrevista número 5)

“El problema de todo indicador es que siempre va a ser reductor: yo entiendo la necesidad de crear indicadores y hacer un seguimiento, pero también tienen un efecto perverso y es que puede conducir a organizaciones a enfocarse en cumplir unos indicadores, o sea, llenar unas casillas en un fichero Excel para que todo aparezca en verde y desviarse del objetivo realmente de la empresa, porque no podemos olvidar que al momento en el que se crearon los indicadores o que se definen unos objetivos, tres meses después, las prioridades pueden cambiar y no están los indicadores que se formularon al principio, y entonces al final lo que importa es más la cantidad que el contenido. El indicador en sí mismo, una vez establecido, tiene ese efecto perverso de la cantidad y no la calidad. La producción de patentes o de papers para mí es muy política en realidad, así que

no es necesariamente un buen indicador que se puede adaptar a todo tipo de organización de investigación. Yo diría que casi que cada organización debería desarrollar internamente sus propios indicadores de acuerdo con sus propios objetivos de desarrollar nuevos productos o de disminuir el número de incidentes en una producción industrial, o un buen número de quejas de sus clientes: en función de eso podemos definir quiénes son las personas con más o menos rendimiento”.

(Entrevista número 3)

En relación a los indicadores, se preguntó también la relación con la universidad y si los entrevistados consideraban si existen patrones similares entre la investigación industrial privada y la académica.

“En el mundo académico sí [vale la pena medir el número de patentes o publicaciones], porque al final el objetivo de la universidad es generar conocimiento, difundirlo y que la gente lo pueda aplicar posteriormente. Pero yo creo que en el mundo profesional no, porque tú puedes ser muy bueno y estar generando mucho conocimiento que está siendo aplicado realmente en la empresa, pero por temas de confidencialidad o de prioridades de la empresa, se decide que no debería ser publicado porque puede generar una ventaja competitiva sobre la competencia: hay cosas que tú patentas para proteger, pero hay cosas que tú no puedes patentar tampoco, entonces no te interesa ni patentar ni publicar, con lo cual no creo que deba ser un indicador en el mundo de empresa”.

(Entrevista número 4)

“En la universidad, que tiene como meta el desarrollo de conocimiento, cuantas más patentes y más artículos publiques, pues más reconocimiento tendrás. En la empresa, lo principal son los buenos resultados de la empresa: no tienen por qué ser patentes o artículos, sino que la investigación que desarrollas, mejore la capacidad competitiva de las empresas y entonces a lo mejor no lo publicas o no lo patenta, pero a la empresa le reporta un mayor beneficio, así que la métrica cambia dependiendo del ámbito”.

(Entrevista número 7)

Un entrevistado fue mucho más positivo con respecto a la solicitud de patentes y publicación de artículos en la industria. Cabe anotar que este entrevistado tiene un perfil muy académico y unos seis meses luego de la entrevista, se movió hacia la universidad como profesor asociado. Él afirmó que:

“Conferences, publications, and then see how attractive the place is for young people: those types of things I think can be good measures. Are you attracting more young people? Are they leaving the company? Is your company very visible when you go to conferences or not? Everything should be kept secret, for example, and so you don't have much publications? So, those type of things are probably good measures, the patents, journal publications, presentations, all of those. I think that at the end can be used to measure some level of activity inside

the company”.

(Entrevista número 8)

Un entrevistado más orientado a la industria, que luego de las entrevistas se movió hacia un puesto de implementación de los resultados de investigación en las fábricas comentó, con respecto a la pregunta de si los mejores investigadores eran los que más patentaban, comentó que:

“To me, that’s not necessarily related, especially not in an industrial context, because in an industrial context, what you need is to solve the problem that is put in front of you. If I look at my own research work, a lot of it was not public nor innovative to a level that it’s patentable, but the real challenge in industrial research comes from translating the lab work that you’ve done to industrial production, and that’s a different kind of creativity that you need there, because you need to find a solution for practical problems. [...] The problem that you have to solve is how am I going to make the product which is requested by our customers?”

(Entrevista número 10)

Un gestor experimentado de I+D, con respecto a las publicaciones, patentes, motivaciones y reconocimiento comentó que:

“We need to mix several indicators on the production for the researcher in terms of patents, articles, conferences, but also the recognition by their peers: the best researcher is able to publish papers, give lectures in the universities and at the same time, be at the origin of a lot of patents. I think that’s not only the number, but also the quality, which is always very difficult to evaluate, that can be pointed by the recognition of peers: some activities outside the company, for example, the European Commission, where they select some experts for their technical working groups, projects, evaluations, etc. They have also some rules to select. And if you have some researchers that are selected in an external organization to review the papers, in order to evaluate the project or to steer some technical group in external associations, I think this is a good point to evaluate also a researcher.”

(Entrevista número 11)

4.2.3. Discusión de resultados del estudio de patentes

La edad en la población estudiada tiene influencia desde el punto de vista de la transmisión del conocimiento y la renovación generacional. Algunos equipos de investigación, tal como lo señalaron los entrevistados, tienen personas muy experimentadas que parten al retiro sin tener alguien que pueda recibir su conocimiento y, desde el otro lado, existen equipos con personas jóvenes a las cuales les falta la asesoría y mentoría de personas más experimentadas.

En este trabajo se ha expuesto el análisis de patentes realizado en una empresa multinacional del sector siderúrgico, centrado en las motivaciones que hoy en día tienen un investigador y una gran organización a la hora de registrar sus invenciones. Se ha comprobado que la patente no sólo se consolida como elemento de protección del trabajo de I+D+i de la organización, sino que cada vez se patenta más. Así, el número de patentes no ha dejado de crecer a nivel mundial de forma general ni en el sector de la empresa estudiada. Además, como cada vez las áreas de trabajo son más especializadas, las empresas necesitan buscar su espacio y acotarlo más mediante patentes.

Por otro lado, las empresas, aparte de proteger sus invenciones por medio de patentes, tienen la costumbre de patentar productos y procesos que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo para ocupar parte del mercado y evitar que la competencia trabaje en esa misma línea. Eso supone un esfuerzo adicional para la organización, que emplea recursos sin tener garantías de que las ideas patentadas vayan a funcionar.

Desde el punto de vista individual, la patente es en sí misma un elemento motivador para los investigadores. De alguna manera, es la culminación de una dedicación intensa a su trabajo: su solicitud por parte de la empresa y el consecuente otorgamiento dan al inventor una sensación de reconocimiento por parte de la organización, lo que constituye un elemento de motivación.

Asimismo, el número de patentes de cada investigador es muy variable y depende de factores como el tema de trabajo o el tipo de resultados que genere, además de que no todos los patentables terminan siendo registrados. Por tanto, el número de patentes no es una buena métrica de la productividad individual. Se entiende, además, que la motivación individual de los inventores no se transforma en patentes solicitadas por la empresa, aunque algunos de sus inventos sean realmente patentables.

En una parte importante de los casos se comprueba que la trayectoria individual de los inventores y su perfil productivo, considerando el número de patentes solicitadas a lo largo de su vida profesional, es una curva de tipo beta con pico cerca al inicio de la vida profesional. Ello quizás se deba a que los investigadores industriales más jóvenes están sobre todo directamente ligados a los proyectos de investigación, mientras que los mayores están más asociados a roles de gestión y control, lo que se traduce en que los más jóvenes puedan tener mayor posibilidad de invención que los mayores. Por último, el hecho de que los investigadores más experimentados se desliguen de la investigación más directa puede estar relacionado con su motivación a ser nombrados en los puestos de mayor jerarquía, desde los que pueden aportar también a la organización gracias a su experiencia.

5. CONTRIBUCIONES Y ROLES DEL INVESTIGADOR SENIOR EN EL SECTOR INDUSTRIAL: RESULTADOS DEL ESTUDIO DE CASO

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos en las entrevistas, en lo que se refiere a las contribuciones y roles de los investigadores senior en la empresa industrial. Se pedía la opinión del entrevistado, basándose fundamentalmente en sus vivencias en la organización, tanto en los equipos en los que ha participado como en otros departamentos.

En la última parte del capítulo se exponen los resultados de la aplicación de la técnica Fuzzy, tras contar con ocho expertos decisores, distintos a los entrevistados en dicho estudio cualitativo.

5.1. Contribuciones tácitas del investigador senior en una empresa industrial

Cuando son preguntados por las contribuciones que los investigadores senior pueden hacer en un equipo y en una organización, casi todos los entrevistados reconocen el conocimiento explícito que atesoran: El senior es considerado como un experto.

“Senior researchers got a lot of knowledge and work on many different subjects.”
(Entrevista número 4)

“They can avoid that we reinvent the wheel because that’s also something I’ve faced with people coming with a good idea, but this idea has been known for 20 years in another domain or in another lab, and they are reinventing the wheel. With more experienced people, they know what the real level of prior art is, not only inside the organization, but outside as well.”
(Entrevista número 6)

“We are wiser with the experience: the connections between different domains are more and more focused. Sometimes new ideas, new technologies can be created by transposing the experience of one domain to the other. That’s what experience can enhance, for instance.”
(Entrevista número 3)

Las respuestas no quedan ahí. Inmediatamente van a la idea de que atesoran una visión estratégica y holística de su área de estudio y del mercado de la organización. En este aspecto

hay unanimidad y se considera que es una cualidad que los ingenieros más jóvenes aún necesitan desarrollar.

“I think the vision and experience [are the biggest contributions of the senior researchers], because young engineers want to do so many things, they don't see all aspects of the industry. Senior people can help them, guide them not to go very far from the reality. In the end, in research, you have to move forward. I think that's a major difference between academia and an organization like this one: Whatever you're doing at this company, you have to be sure that it works for the company, at the end it should be something relevant to the industry. So you have to make sure that your activities are aligned with the goal of the company and it helps the company to move in a certain direction. And I think senior people can really help them to build this vision and make sure that they don't lose the path”.

(Entrevista número 4)

“[Como investigador senior] comprendes en poco tiempo dónde está el problema, mucho más rápido que un junior que llega recién a la empresa y quiere analizar todo, quiere estudiar todo [...]. Tú rápidamente sabes las cosas que debes estudiar, cómo debes estudiarlas.”

(Entrevista número 10)

“I think a senior researcher has the responsibility to make sure that whatever is generated in the lab, in terms of results, is actually translated into something that is usable for the plant to make the product. And you're taking into account the whole chain. I think for starters in research, it's very difficult to see the bigger picture, to see the industrial feasibility, to see the need for a customer, for a commercial organization and also to see the links between different products, because also there is an important role for more senior people to connect with the topics that are related because it wouldn't be the first time that the same problem gets solved four or five times. I think it's going to be the role of a senior engineer to make sure that we build the most efficient way there by connecting.”

(Entrevista número 11)

El segundo aspecto más comentado es el de que los senior tienen memoria organizacional. Han visto los resultados de muchos proyectos, unos exitosos y otros que no han llegado a buen puerto, y saben las razones de muchas de las decisiones que se han tomado a lo largo del tiempo. Conocen los recursos de la organización, y pueden anticiparse a los problemas que pueden surgir en un proyecto determinado.

“La experiencia de la cantidad de ideas que viste que fallaron y las que salieron adelante, te da cierto conocimiento de qué puede tener éxito y qué no. Al final un senior ha pasado por un montón de proyectos e ideas que no llegaron a nada, pero eso le da un bagaje de saber más o menos si para cierto proyecto, si no

tiene el apoyo de alguien o de algo, no va a buen puerto.”

(Entrevista número 2)

“[Senior research engineers] have also the memory of what has been done, what has been tried, and it’s important also because it helps avoiding to follow dead ends and going more quickly to the point, and also applying some reasoning in terms of similarity works. I think it’s a way of disruptive thinking when you’ve been working in a domain and suddenly you’re in another one and you think there are similarities. You can bring this disruption quite quickly, that is only available to the senior researchers, not to the young ones.”

(Entrevista número 6)

La mitad de los entrevistados resaltan las capacidades que los investigadores más veteranos tienen en cuanto a la metodología de investigación, incluyendo los conocimientos relativos a la forma de presentar los resultados para poder ser registrados en forma de patente. Se valora mucho también la capacidad de plantear y organizar un proyecto de investigación, así como el dominio de las técnicas más apropiadas y los socios más interesantes.

“Lo otro que uno se da cuenta es que patentar es un ejercicio, es como una especie de técnica: hay que desarrollar una disciplina para pensar de una manera diferente, una manera adaptada a generar patentes. Inicialmente yo pensaba que para la patente, uno debería poder desarrollar el conocimiento y con ese conocimiento iba a llegar a ser patente, pero en realidad hay que tener una visión de que patentar no significa tener el conocimiento: se puede tener una parte del conocimiento pero se puede patentar aún sin el approach científico de conocer todo lo que pasa, todos los fenómenos, para patentar. Con la experiencia se encuentra una especie de puntos de inflexión en cuanto a que el nivel de conocimiento técnico que existe no es completo, pero es suficiente para generar una patente en el tiempo correcto, en el momento correcto. Entonces también hay una parte técnica de cuándo y cómo patentar en función de la cantidad de conocimiento acumulado.”

(Entrevista número 1)

“Seguro que desde el punto de vista técnico [el investigador senior] tiene mucho que aportar, pero veo más interesante el cómo puedo aportar en la metodología del trabajo, en cómo enfocar ese trabajo y cómo plantear las cosas.”

(Entrevista número 8)

“Sabes cómo estructurar una investigación de una manera más eficaz y a un nivel mucho más alto que un junior.”

(Entrevista número 10)

Finalmente, cabe destacar también la importancia que los entrevistados dan a la red de contactos que puede ofrecer un senior, tanto dentro de la organización como fuera de ésta.

Tienen muchos contactos internos logrados con los años y los externos son, en su mayoría, personas que han conocido en congresos y conferencias, o personas con las que han trabajado a lo largo de los años, y que el investigador veterano puede poner al servicio de la investigación.

“Lo que apporto, es que tengo muchísimos contactos dentro y fuera de la empresa, en muchísimos centros tecnológicos y universidades.”

(Entrevista número 2)

“Es bastante importante también el hecho de tener una red de contactos amplia: la investigación no es un trabajo individual, siempre es un trabajo colectivo, así que el tener una lista de gente que conoces en un montón de áreas, que pueden intervenir en ciertos problemas o ayudarte a resolver estos problemas, va a ser beneficioso.”

(Entrevista número 9)

Una recopilación de las competencias que los entrevistados han identificado como más características de los investigadores senior de una empresa industrial se recoge en la tabla 5.1.

Parte de estas aportaciones coinciden con los componentes que se han considerado tradicionalmente dentro del concepto de capital intelectual de una organización.

5.2. Roles del investigador senior en una empresa industrial

La mentoría, explícitamente expresada o no, está en el espíritu de todos los entrevistados. En particular, todos y cada uno de ellos hablaron sobre el papel de orientador o consultor que los investigadores de más edad pueden y suelen desempeñar en las organizaciones de investigación industrial.

“Coaching is very important because you have the knowledge, but you have some intangible things that you can only transfer by a strong day-to-day coaching. And that’s also one of the key qualities of a senior researcher, he’s to be able to spend time with the others, with the youngest researchers to transfer, to explain, to help, to support, etcetera. That’s also something that should be part of the evaluation of a senior researcher: its ability not only to develop knowledge, but to let young engineers grow and then develop knowledge in the future, it means, to share what he has learned, to share some way of working, to share ideas, etc., this is a key for collective improvement of this research in this company. It is key.”

(Entrevista número 5)

- Identificación del conocimiento que falta
- Conocimiento de las fuentes de conocimiento
- Identificación de las tendencias de I+D a medio y largo plazo
- Identificación de las tendencias del sector
- Identificación del conocimiento clave para la empresa
- Identificación de si las ideas a desarrollar pueden llegar a tener aplicabilidad industrial
- Proporciona contexto al conocimiento (visión de conjunto)
- Es capaz de establecer conexiones entre distintos dominios de conocimiento
- Conoce los motivos por los que otros proyectos han fracasado
- Conoce las fortalezas y debilidades de la organización
- Es capaz de anticiparse a los problemas que pueden surgir
- Conoce la técnica de patentar
- Es capaz de plantear y organizar un proyecto de investigación
- Conoce la metodología de investigación
- Aporta su red de contactos externos a la organización en la que trabaja
- Conoce personas dentro de la organización que pueden ayudar en el proyecto
- Es resolutivo
- Es paciente y resiliente

Tabla 5.1. Contribuciones específicas de los investigadores senior de una empresa industrial. Fuente: Producción propia

“I think they should be acting and also be recognized as mentors by the organization: this would be the one sentence answer. If I may just develop that: it is not only important that they take time to do so, because this is really what the company can expect from them due to their experience.”

(Entrevista número 3)

“Casi que, por definición, parte del trabajo del senior es eso: compartir un poco su experiencia hacia los que llegan a un equipo para que esta experiencia, con las nuevas competencias, las nuevas herramientas, la nueva energía de joven, después finalmente se unifique y aumente. Yo diría que es prácticamente parte fundamental del trabajo en sí.”

(Entrevista número 9)

En segundo lugar, con dos terceras partes de los entrevistados, surge la cuestión del ahorro de tiempo. El conocimiento técnico que atesoran los veteranos, junto con lo aprendido tras numerosas experiencias, los convierte en expertos que saben evitar vías que no conducirán a resultados. Es un ejemplo más del valioso conocimiento tácito que pueden aportar.

“Uno de los principales límites de los más jóvenes es que no tienen la información que les permite avanzar o pierden el tiempo tratando de responder preguntas que ya han sido respondidas. La persona que tiene experiencia puede facilitar mucho el trabajo de uno más joven, proponiendo una perspectiva de conocimiento existente y de experiencias realizadas, esa es la primera contribución de alguien de experiencia: ser la fuente de referencias válidas para el trabajo de un investigador más joven.”

(Entrevista número 1)

“Lo que tú aportas es que se estrellen menos de lo que te estrellaste tú: a lo mejor no te estrellaste mucho porque tuviste a alguien que te ayudó, pero eso es lo que intenta hacer un senior: que las cosas vayan al puerto y evitar el menor número de estrellamientos posibles.”

(Entrevista número 2)

“They can avoid that we reinvent the wheel because that’s also something I’ve faced with people coming with a good idea, but this idea has been known for 20 years in another domain or in another lab, and they are reinventing the wheel.”

(Entrevista número 6)

De forma más residual se mencionan otros aspectos, como el apoyo en situaciones difíciles. Pueden enseñar a construir habilidades de resiliencia en sus compañeros más jóvenes. Landaeta y Kotnour [133] ya expusieron las ganancias psicológicas que la relación de mentoría, formal o informal, puede traer a un joven mentorado.

En la tabla 5.2 se recoge un compendio de los roles que los entrevistados han identificado, sobre los roles que el investigador senior puede desempeñar y que, además, también pueden aplicar en el marco de una mentoría formal o informal.

<ul style="list-style-type: none">- Experto- Consultor- Orientador- Motivador- Organizador- Coordinador- Facilitador- Corrección del rumbo de una investigación, si se desvía de los objetivos- Cierta libertad para probar cosas nuevas- Ejemplo de resiliencia

Tabla 5.2. Roles que el investigador senior puede desempeñar en una empresa industrial. Fuente: Producción propia

El potencial de la mentoría para producir beneficios, tanto a mentores como a las personas que mentorizan, ha sido resaltado por varios estudios [134]. En esta investigación, algunos

veteranos han sabido reconocer que la relación con los jóvenes investigadores también les reporta beneficios, como ponerse al día de ciertas novedades tecnológicas, o la ilusión y empuje que muestran los junior. Además, el reconocimiento de los veteranos como "sabios a los que acudir" tiene ganancias psicológicas: autoestima y empoderamiento [54].

5.3. Aplicación de Fuzzy AHP para la jerarquización de las contribuciones del investigador senior en la empresa industrial

El modelo jerárquico considerado a partir de la literatura y de las aportaciones de los entrevistados se recoge en la figura 5.1. Se han sintetizado las contribuciones, hasta reducirlas a siete, debido a las recomendaciones de no poner más de siete elementos en cada nivel. El criterio para reducir ha sido el de agrupar elementos semejantes, por un lado, y la frecuencia con la que se han mencionado esas contribuciones, por otro.

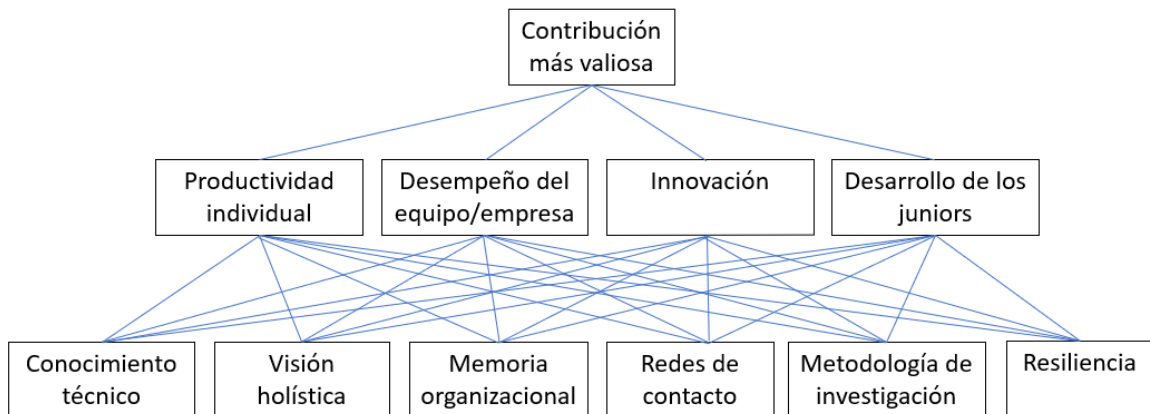


Figura 5.1. Modelo AHP para el estudio de las contribuciones tácitas de los investigadores senior industriales. Fuente: Producción propia

La tabla 5.3 presenta algunos ejemplos de referencias bibliográficas que sustentan los criterios propuestos en el modelo AHP para el estudio de las contribuciones tácitas de los investigadores senior industriales, presentado en la figura 5.1.

Hay que mencionar que el modelo no incluye todos los criterios y contribuciones identificadas en la literatura y entrevistas. En algunos casos, contribuciones semejantes han sido agrupadas. Por ejemplo, los entrevistados mencionaron el conocimiento sobre cómo abordar un proyecto de investigación, el conocimiento de técnicas específicas de investigación y el conocimiento de redacción de patentes. Todos ellos han sido agrupados en la contribución "Metodología de investigación". En otros casos, algunas contribuciones no se han incluido porque solo uno de los entrevistados las han mencionado, o solo han sido encontradas en una referencia bibliográfica.

La figura 5.2 muestra los resultados generales obtenidos. Así, la contribución más valiosa de un investigador senior a su organización, con un 26 %, es su visión holística. Le sigue de cerca, con el 23 %, la red de contactos que ha acumulado a lo largo de los años. La tercera contribución es su resiliencia en los fracasos o en situaciones complicadas (17 %), y la cuarta

Criterio	Relación	Autor
Innovación	Los activos intangibles tienen una influencia significativa en la innovación abierta El conocimiento tácito tiene un efecto lineal positivo en la innovación Compartir conocimiento, tanto explícito como tácito, y la calidad del conocimiento están asociados positivamente con la capacidad de innovación Compartir conocimiento, tanto explícito como tácito, es una variable mediadora entre la cultura colaborativa de una organización y la innovación incremental Compartir conocimiento, tanto explícito como tácito, facilita la innovación y el desempeño Los inputs tecnológicos y científicos a la innovación tienen un considerable componente tácito. El conocimiento tácito es integral para la innovación en tecnologías emergentes	Muthuveloo <i>et al.</i> [135] Pérez-Luño <i>et al.</i> [136] Ganguly <i>et al.</i> [137] Le <i>et al.</i> [138] Wang y Wang [64] Senker [139]
Productividad individual	Compartir conocimiento, tanto explícito como tácito, facilita la innovación y el desempeño	Wang y Wang [64]
Productividad de equipo u organización	El conocimiento tácito está relacionado con el desempeño de la organización	Yazici <i>et al.</i> [140]
Motivación	Los investigadores senior contribuyen a la motivación del equipo, allanando el camino y siendo ejemplo de resiliencia ante los fracasos	Fuente propia: Entrevistas a ingenieros senior
Desarrollo de los juniors	Los investigadores senior contribuyen al desarrollo de los junior, dándoles cierta libertad y proponiéndoles retos interesantes de investigación	Fuente propia: Entrevistas a ingenieros senior

Tabla 5.3. Aportaciones de la literatura para sustentar el modelo jerárquico de contribuciones. Fuente: Producción propia

es la memoria organizacional de proyectos previos en la empresa o grupo de trabajo (15%). En los últimos lugares está el conocimiento técnico (12%) y, finalmente entre las contribuciones consideradas, el dominio de técnicas y metodologías específicas de investigación y generación de patentes con el 7%. Se comprueba además que las diferencias en las contribuciones no son excesivas o que, dicho de otra manera, no hay una contribución que sobresalga excesivamente con respecto a las demás. Se podría decir que el investigador senior tiene un amplio y compensado abanico de competencias ligadas a su experiencia, valiosas para su organización.

Los resultados obtenidos muestran cómo los expertos consideran que las principales contribuciones de los investigadores sénior son más líquidas, entendiendo el término como aquellas menos explícitas y por tanto más difíciles de medir (visión holística, resiliencia. . .) por contraposición de las explícitas como el conocimiento técnico y/o el conocimiento de técnicas de investigación. Estos resultados apoyan las hipótesis de partida al revelar cómo los

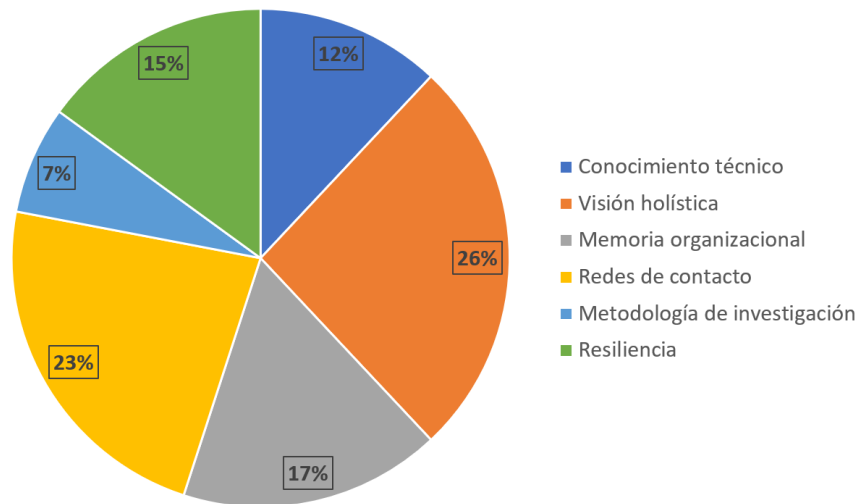


Figura 5.2. Contribuciones de los investigadores senior a su organización o grupo de trabajo. Fuente: Producción propia

senior contribuyen de una manera más sutil a la organización, y además más difícil de reemplazar, al estar directamente relacionadas con la experiencia vital del investigador y su trayectoria, y que difícilmente pueden ser adquiridas formalmente a partir de formación, información codificada o cualquier otro medio de transmisión explícito de conocimiento.

Para llegar a los resultados anteriores hay que recordar que los expertos tenían que evaluar la mayor o menor importancia de una contribución respecto de la otra, para cada uno de los criterios considerados en el modelo jerárquico. Es de interés mostrar también los resultados acerca de las opiniones de los expertos sobre la importancia relativa de cada criterio. Para ello tenían que comparar los criterios, dos a dos, y decir cuál era el más importante para evaluar las contribuciones de los investigadores senior, y además en qué medida.

La figura 5.3 muestra el criterio que ha sido considerado más importante es el desarrollo de los investigadores junior, con un 42%. A ese criterio le sigue la productividad del equipo o empresa, con el 30%. En tercer lugar la innovación del grupo u organización, con un peso del 21%, y finalmente, con solo el 7%, la productividad individual del investigador senior. Queda de ésta manera validado el comentario de la persona entrevistada perteneciente al equipo de patentes de la organización estudiada, cuando comentaba que el investigador senior no es valioso por su trabajo en el laboratorio, sino por el resto de roles que desempeña.

A la vista de la figura 5.3, se puede concluir que los indicadores tradicionales de productividad individual no son adecuados para los investigadores senior. Esta idea ya fue manifestada también repetidamente en las entrevistas individuales realizadas en el marco de esta misma tesis doctoral (ver apartado 4.2.2. "Evolución de la productividad científica con la edad. Indicadores"). Para los expertos decisores (personas distintas a los entrevistados, que no han estado en contacto entre sí), son mucho más adecuados los criterios de productividad grupal o empresarial, así como innovación. Pero, de lejos, el criterio más valorado es *a futuro*, es decir, el desarrollo profesional de las nuevas generaciones. Estos hallazgos van en la línea de lo expuesto por Gellert y Kuipers [55], que en su estudio establecieron que en las

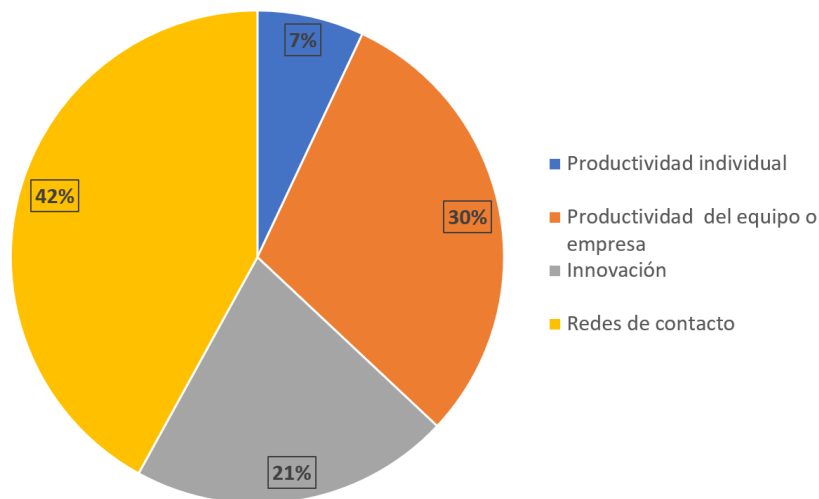


Figura 5.3. Importancia de los criterios de evaluación de las contribuciones de los investigadores senior a su organización. Fuente: Producción propia

áreas de aprendizaje mutuo, retroalimentación y toma de decisiones, los equipos de trabajo se benefician de una mayor edad promedio.

Para analizar cuáles son los decisores que más se parecen entre sí, y ver si se pueden aglutinar en diferentes grupos, se realiza un análisis de clústeres. Para ello, el primer paso es crear una tabla donde cada fila se corresponderá con las respuestas de cada decisor, y cada columna la formará las respuestas dadas. Posteriormente se estandariza la base de datos obtenida mediante los siguientes criterios:

- Si el valor registrado es un entero positivo, se deja como está
- Si el valor registrado es un decimal, se toma su inverso y se multiplica por -1
- Si el valor registrado es 1, se asigna 0

De esta manera, se consigue una base de datos con la misma escala, con valores entre [-9,9]. Una vez que los datos son transformados, se comienza con el análisis de clústeres. A tal efecto se siguió el siguiente proceso:

1. Matriz de correlación de Pearson, para ver si existe correlación lineal entre distintos decisores con respecto a sus respectivas respuestas
2. Se calculan las distancias euclídeas por pares de decisores, para observar cuáles son los decisores que presentan respuestas más parecidas
3. Se obtienen gráficas de dendrogramas utilizando como métrica entre pares la distancia euclídea y como métrica para realizar las agrupaciones el máximo o la media. El objetivo de ello es ver de manera sencilla si se pueden distinguir a simple vista clústeres de decisores

4. Se obtiene el número óptimo de clústeres por medio de dos criterios distintos:
 - a El método del codo, con el que se van dividiendo los distintos decisores y se van formando los clústeres que menos varianza intra-clúster presenten. La forma en que se selecciona el número óptimo de clústeres mediante este criterio es elegir aquel número de clústeres que represente un suavizado de la pendiente más pronunciado con respecto a las pendientes calculadas en el número de clústeres anteriores
 - b El método de la silueta, con el que se van dividiendo los distintos decisores y se van formando los clústeres para los que se calcula su media del coeficiente de la silueta. La forma en que se selecciona el número óptimo de clústeres mediante este criterio es elegir aquel número de clúster que maximice el coeficiente de la silueta. Este coeficiente, que toma valores entre -1 y 1, mide la calidad del agrupamiento formado. Cuanto más cercano sea este valor a 1, mayor calidad de los clústeres, es decir, los agrupamientos formados se encuentran claramente separados entre sí
5. Finalmente, se realizan gráficas para ver la distribución de respuestas entre los 6 pares de decisores que presentan menor distancia euclídea entre sí (más parecidos) y los 6 pares que presentan mayor distancia euclídea entre sí (menos parecidos)

El análisis general no presenta una distribución clara de agrupaciones. Tanto el método del codo, como el de la silueta indican que la mejor agrupación es la realizada con 2 clústeres principales, uno formado por los decisores DM1 y DM8 y el otro formado por el resto de los decisores. Aunque todos los decisores tienen o han tenido relación profesional con la misma empresa, estos dos decisores son los únicos cuya trayectoria no está prácticamente ligada al mismo centro de investigación, lo que puede explicar la distinción entre clústeres. No obstante, se observa también que la calidad de esta agrupación no es muy elevada, con una varianza intra-clúster muy alta y un coeficiente de la silueta cercano al 0.2. Es decir, no parece que existan agrupaciones claras entre los decisores, cada decisor responde de manera diferenciada con respecto al resto. Los decisores que presentan respuestas más similares son el DM7-DM3-D5-DM4, como se puede ver en la figura 5.4.

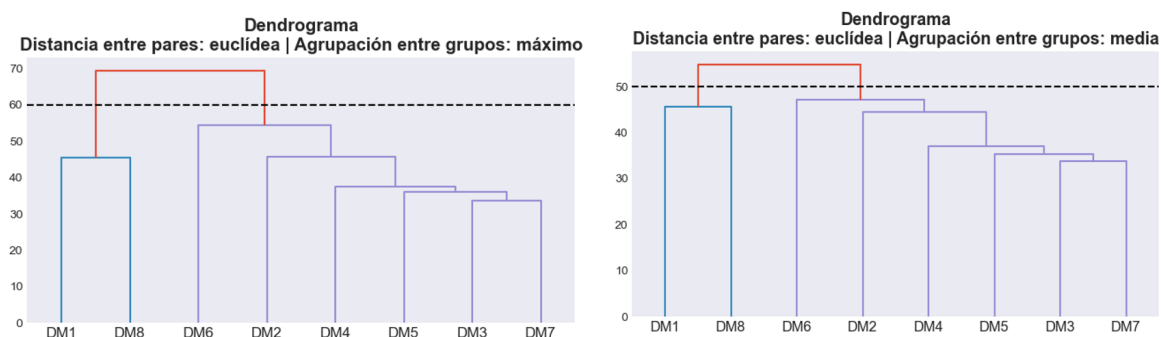


Figura 5.4. Dendrogramas de decisores: análisis general. Fuente: Producción propia

El análisis por criterios presenta una distribución óptima en 4 clústeres; el primero formado por los decisores DM5 y DM6, el segundo formado por los decisores DM2 y DM4, el tercero formado por los decisores DM4 y DM8 y el último formado por los decisores DM1

y DM7. Su varianza intra-clúster con esta configuración es menor a los 200 y la media del coeficiente de la silueta alcanza su máximo por encima de los 0.325. Se observan agrupaciones de una calidad media. Se puede observar también que las distancias euclídeas entre los decisores más parecidos disminuyen en gran medida con respecto al análisis general. Cabe decir que para este estudio se dispone de menos información, debido a que solo se tienen en cuenta los criterios. En principio, no se puede establecer ninguna relación cualitativa entre las agrupaciones de los clústeres que permita obtener ningún tipo de hipótesis que explique los resultados. La figura 5.5 representa los hallazgos con respecto al análisis por criterios.

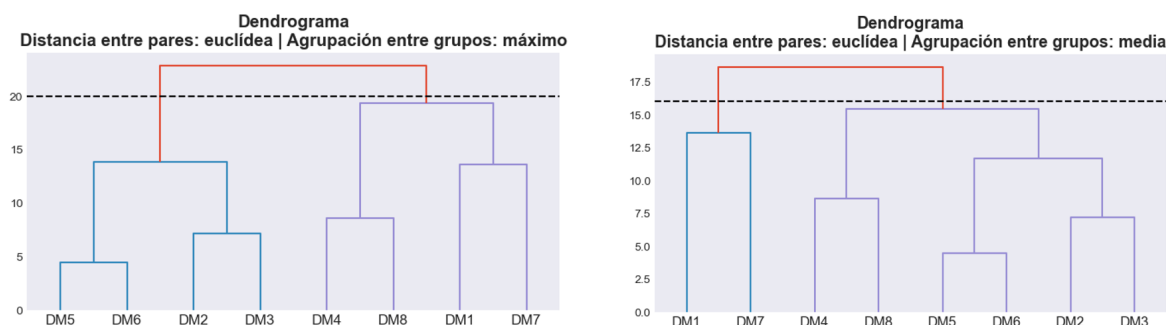


Figura 5.5. Dendrogramas de decisores: análisis por criterios. Fuente: Producción propia

El análisis por contribuciones, cuyos resultados se grafican en la figura 5.6 lanza unos resultados parecidos a los del análisis general. Esto tiene sentido pues la gran mayoría de información del análisis general viene dada por las contribuciones. Se pueden establecer dos clústeres de baja calidad (los mismos clústeres que para el análisis general).

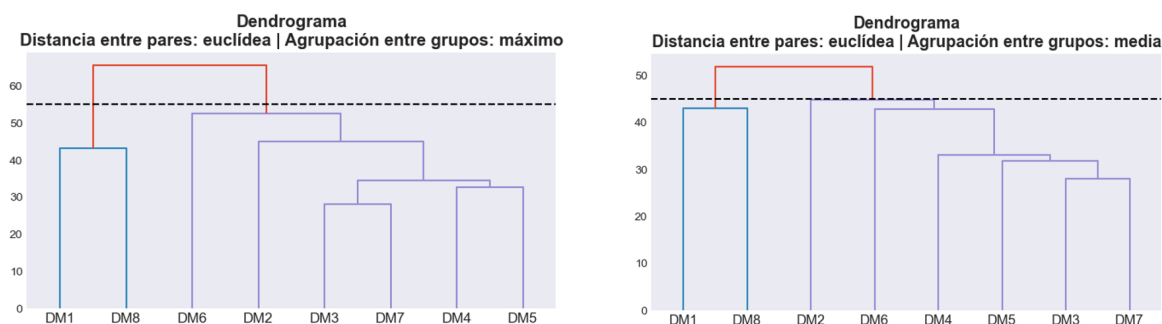


Figura 5.6. Dendrogramas de decisores: análisis por contribuciones. Fuente: Producción propia

El análisis por contribuciones fijando cada uno de los criterios no parece arrojar agrupaciones de mejor calidad que las generales o el de las contribuciones completas. Tanto para el caso de fijar la productividad individual, como el trabajo en equipo o la innovación, en el cual se obtiene que el número de clústeres óptimos es 2.

Para la productividad individual se presenta una agrupación formada por el decisor DM1 y la otra agrupación formada por el resto de los decisores (de acuerdo con el criterio de agrupación por medias). Es decir, el decisor DM1 es el que responde de manera menos popular, seguido por el DM6 y por el DM8. Los decisores más parecidos resultan ser los mismos que para el análisis general y de contribuciones completas (DM7-DM3-D5-DM4). El resultado de este caso se puede ver en la figura 5.7.

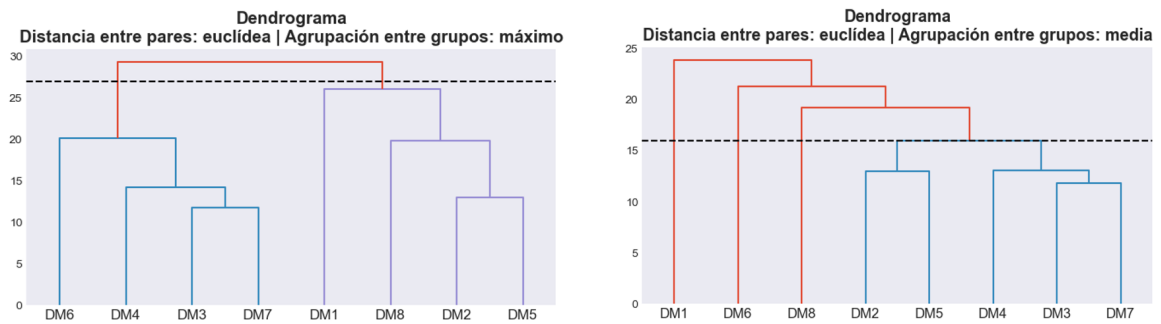


Figura 5.7. Dendrogramas de decisores: análisis de contribuciones fijando el criterio de productividad individual. Fuente: Producción propia

Para el trabajo en equipo se obtiene una agrupación que no resulta tan evidente según el criterio de la silueta. Se podría pensar en formar un número óptimo de clústeres de dos en los que tomemos por un lado una agrupación formada por los decisores DM1, DM3 y DM8, y por otro lado la agrupación formada por los decisores DM2, DM5, DM6, DM4 y DM7. Sin embargo, viendo el dendrograma y la poca diferencia que hay entre la media del coeficiente de la silueta entre el número de clústeres 2 y 3, se podría optar por realizar una agrupación de 3 clústeres, uno formado por los decisores DM1, DM3 y DM8, otro formado por los decisores DM6, DM5, DM4 y DM7 y un último clúster formado por el decisor DM2. Se observa en este sentido que el decisor DM2 es el que presenta diferencias más claras con respecto al resto de decisores. Por otro lado, se observan que los decisores que más se parecen varían con respecto a las contribuciones completas y el análisis general (en este caso los DM4-DM7-DM5 y DM8-DM3-DM1). La figura 5.8 muestra el resultado obtenido.

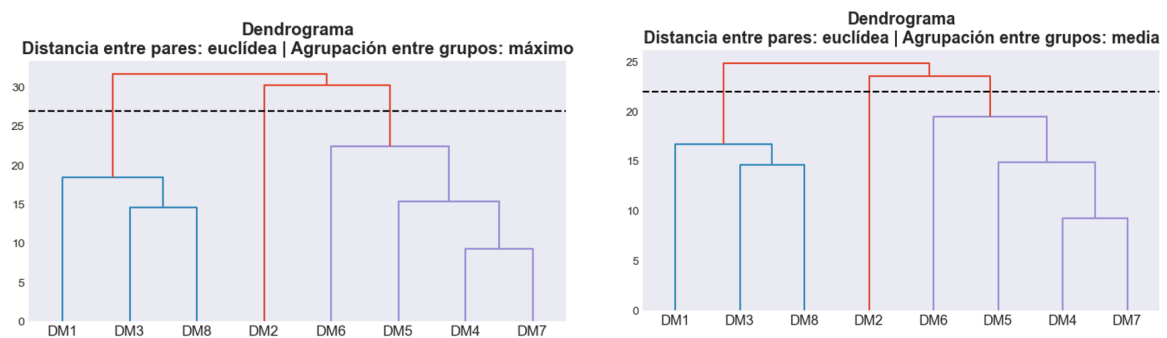


Figura 5.8. Dendrogramas de decisores: análisis de contribuciones fijando el criterio de productividad grupal u organizacional. Fuente: Producción propia

Para la innovación se observa un análisis parecido al realizado con el de las contribuciones completas y el análisis general. De nuevo, se tiene un número óptimo de clústeres de 2, donde la calidad de esta agrupación es baja. Esta configuración está formada por un lado por el decisor DM1, que al igual que para el caso de la productividad individual es el que presenta respuestas más dispares, y por otro lado el grupo formado por el resto de los decisores. Los decisores que más se parecen entre sí son, de nuevo, el DM7, DM3, DM4 y DM5. En la figura 5.9 se observan las gráficas obtenidas.

Para el desarrollo de los investigadores junior, no se observa una configuración parecida a las anteriores. Según el criterio de la silueta el número óptimo de clústeres sería de 4. Estas

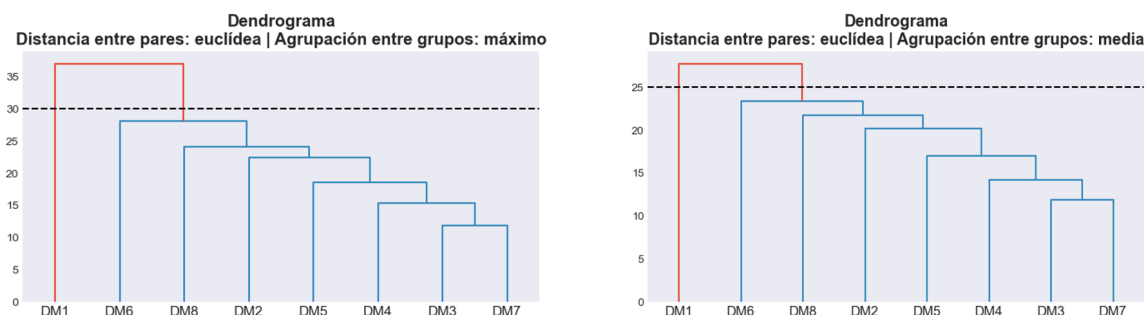


Figura 5.9. Dendrogramas de decisores: análisis de contribuciones fijando el criterio de innovación del equipo u organizacional. Fuente: Producción propia

4 agrupaciones estarían formadas (de acuerdo a una agrupación por medias) por el decisor DM3, DM7, DM5, DM4 y DM6, por un lado, por otro lado, el decisor DM2, por otro lado el decisor DM1 y por otro lado el decisor DM8. La calidad de los clústeres no es muy buena (supera por poco 0.2 la media del coeficiente de la silueta). Sin embargo, volvemos a tener de entre los decisores más parecidos los 4 integrantes que veíamos en las contribuciones generales y el análisis general (DM7, DM3, DM4 y DM5). Resultados disponibles en la figura 5.10.

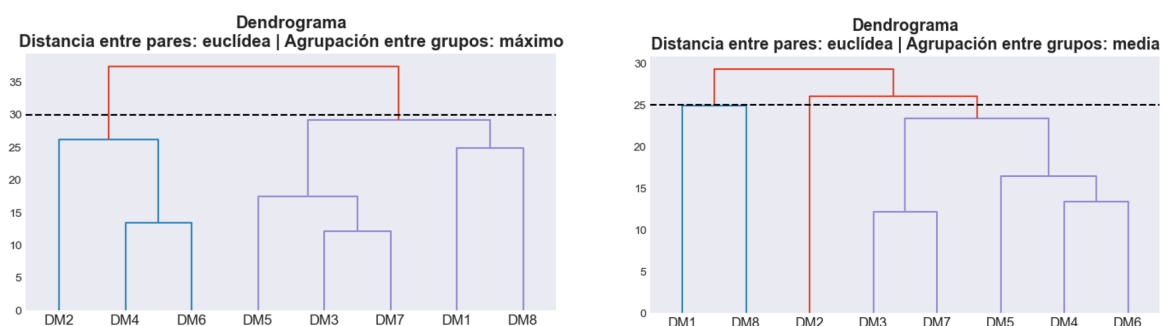


Figura 5.10. Dendrogramas de decisores: análisis de contribuciones fijando el criterio de desarrollo de los investigadores junior. Fuente: Producción propia

De manera general, y a pesar de no poder formar agrupaciones claras de buena calidad, los decisores que presentan menos discrepancia entre sí son los decisores DM7, DM3, DM4 y DM5. Por un lado, esto puede estar influenciado en que los decisores DM3 y DM7 son los más jóvenes y cuya trayectoria está vinculada en exclusiva con el mismo centro de investigación. Por otro lado, los que parecen presentar un comportamiento más dispar son los decisores DM1 y DM2.

DM1 es claramente el decisor más dispar de todos, aspecto que podría explicarse al ser el único con una trayectoria académica extensa y no tan vinculado con la industria.

En las siguientes figuras se han desglosado los resultados generales sobre las contribuciones de los investigadores senior en dos grupos. Por un lado, la valoración de los dos investigadores junior que han actuado como expertos decisores y, por otro, la dada por los expertos senior. Podría cuestionarse si los dos junior son realmente expertos, ya que proba-

blemente no han conocido muchos senior a lo largo de su trayectoria. Sin embargo, han sido incluidos intencionadamente para examinar las posibles disparidades.

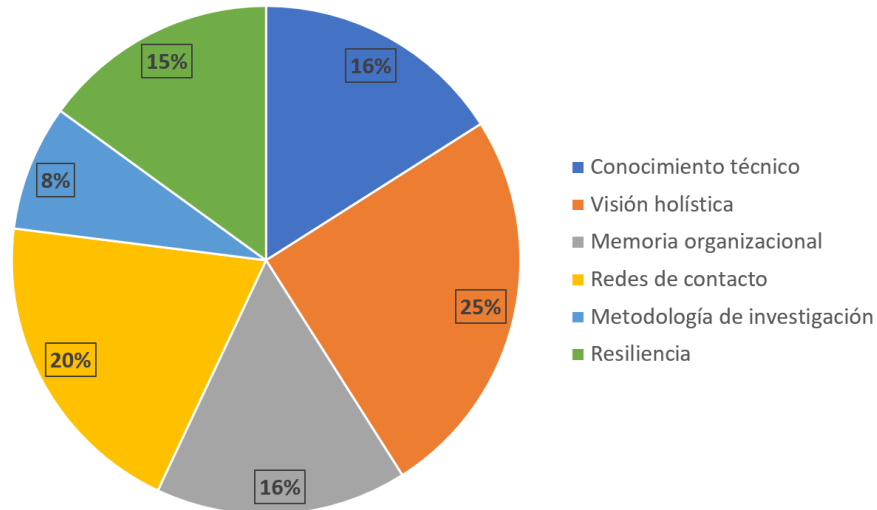


Figura 5.11. Contribuciones de los investigadores senior, según los expertos senior. Fuente: Producción propia

Se comprueba que los resultados son muy similares. La principal diferencia está en las contribuciones de conocimiento técnico y red de contactos. Los decisores más jóvenes valoran poco el conocimiento técnico de los investigadores senior (6%) y mucho su red de contactos (34%). Los decisores más mayores consideran que ambas contribuciones están más equilibradas (16% y 20% respectivamente). Estos porcentajes se representan en la figura 5.11 para la opinión de los expertos senior y en la figura 5.12 para el punto de vista de los expertos junior.

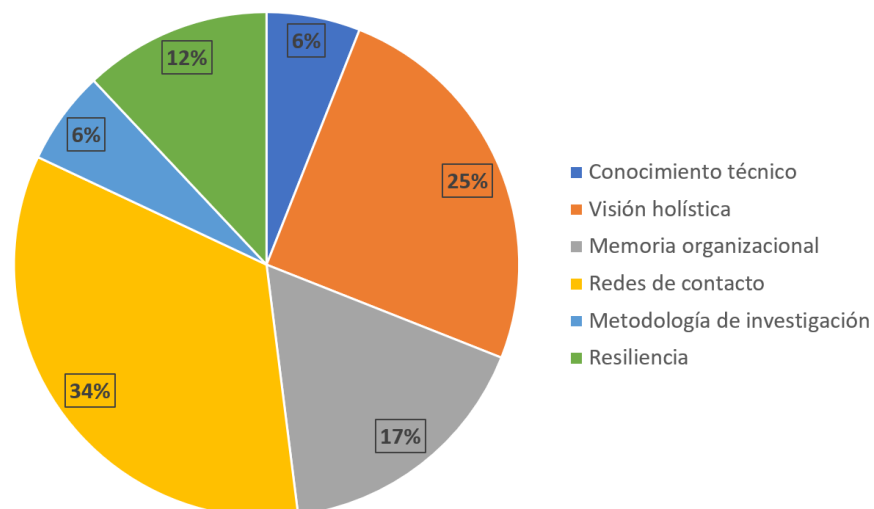


Figura 5.12. Contribuciones de los investigadores senior, según los expertos junior. Fuente: Producción propia

5.4. Discusión de resultados del estudio de contribuciones y roles

Los investigadores senior poseen amplios conocimientos. Por un lado, los conocimientos tangibles, de naturaleza más bien tecnológica, que parecen estar más ligados a la experiencia en un determinado puesto que a la propia edad. Por otro lado, el conocimiento tácito, que está más relacionado con el número de años en los que el científico/ingeniero ha desempeñado su función como investigador y, por tanto, está más relacionado con la edad.

Los trabajadores senior pueden llegar a ser más valiosos para una organización por su conocimiento tácito, en lugar de por su conocimiento tangible o su trabajo en el laboratorio. Su visión holística, su red de contactos o su memoria organizacional pueden contribuir a enfocar los proyectos y a resolver los problemas que van surgiendo a lo largo de los mismos. Ese conocimiento no se adquiere fácilmente o rápidamente. Es el resultado de años de experiencia y reflexión, que les permite, además, ir adquiriendo nuevos roles en la organización.

Si bien, puede ser aceptado que los investigadores jóvenes pueden aventajar a los senior a la hora de adquirir nuevos conocimientos técnicos o en el uso de tecnologías, difícilmente pueden competir en la consecución de las destrezas anteriormente descritas como “vitales”, lo que los hacen altamente valiosos para las organizaciones. Por lo tanto, la hipótesis de que la productividad no necesariamente disminuye con el tiempo, sino que varía de naturaleza, y la consecución de estas contribuciones es incremental con la experiencia del investigador, apoyando los argumentos de Frosch [11] y Rietzschel *et al.* [10] entre otros. En definitiva, parece ser que los jóvenes puntúan mejor en productividad tangible y los veteranos en productividad intangible.

Por otro lado, entre los criterios a utilizar para valorar las contribuciones de los investigadores senior, se ha destacado como más importante la de su apoyo en el desarrollo de investigadores junior. Lejos de caer en el estereotipo de que los veteranos son más conservadores, y pueden hacer reducir la innovación de una organización, en este trabajo se están revelando como una inversión a futuro, ya que pueden ser los artífices del desarrollo profesional de los investigadores más jóvenes, enseñándoles, apoyándolos, guiándolos e integrándolos en la organización.

Parte IV

Discusión y propuesta metodológica

6. RETOS EMPRESARIALES Y SOCIALES LIGADOS AL ENVEJECIMIENTO DE LOS INVESTIGADORES EN EL SECTOR INDUSTRIAL

En general, las empresas deben desarrollar estrategias para manejar los desafíos y aprovechar las fortalezas de sus empleados veteranos mientras atraen y retienen a talentos más jóvenes y diversificados en el proceso, al mismo tiempo aprovechando su conocimiento y la transmisión correcta y a tiempo de éste. El envejecimiento de los investigadores en el sector industrial plantea varios retos empresariales y sociales, entre ellos la pérdida de conocimiento y experiencia, la dificultad para atraer y retener talento joven debido a la percepción de que la empresa es 'vieja' o hasta 'anticuada', afectando la capacidad de la empresa para innovar y competir en un mercado cambiante; y mayores costos de capacitación y pérdida del conocimiento existente.



Figura 6.1. Contribuciones, roles y retos de los investigadores senior en una organización industrial privada.
Fuente: Producción propia

De acuerdo a las entrevistas, se encontró que existe una relación codependiente entre variables entre las contribuciones, los roles y las contribuciones que los investigadores senior pueden ofrecer a los ecosistemas de innovación.

Tal como se ha descrito en el capítulo anterior, desde el punto de vista de las contribuciones se entiende su aporte desde el conocimiento explícito y el tácito, éste último más relacionado con esos valores que no son evidentes, pero son en general aportados por la experiencia del investigador. Si hablamos de los roles, se destaca el investigador senior como un mentor en sus diferentes facetas, tal como se ve en la tabla 5.2: experto, consultor, orientador, motivador, entre otras características. La figura 6.1 enseña las contribuciones, roles y retos que aporta un investigador senior en una organización industrial privada a manera de resumen de lo hallado en las investigaciones cuantitativa y cualitativa.

Este capítulo de la tesis está dedicado a los retos a los que se enfrentan los investigadores más experimentados, pero sobre todo las empresas, se puede resumir en tres principales aspectos: la carrera profesional de los investigadores, la retención profesional y la transferencia de conocimiento, entendiendo dicho conocimiento como uno de los activos intangibles más preciados de las organizaciones.

6.1. La carrera profesional

El comentario que más frecuentemente se mencionó a lo largo de las entrevistas, desde el punto de vista de la carrera profesional, es que en Europa hay pocas perspectivas de promoción en investigación. Si un investigador exitoso desea tener una remuneración más elevada, la opción clásica es abandonar la investigación y pasar a gestión.

“Creo que la investigación como fuente de generación de conocimiento no tiene una valorización en las empresas desde el punto de vista de carrera profesional o de remuneración. El investigador busca normalmente tener una carrera que pueda satisfacer sus necesidades de progresión, necesita salir de la carrera investigadora que en su base es relativamente solitaria individual y basada sobre estructuras de Management muy planas, por lo tanto, no proponiendo carreras de evolución. Puede normalmente ocurrir que en muchas empresas el rol de experto técnico y el hecho de que una persona, a partir de su conocimiento técnico en la investigación ser un líder técnico, darle la imagen o la idea de que puede ser también un líder en Management, en función de su base de conocimiento. Eso sigue siendo un problema, a mi modo de ver, porque a veces se confunde liderazgo técnico con liderazgo de Management, y puede generar que personas que tienen alta capacidad de ser líderes técnicos no necesariamente tiene la capacidad de ser líderes en otras áreas, pero se les estimula a partir otras áreas en función del éxito que han tenido en el campo investigador. Todo eso es un problema en base de una falta de valorización de la carrera de investigador en las empresas.”

(Entrevista número 1)

“Los investigadores están muy mal reconocidos.”

(Entrevista número 2 - Hablando del reconocimiento de los investigadores con respecto a otras esferas de la empresa)

“There’s a multitude of reasons why people leave R&D. Some of them see R&D as a kind of training, so it’s just to get into the feeling of products, then to start building the network and then they find another way. Some try it and just are not cut out to be researchers. So, nothing to be ashamed of, that’s just out of everybody’s good at everything, so it’s another group. Some get frustrated with the lack of progress because R&D takes more time to realize something than typically is the case in a production environment. I’ve seen people who leave R&D for lack of growth opportunities in the organization. So, there are different motivations to seek challenges elsewhere.”

(Entrevista número 11)

Tal como se observó en el desarrollo de las entrevistas, una buena parte de los investigadores, desde su posición de investigadores o de gestores de la investigación, confirmaron que un gran número de ingenieros no sienten reconocimiento o consideran que les falta ser valorados en sus carreras. Esto puede deberse a la falta de reconocimientos de sus propios pares: compañeros o superiores en el centro de investigación, quizás en parte debido a la falta de comprensión sobre el valor de su trabajo o la falta de difusión y promoción de sus logros. También se observó que la priorización de proyectos puede deteriorar el reconocimiento de los investigadores que llevan los proyectos no-prioritarios, al sentir que éstos les restará posibilidades de ser notorios en la entidad, además de una posible falta de desarrollo profesional: los proyectos que no son prioritarios tienen a recibir menos apoyo financiero y de recursos humanos para desarrollarse.

En general, la falta de valoración de los investigadores puede tener un impacto negativo en su motivación y desempeño en el trabajo, así como en la capacidad de la organización para aprovechar su potencial innovador.

6.2. La retención de talento

La retención de talento está relacionada con la carrera profesional. Además, tiene un doble sentido. Por un lado, la retención de los investigadores veteranos en sí.

“La única manera es manteniendo un alto nivel de motivación en su campo técnico, generándole al investigador desafíos técnicos, que es el único estímulo que tiene un investigador, desafíos técnicos que lo satisfagan. Tal vez sea mi caso personal, pero creo que sí los desafíos técnicos son excitantes, es muy difícil que un investigador se vaya, excepto que las condiciones económicas sean muy difíciles. Si el investigador tiene temas desafiantes que lo motivan y recursos desde el punto de vista equipos y personal para hacerlo, el investigador no va a cambiar, por qué cambiar a otra empresa implica también dejar largos años

de experiencia en temas específicos sin final y el investigador es un enamorado de sus temas técnicos y de sus desafíos y les cuesta mucho dejar de lado todas esas preguntas que quedan sin solución.”

(Entrevista número 1)

“Obviously, the financial motivation is important, but it is not key because if it was so key for a researcher, then you would not be a researcher. You would work in finance or whatsoever, in other areas where the salaries are much more important due to the function itself. In general, the researchers are in this position because it’s such a huge intellectual stimulation. It’s a way also to be recognized, I won’t speak for myself because it’s not the case anymore, but in general, when you accept to work in this area, you put a lot of yourself in what you’re doing because you’re doing some research, in some kind of way, exposing your capacity to discover something or to put at risk the fact that you do not discover something and then you are considered as someone, not efficient, creative and so on: it is a huge personal involvement. So, besides the financial aspect, which would be managed by, once again, I don’t think this is the deeper motivation for research, the recognition that should come from the management in terms of visibility, of what you have done, in terms of recognition of your capacities and your domain of excellence. And I think these are real topics nowadays for R&D: to have recognition through titles like senior researchers and so on. It’s not obvious in European vocabulary, for instance. You know very well how to identify someone with the position in terms of management like team leader or department leader, but for people who are in the team with an incredible experience, you’re not going to spontaneously, in our culture, to call them senior researcher: they will be research engineers. This is something we really should break because this is probably the key point for researchers: internal recognition.”

(Entrevista número 3)

Por otro lado, los investigadores senior pueden ser valiosos colaboradores de la organización para la captación y retención en investigación de jóvenes talentos. Pueden ayudarles a integrarse en la organización y pueden convertirse en consultores para ellos.

“La experiencia personal del investigador puede dar a la jerarquía las claves para motivar y estimular el trabajo de los jóvenes ingenieros.”

(Entrevista número 1)

“I think that the researcher needs to be convinced about the fact that what he is developing, is interesting for the company. That’s the recognition, but not through the papers, the patents, but more to give kind of sense direction of what he is doing, explaining: “the company wants to go in that direction and here, in your position, you are one of the bricks and the bricks are necessary”. That’s something that is maybe difficult for a researcher, and especially when you gain experience in one specific thematic.”

(Entrevista número 5)

“I think we should give some freedom to the people, maybe in the way to organize themselves or in the way they can propose certain things. Too often topics come from top to down and without even asking people, operational people if they have ideas on what should be done. I am not telling that we should let the researcher completely run already without any input or any guidance, but giving them an opportunity to be heard on the topics they would like to push: That would be good, I think.”

(Entrevista número 6)

En este punto es interesante mencionar el estudio de Zhao *et al.* [141], en el cual encontraron que los cinco primeros años de la carrera investigadora pueden predecir el éxito futuro. Aunque el estudio se hizo en el sector académico (matemáticas) encontraron que los investigadores que abandonaron la carrera universitaria parecían tener una deficiencia en sus habilidades investigadoras, y sobre todo una falta de colaboración en sus primeros años como investigadores con colegas senior o que publican mucho. Aunque habría que corroborar esas conclusiones en el ámbito industrial, podríamos hipotetizar que los veteranos del sector industrial también podrían jugar un papel importante en la predicción de una carrera exitosa y larga en investigación.

6.3. La transferencia de conocimiento

La gestión del conocimiento es una cuestión crucial en las sociedades desarrolladas actuales. A través del conocimiento, las organizaciones pueden ofrecer valor a los clientes, a través de productos o servicios. Cualquier empresa que innove sabe que el conocimiento que genera es la base misma de su existencia.

Los investigadores veteranos han acumulado a lo largo de los años un gran conocimiento técnico y procedimental, además de otras habilidades como las recogidas en el capítulo 5. Buena parte de ese conocimiento no está recogido formalmente.

“My feeling is that we have a good knowledge to transfer, but it relies on the people: If the people are convinced about the necessity or the interest of the knowledge transfer, it will occur, it will be informal, it will be by discussion, by organization in the teams. But it’s not strange. The knowledge transfer: I don’t know if it is managed: It is let to the decision of the team manager, of the lab manager, and that’s why I think most often it goes well, because the team manager, the lab manager, are convinced about the necessity, but it’s very difficult to show how efficient it is, this knowledge transfer. So, there is knowledge transfer, but it is not easy to be objective, to make it tangible. To try to make some action in that direction, the first point would be the initial picture.”

(Entrevista número 5)

“On knowledge transfer, they need to transfer some knowledge, but they should also transfer how to create knowledge and where to look at, because then it’s

more a mentoring thing. I would say, rather than simply transferring knowledge because it can be easily done and to transfer knowledge. But what you want to do is to have a young researcher being able to invent themselves. And that's more than simply by getting some knowledge that they can invent. There are more important things to do and more complicated things to transfer."

(Entrevista número 6)

"Depende de la persona: Cada persona tiene una manera de ser y de llevarlo a cabo. Para mí es clave que la gente que tenga experiencia, pueda compartirla con la gente más joven y que no tiene ese conocimiento, no sólo desde un punto de vista técnico y de detalle, sino también desde un punto de vista tipo coaching o mentoring, en cómo enfocar su trabajo."

(Entrevista número 8)

"No, that's another thing you learn with seniority is you don't hold back, you just speak your mind. We have systems to support our knowledge, in principle, we have meetings to exchange. I think as such, transfer of knowledge is at least facilitated. Whether it's done properly, execute it or not, depends just on the people: you can still get that from the organization, but if you have the framework set out correctly, which I think is to a large extent the case in this company, it's OK."

(Entrevista número 11)

Efectivamente, de las citas anteriores se deduce que es más preocupante la falta de una transferencia adecuada de conocimiento tácito que de conocimiento explícito. También se menciona que existen ciertos instrumentos con los que cuenta la organización, pero que al final depende en gran medida de la voluntad de cada persona.

7. MARCO METODOLÓGICO PARA EL MANTENIMIENTO DE LA CAPACIDAD INNOVADORA DE LAS ORGANIZACIONES

Luego de haber repasado los roles y las contribuciones de los investigadores más experimentados para un centro de investigación industrial en el sector privado, puede empezar a entenderse cuál es el aporte que ellos pueden proveer a sus organizaciones. Sin embargo, los diferentes aspectos que rodean la generación y mantenimiento de la capacidad innovadora en este tipo de organizaciones no pueden ser generalizadas y deben ser entendidas dentro del contexto de cada una de ellas: el conjunto de procesos y estructuras jerárquicas, hace que cada caso deba ser estudiado particularmente.

El propósito de esta tesis ha sido la creación de un marco metodológico que permita el desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora en organizaciones orientadas a proyectos, con énfasis en investigación. Este marco busca homogeneizar y simplificar un plan de mejora basado en la experiencia de los investigadores más experimentados de su entorno y, al mismo tiempo, reflejar la complejidad del estudio de la innovación y sus derivados en distintos niveles, alcances y naturalezas. Por motivos de alcance, en este trabajo de investigación se escogió el factor de edad de los investigadores, y se decidió diseñar, a partir de los retos identificados, dicho marco metodológico para el desarrollo de políticas de gestión de recursos humanos que favorezca el mantenimiento de la capacidad innovadora de la organización.

Este marco metodológico se desarrolla en cinco fases de estudio, entre los cuales se incluye la definición de los objetivos y su alcance, el análisis del estado actual, el estudio de las fuentes de conocimiento, la creación del plan de mejora de la capacidad innovadora y la implementación y réplica de dicho plan, como se puede ver en la figura 7.1. La estructura de este marco metodológico se ha inspirado en la propuesta de Bote[142], quien en “*Mapping sustainability and circular economy in cities: Methodological framework from Europe to the Spanish case*” propone un marco metodológico para crear un mapa de sostenibilidad y economía circular en ciudades, unidas en diversos niveles de estudio dentro de los alcances local, nacional y supranacional; a su vez, dicho marco metodológico se creó a partir del uso de reconocidos marcos metodológicos oficiales de frecuente uso por los expertos en el tema.

Este capítulo de la tesis hace una revisión de la propuesta de marco metodológico desde unas Fases 0, 1 y 2 de preparación, pasando por la Fase 3 de creación del plan de mejora, hasta la Fase 4 de implementación y réplica. Se propone, a manera de listados de características, las Fases 0 y 1: en la **Fase 0** se definen los objetivos y alcance del plan de mejora, mientras que en la **Fase 1** se analiza el estado actual de la organización. En la **Fase 2** se estudian las fuentes de conocimiento, que son los ecosistemas de innovación para el desarrollo de esta tesis, y la revisión del estado de la gestión y la transferencia del conocimiento. En la **Fase 3**

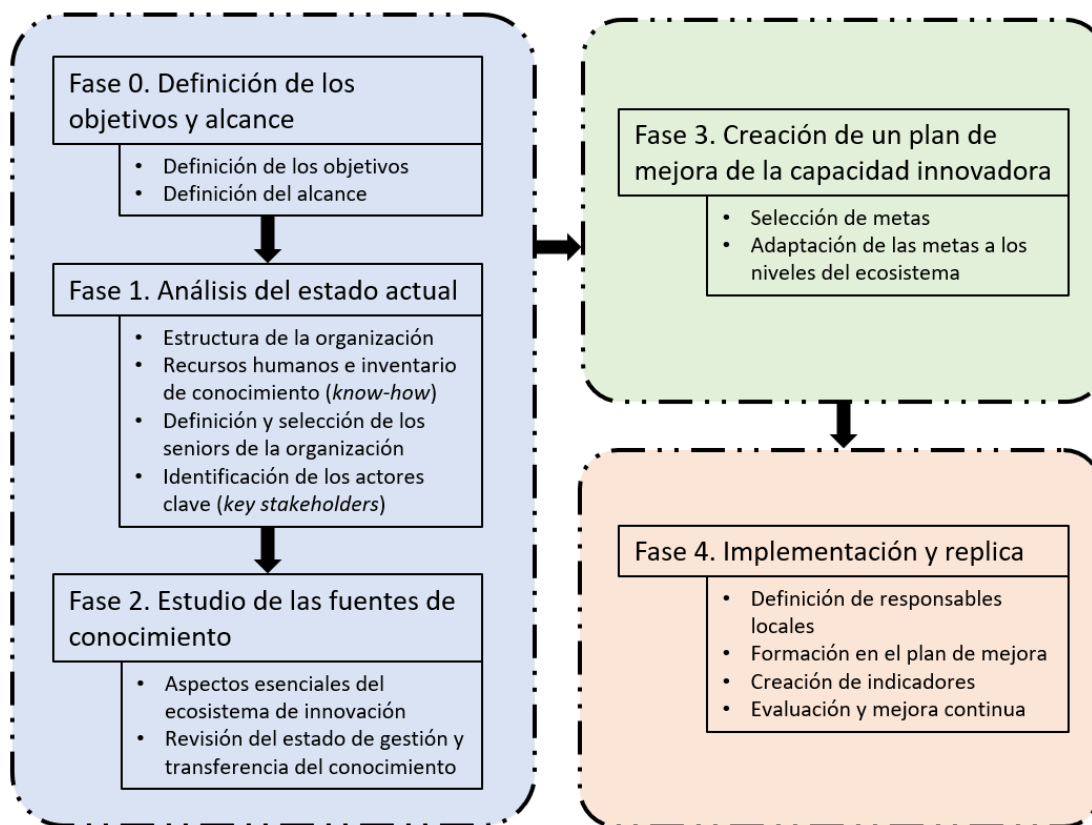


Figura 7.1. Estructura del marco metodológico. Fuente: Producción propia

se proponen los elementos a considerar para la creación del plan de mejora (o desarrollo) de la capacidad innovadora y en la **Fase 4** se proponen también listados de revisión que buscan responder a la implementación y réplica de dicho plan de mejora, incluyendo por supuesto la creación de indicadores y los criterios de evaluación y mejora continua.

7.1. Propuesta de Marco Metodológico

Para el desarrollo del marco metodológico se propone un esquema para facilitar la creación de un plan de mejora de la capacidad innovadora de la organización. Este proceso se propone en cinco fases, tal como se puede ver en la figura 7.1 y se describe a continuación:

- **Fase 0:** Definición de los objetivos y alcance. Para generar un marco metodológico que tenga sentido y afecte positivamente las prioridades de la organización, se debe tener claro hasta dónde se quiere llegar con la implementación de un marco metodológico para el desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora.
- **Fase 1:** Análisis del estado actual. Un análisis preliminar del contexto de cada caso de estudio/implementación se lleva a cabo con el propósito de entender la estructura de la organización y los recursos con los que cuenta.

- **Fase 2:** Estudio de las fuentes de conocimiento. Para el diseño del marco es necesario definir los aspectos esenciales del ecosistema de innovación y revisar los procesos de gestión y transferencia del conocimiento ya existentes en la organización.
- **Fase 3:** Creación del plan de mejora de la capacidad innovadora. El plan de mejora es diseñado con una selección de metas de acuerdo a los niveles de gestión establecido en el ecosistema de innovación, seguido por un proceso de adaptación en sus diferentes niveles.
- **Fase 4:** Implementación y réplica. La implementación del plan de mejora empieza con la adaptación a un centro de I+D, a manera de piloto, para una subsecuente réplica en otros centros de investigación de la organización. Tal implementación implica la definición de responsables locales, la formación de los investigadores en el sistema de gestión y la creación de indicadores para medir el impacto de la implementación del plan de mejora. Se propone un proceso de mejora continua que permite la evolución y adaptación del plan de acuerdo a la experiencia durante su implementación.

Influencia de los investigadores senior en el ecosistema de innovación

Tras realizar los tres estudios que se han enseñado en esta tesis, en la figura 7.2 se puede ver el modelo general de influencia de los investigadores senior. Al confirmarse que las redes de contacto y la visión holística de la investigación son las características más relevantes de los investigadores senior, el entenderlos como relacionadores con los actores claves internos y externos, además de su mismo grupo de investigadores, hace que se pueda sacar provecho a dichas capacidades.

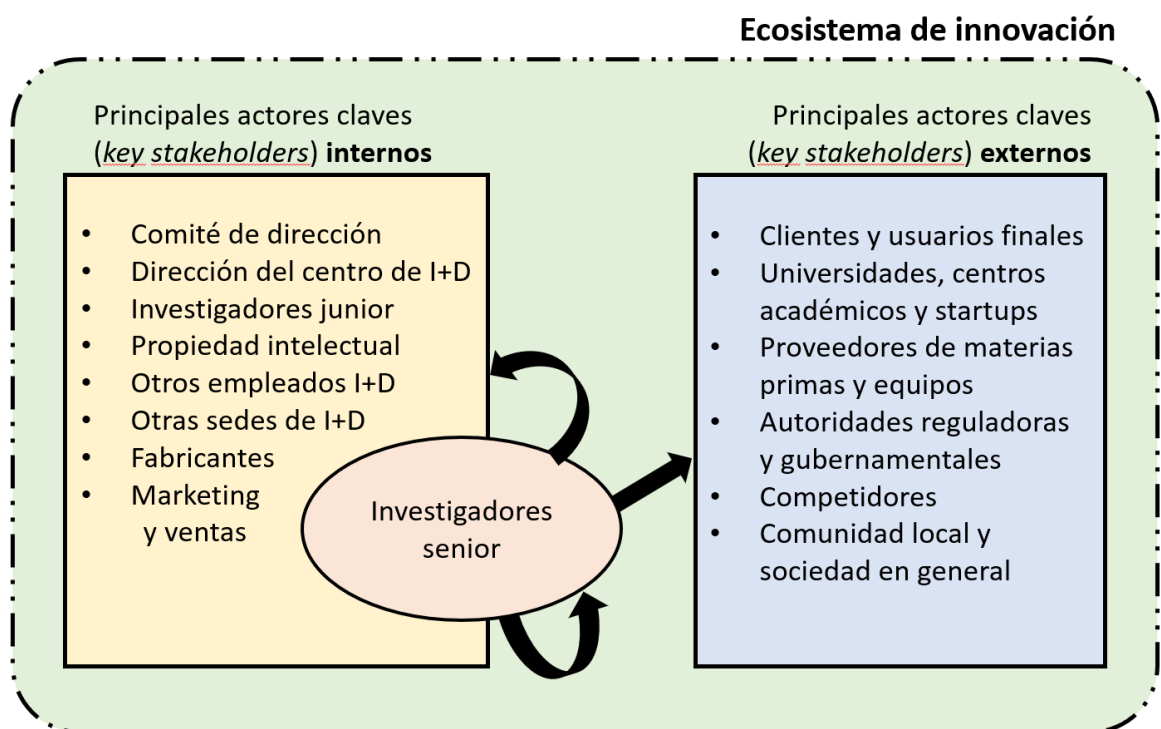


Figura 7.2. Modelo general de influencia de los investigadores senior. Fuente: Producción propia

En un ecosistema de innovación, se fomenta la creación y el flujo de ideas, la transferencia de conocimientos, la colaboración en la investigación y el desarrollo, así como la creación de redes y el acceso a recursos y oportunidades. Al proporcionar un entorno propicio para la innovación, los ecosistemas de innovación buscan generar un impacto positivo en la economía, la sociedad y el crecimiento empresarial.

El marco metodológico para desarrollo y mejora de la capacidad innovadora propone la ruta a seguir para que, en medio de un ecosistema de innovación, ésta pueda ser impulsada con el apoyo y soporte de los investigadores senior. Los ecosistemas de innovación son entornos complejos y dinámicos que fomentan la colaboración, la interacción y el intercambio de conocimientos entre sus diversos actores, con el objetivo de promover y acelerar la innovación. El propósito es que por medio de su trabajo conjunto se impulse el desarrollo de nuevos productos, servicios, tecnologías y hasta nuevos modelos de negocio.

7.2. Fase 0 - Definición de los objetivos y alcance

La fase 0, punto inicial del marco metodológico, tiene en cuenta los objetivos y el alcance del proyecto de implementación: desarrollar y mantener la capacidad innovativa es vital para la organización, pero es necesario definir qué se quiere poner en marcha y hasta donde se quiere llegar en este proceso.

Este paso inicial considera la revisión de dos puntos:

0.A. Definición de los objetivos

0.B. Definición del alcance

Subfase 0.A. Definición de los objetivos

La organización que busque desarrollar su capacidad innovadora, deberá enfocar sus esfuerzos en satisfacer diferentes ámbitos de la gestión de la I+D+i.

Los objetivos del marco metodológico deben enfocarse en modificar los aspectos que no cumplan completamente su misión o poner en marcha aquellos que no estén implementados. Algunos de los objetivos más comunes que podrían desarrollarse o mejorarse, y que se buscan alcanzar con el marco metodológico son:

1. **Estandarización:** Un objetivo del plan de mejora puede ser el establecer un conjunto de estándares, procesos y directrices que brinden coherencia y consistencia en la forma en que se aborda la capacidad innovadora en la organización. Esto ayuda a establecer una base sólida y un lenguaje común para todos los involucrados en el proceso.
2. **Sistematización:** Especialmente en grandes entidades de investigación, el objetivo del plan de mejora puede ser el sistematizar el proceso de desarrollo y mantenimiento de

la capacidad innovadora. Esto implica dividir el proceso en etapas, actividades y tareas claras, lo que facilita su comprensión, seguimiento y ejecución eficiente.

3. **Eficiencia y eficacia:** El plan de mejora puede tener como objetivo el establecimiento de procesos y herramientas adecuadas para optimizar el uso de los recursos disponibles, reducir tiempos y costos, y maximizar los resultados de investigación obtenidos.
4. **Orientación estratégica:** Se puede buscar la alineación de la capacidad innovadora del centro de investigación con los objetivos y estrategias de la organización. Esto implica establecer vínculos claros entre la capacidad innovadora y la visión, misión y objetivos organizacionales, para asegurar que dicha innovación esté alineada con la dirección estratégica de la organización.
5. **Gestión del conocimiento:** Uno de los propósitos es facilitar la gestión y transferencia del conocimiento generado en el proceso de innovación. Esto implica documentar y compartir buenas prácticas, lecciones aprendidas, experiencias y conocimientos técnicos, para enriquecer el cúmulo de conocimiento de la organización y promover la innovación continua.

Estos objetivos no son mutuamente excluyentes y un plan de desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora puede mezclar varios de estos. Sin embargo, se recomienda definir un objetivo principal que se ajuste a las falencias que pueda presentar la organización.

Subfase 0.B. Definición del alcance

El marco metodológico debe adaptarse a la estructura establecida y a la evolución natural que atraviese la organización. Un plan de desarrollo o mantenimiento de la capacidad innovadora debería limitarse a satisfacer los objetivos del proceso que se quiera intervenir. Durante dicho proceso no es necesario redefinir el conjunto estructural de la entidad de investigación, además que es posible su implementación escalonada. Sin ser una lista exhaustiva, algunos procesos que se podrían intervenir son los siguientes:

1. **Mejora de la infraestructura:** Esto implica la actualización y optimización de las instalaciones físicas y tecnológicas del centro de investigación. Por ejemplo, se pueden realizar inversiones en equipos de última generación, laboratorios especializados, software de análisis de datos, o mejoras en la conectividad y la infraestructura informática.
2. **Desarrollo de talento:** El alcance puede incluir iniciativas de desarrollo del talento y fortalecimiento de las capacidades del personal de investigación. Esto podría incluir la implementación de programas de formación y capacitación, el fomento de la colaboración y el intercambio de conocimientos entre investigadores, además del establecimiento de planes de carrera y desarrollo profesional.
3. **Optimización de procesos:** El proyecto puede enfocarse en mejorar los procesos internos de investigación para aumentar la eficiencia y la calidad de los resultados. Esto podría significar la revisión y reingeniería de los flujos de trabajo, la implementación

de herramientas y metodologías de gestión de proyectos, o la adopción de prácticas de trabajo colaborativas.

4. **Fomento de la colaboración:** Se puede buscar fortalecer la colaboración tanto interna como externa de la investigación en la organización. Esto conlleva la creación de espacios y plataformas para facilitar la colaboración entre los investigadores, la promoción de alianzas estratégicas con otras instituciones o empresas, o la participación en redes de investigación a nivel nacional o internacional.
5. **Mejora de la comunicación y difusión de resultados:** El proyecto puede proponer iniciativas para mejorar la comunicación y la difusión de los resultados de investigación. Esto podría involucrar la creación de estrategias de comunicación interna y externa, la implementación de sistemas para el seguimiento y la divulgación de los avances y logros de investigación, y la participación en eventos y conferencias científicas.
6. **Incorporación de nuevas tecnologías:** Este alcance puede abarcar la exploración e implementación de nuevas tecnologías que puedan potenciar la investigación. Podría incluir el uso de herramientas de inteligencia artificial, el análisis de big data, la impresión aditiva, la aplicación de técnicas de simulación o la adopción de tecnologías de automatización de procesos.

Luego de definir el alcance del proceso a ser desarrollado o mejorado, el marco metodológico puede limitar el alcance de la intervención a realizar, incluyendo posiblemente:

1. **Diseño y estructura del marco metodológico:** Abarca la definición y diseño del marco metodológico en sí mismo, estableciendo los componentes, estructura y actividades que lo conformarán. Esto implica identificar los elementos clave que deben considerarse en el proceso de innovación y establecer un enfoque sistematizado para su desarrollo y mantenimiento.
2. **Evaluación y diagnóstico del estado actual de la capacidad innovadora:** Incluye realizar un análisis exhaustivo de los factores internos y externos que influyen en la capacidad innovadora, identificar fortalezas y debilidades, y determinar áreas de mejora y oportunidades de crecimiento.
3. **Desarrollo de herramientas y técnicas:** Conlleva diseñar y adaptar herramientas que faciliten la generación de ideas, la gestión de proyectos innovadores, la evaluación de riesgos y la medición de resultados, entre otros aspectos relevantes.
4. **Implementación y seguimiento:** Abarca la implementación del marco metodológico en la organización, incluyendo la capacitación del personal, la asignación de responsabilidades y la creación de mecanismos de seguimiento y control. Esto busca asegurar que el proceso de mejora se aplique de manera efectiva y se mantenga vigente en el tiempo.
5. **Réplica del plan:** Considera la integración del plan de mejora o desarrollo en otros procesos y sistemas existentes en la organización, además de otros centros de investigación de la misma organización, permitiendo así establecer conexiones y sinergias

en áreas como la gestión de la calidad, la gestión del conocimiento o la gestión de proyectos.

Entre más se avance en este último listado, más alcance implica el marco metodológico. La realización escalonada es una alternativa posible que permite la evaluación continua del proceso y hace posible las modificaciones necesarias al plan de mejora o desarrollo de la capacidad innovadora. Es importante tener en cuenta las necesidades y los recursos disponibles de la organización, así como establecer objetivos claros y medibles para garantizar el éxito del proyecto.

7.3. Fase 1 - Análisis de estado actual

Luego de definir cuál es el objetivo y alcance del marco metodológico, es fundamental conocer la manera en la cual está estructurada la organización y dejar en claro cuáles son los recursos humanos de la organización, definiendo quienes son los investigadores senior de la entidad y conociendo su posición en el organigrama.

Para el análisis preliminar del contexto de cada caso se debe conocer la estructura y los recursos con los que cuenta la organización. Este análisis puede realizarse a través de diferentes métodos como revisión documental y observación directa. El objetivo es obtener una comprensión completa de la estructura organizativa, sus procesos de investigación y la identificación de los investigadores senior. El análisis del estado actual considera las subfases:

- 1.A. Estructura de la organización
- 1.B. Recursos humanos e inventario de conocimientos (*know-how*)
- 1.C. Definición y selección de los senior de la organización

Subfase 1.A. Estructura de la organización

En esta subfase del estudio, la estructura de la organización se refiere a la forma en que se organiza internamente la entidad de investigación, cómo se dividen las responsabilidades, las relaciones de autoridad y comunicación, y cómo se coordinan las actividades y los recursos. Definir la estructura de una organización implica enseñar cómo se agrupan y se organizan las funciones, los departamentos y los niveles jerárquicos dentro de la entidad de investigación. A continuación, se proponen los pasos principales para definir la estructura de una organización:

1. **Analizar los objetivos y estrategias organizacionales:** Es importante comprender los objetivos y la estrategia de la organización para garantizar que la estructura se alinee

adecuadamente con ellos. Esto incluye evaluar las metas a largo plazo, la dirección estratégica y los requerimientos específicos de la organización.

2. **Identificar las funciones y responsabilidades claves:** Identificar las principales áreas funcionales y determinar las responsabilidades y tareas específicas de cada una, necesarias para lograr los objetivos de la organización.
3. **Establecer los niveles jerárquicos:** Determinar la cantidad de niveles jerárquicos que existen en la organización, con el propósito de conocer la estructura de autoridad, definiendo quién reporta a quién y estableciendo la estructura de supervisión y toma de decisiones.
4. **Agrupar los diferentes tipos de departamentos o unidades:** Identificar los departamentos o unidades que existen en la organización y cómo se organizan. Esto puede suponer la existencia de departamentos funcionales, divisiones geográficas, equipos multidisciplinarios, entre otros.
5. **Determinar los mecanismos de coordinación y comunicación:** Definir cómo se coordinan las actividades y se comparte la información entre los diferentes departamentos y niveles jerárquicos, incluyendo los canales de comunicación formales e informales establecidos, los roles de coordinación y la utilización de sistemas de información y tecnología.
6. **Evaluar la flexibilidad y agilidad organizacional:** Considerar la necesidad de que la estructura sea flexible y adaptable a los cambios y desafíos del entorno, esto incluye equipos o unidades de trabajo ágiles, revisión de la estructura matricial o el inventario de mecanismos de gestión del cambio.
7. **Documentar y comunicar la estructura organizacional:** Una vez que se haya analizado toda la estructura organizacional en un organigrama o documento formal, es importante documentarla. Esto ayuda a comunicar y visualizar la estructura a todos los miembros de la organización.

Es importante destacar que la estructura organizacional puede evolucionar con el tiempo a medida que la organización crece, se enfrenta a nuevos desafíos o modifica su estrategia. Por lo tanto, es fundamental revisar periódicamente la estructura para garantizar su eficacia y alineación con los objetivos organizacionales.

Recursos humanos e inventario de conocimientos (*know-how*)

Un centro de investigación cuenta con una amplia gama de recursos humanos altamente capacitados y especializados. Estos recursos son fundamentales para llevar a cabo investigaciones y avanzar en el conocimiento en su campo de estudio. Algunos de las posiciones más comunes en un centro de investigación:

1. **Investigadores:** Son profesionales altamente cualificados y especializados en un campo específico de investigación. Suelen desagregarse en:

- a. **Investigadores principales:** Lideran proyectos de investigación, supervisan equipos y son reconocidos en su campo por su experiencia y contribuciones. Es posible que una parte muy importante del grupo de investigadores senior pertenezcan a este grupo.
 - b. **Investigadores asociados:** Tienen experiencia en investigación y contribuyen activamente a proyectos bajo la dirección de los investigadores principales. Los investigadores junior forman parte importante de este grupo, junto a una parte de los investigadores senior que no son líderes en la investigación.
 - c. **Investigadores invitados o temporales:** Personas siguiendo doctorados o posdoctorados que llevan a cabo investigaciones bajo la supervisión de los investigadores principales. Aquí también se incluyen los investigadores que hacen parte de colaboraciones y pertenecen temporalmente a la entidad de investigación.
2. **Técnicos de laboratorio:** Son responsables de realizar experimentos, recopilar datos y realizar análisis en el laboratorio.
 3. **Personal de apoyo administrativo:** Incluye personal que proporciona soporte en la gestión de proyectos, presupuestos, informes, trámites legales, contratos y otras tareas administrativas.
 4. **Especialistas en gestión de proyectos:** Son profesionales encargados de la planificación, coordinación y ejecución de proyectos de investigación. Gestionan recursos, plazos, presupuestos y aseguran el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Dependiendo de la organización, es frecuente que los mismos investigadores cumplan el rol de gestores de proyectos.
 5. **Expertos en propiedad intelectual:** Son personas especializadas en el campo de la propiedad intelectual. Su principal función es asesorar y ayudar en la gestión, protección y explotación de sus activos intelectuales, como patentes, marcas comerciales, derechos de autor, diseños propios, entre otros.

Adicional a esta clasificación del equipo, que permite conocer los recursos humanos con los que se cuenta, se pueden hacer clasificaciones por conocimientos particulares, que hacen parte del conocimiento de la organización (*know-how*) y permiten la creación de planes de transferencia de dichos conocimientos. Considerando que muchos investigadores senior parten al retiro y puede no haber una transferencia apropiada y completa de dicho *know-how*, es importante comprender que el conocimiento de la organización no solo es una herramienta básica para los procesos de investigación, sino también un recurso estratégico para impulsar la innovación y el crecimiento de la organización. Si no existe aún un inventario del *know-how*, un análisis de éste puede realizarse siguiendo los siguientes pasos:

1. **Identificación del conocimiento relevante:** Definir las áreas de conocimiento en los que el centro de investigación tiene experiencia y capacidad. Aquí se pueden incluir disciplinas científicas, tecnologías específicas, metodologías de investigación, técnicas analíticas, conocimientos especializados, etc.

2. **Recopilar información:** Realizar una revisión exhaustiva de los proyectos de investigación previos y actuales llevados a cabo en el centro de investigación. Se pueden recopilar datos sobre los resultados y métodos utilizados. Esta recopilación de información se puede lograr además por medio de entrevistas y consultas con los investigadores y el personal clave del centro de investigación.
3. **Documentar y organizar la información:** Una vez se ha obtenido la información, se debe registrar y documentar de manera sistemática y estructurada. Se puede utilizar una plantilla o una base de datos para almacenar la información, asegurándose de incluir detalles como el área de conocimiento, los investigadores asociados, los proyectos relacionados y cualquier otro dato relevante.
4. **Evaluar la relevancia y aplicabilidad:** Identificar las áreas de conocimiento de mayor importancia estratégica para el centro de investigación y su potencial impacto en futuros proyectos, priorizando aquellos conocimientos que pueden ser más valiosos para la organización y que tengan un potencial de aplicación o transferencia más alto.
5. **Actualización y mantenimiento continuo:** La gestión del inventario de conocimientos debe ser un proceso continuo. A medida que el centro de investigación desarrolla nuevos proyectos, obtiene nuevos resultados o adquiere nuevos conocimientos, se debería actualizar el inventario de manera regular. Una manera de lograrlo es mantener un sistema de seguimiento para asegurarse que la información se mantenga actualizada y accesible.
6. **Promoción y transferencia de conocimiento:** Se puede utilizar este inventario de conocimiento para promover la transferencia de conocimiento tanto dentro del centro de investigación como con los actores claves externos con los que se tengan convenios de colaboración. Se deben identificar oportunidades de colaboración, proyectos conjuntos, o cualquier otra forma de transferencia de conocimiento que pueda generar valor para el centro y su entorno.

Subfase 1.C. Definición y selección de los senior de la organización

Este marco metodológico propuesto se centra en el aporte de los investigadores senior para desarrollar y mantener la capacidad innovadora en organizaciones orientadas en proyectos I+D+i. Entendiendo la estructura de la organización, los recursos humanos con los que cuenta y el inventario de conocimientos (know-how), el punto siguiente consiste en definir quienes son los senior de la organización y seleccionar aquellos que, por sus características, pueden servir para desarrollar y mantener dicha capacidad innovadora.

Los investigadores senior son profesionales con una amplia experiencia y conocimiento en un área específica de investigación. A menudo cuentan con un historial destacado en términos de logros científicos y contribuciones significativas a su campo de estudio. La definición de los investigadores senior puede variar según el contexto y las políticas internas de la organización, pero existen por lo menos 4 criterios a considerarse para identificarlos:

1. **Experiencia profesional:** Los investigadores senior suelen contar con una amplia trayectoria profesional en el campo de investigación correspondiente. Han pasado mu-

chos años dedicados a la investigación y han desarrollado una experiencia sólida en su área de especialización. A manera de ejemplo, tal como se hizo en este estudio en particular, se pueden utilizar dos parámetros fácilmente cuantificables: un investigador que tiene al menos 10 años en el sector de trabajo de la empresa del estudio y, por lo menos, 20 años de experiencia profesional luego de la finalización de sus estudios (lo cual haría que la persona tuviese por lo menos 45 años de edad si se considera un doctorado como su último grado académico).

2. **Nivel educativo:** Los investigadores senior a menudo tienen un nivel avanzado de educación, tal como un doctorado. Se supone que aquellos investigadores con mayores niveles académicos e investigaciones originales, han contribuido al conocimiento científico en su área.
3. **Contribuciones significativas:** Otra manera de catalogar a un investigador como senior, es conociendo las contribuciones significativas que ha aportado a su campo de investigación. Esto puede incluir la publicación de artículos científicos en revistas indexadas, las presentaciones en conferencias y ponencias en eventos académicos, la obtención de subvenciones por parte de entidades nacionales y supranacionales (como la Unión Europea en el caso de las organizaciones del viejo continente), la participación en comités de expertos (como es el caso de los Proyectos Europeos subvencionados por la Comisión Europea) y la mentoría de investigadores junior.
4. **Reconocimiento por parte de la comunidad científica:** Aunque puede ser el criterio más subjetivo de los cuatro, los investigadores senior suelen ser reconocidos por sus pares y la comunidad científica en general. Dichos investigadores han establecido una reputación en su campo y son respetados por su experiencia y contribuciones. Dicho reconocimiento les hace acreedores a su veteranía y el título de investigador senior.

Subfase 1.D. Identificación de los actores clave (*Key Stakeholders*)

Este marco metodológico, ubicado en medio de un ecosistema de innovación, busca ser impulsado con el apoyo y soporte de los investigadores senior. Los ecosistemas de innovación fomentan la colaboración, la interacción y el intercambio de conocimientos entre sus diversos actores, con el objetivo de promover y acelerar la innovación. Tal como se vio previamente, en la figura 7.2, se puede ver el modelo general de influencia de los investigadores senior con respecto a los actores claves internos y externos, por lo cual es crucial identificar los actores clave de la organización.

En un centro de investigación de una empresa privada industrial, los actores clave (*key stakeholders* o partes interesadas) son aquellos individuos, grupos u organizaciones que tienen un interés directo por las actividades y los resultados de la investigación. Los *key stakeholders* en un centro de investigación de una empresa privada industrial pueden clasificarse como internos o externos, dependiendo de su posición con respecto a dichas actividades.

Además de los investigadores senior, algunos ejemplos de actores clave (*key stakeholders*) internos para un centro de investigación incluyen, entre otros:

1. **Comité de dirección de la empresa:** Los directivos de la empresa son actores clave, ya que son responsables de establecer la dirección estratégica de la organización y tomar decisiones relacionadas con la inversión en investigación y desarrollo. Su apoyo y compromiso son fundamentales para el éxito y la sostenibilidad del centro de investigación.
2. **Dirección del centro de I+D:** Los directores del propio centro de investigación son *stakeholders* clave, ya que están directamente involucrados en la planificación, ejecución y supervisión de las actividades de investigación.
3. **Investigadores junior:** Son investigadores con menos experiencia y que dependen jerárquicamente de investigadores senior en la mayoría de los casos. Son la siguiente generación en recibir, modificar y aumentar el conocimiento (*know-how*) de la organización y así asegurar la supervivencia de la entidad desde el punto de vista del conocimiento.
4. **Personal de propiedad intelectual:** Son personas especializadas en el campo de la propiedad intelectual. Su principal función es asesorar y ayudar en la gestión, protección y explotación de sus activos intelectuales, como patentes, marcas comerciales, derechos de autor, diseños industriales y secretos comerciales.
5. **Otros empleados del centro de investigación:** Otros profesionales que trabajan en el centro de investigación son *stakeholders* importantes. Sus conocimientos especializados y su dedicación son fundamentales para el éxito de la investigación y el desarrollo de nuevos productos, tecnologías o soluciones. Aquí se puede incluir el personal administrativo, financieros, recursos humanos, etc.
6. **Otras sedes de I+D:** Para las empresas con múltiples centros de investigación, la relación con otros centros reviste mucha importancia, ya que la generación de conocimiento entre múltiples entidades necesita una sinergia importante.
7. **Fabricantes:** Para las empresas manufactureras, el contacto directo con el equipo de manufactura permite la realización de proyectos de mejora del proceso o creación de nuevos productos.
8. **Departamento de marketing y ventas:** Este departamento tiene un interés directo en los resultados de la investigación, ya que son responsables de promover y comercializar los productos o servicios desarrollados o mejorados por el centro de investigación, y que están destinados al cliente final.

Los actores clave externos (*key stakeholders*) para un centro de investigación suelen ser principalmente:

1. **Clientes y usuarios finales:** Los clientes y usuarios finales de los productos o servicios de la empresa son actores externos fundamentales, ya que su satisfacción y aceptación son esenciales para el éxito comercial. Sus necesidades, opiniones y retroalimentación suelen influir en las prioridades de investigación y en el desarrollo de soluciones innovadoras.

2. **Universidades, centros académicos y startups:** La colaboración con este tipo de entidades públicas o privadas puede ser crucial para acceder a recursos especializados, compartir conocimientos y experiencia, y desarrollar proyectos conjuntos de investigación.
3. **Proveedores de materias primas y equipos:** Los proveedores de tecnología, equipos o materias primas pueden ser actores externos importantes en un centro de investigación, ya que son los que aportan la base tangible para el desarrollo de la investigación. Pueden proveer soporte técnico y son expertos en sus productos y servicios.
4. **Autoridades reguladoras y entidades gubernamentales:** Estas entidades establecen regulaciones, proporcionan incentivos o subsidios, y supervisan el cumplimiento normativo en áreas como seguridad, salud, medio ambiente y protección de la propiedad intelectual. Entidades nacionales y supranacionales (como la Comisión Europea para el viejo continente) son además socios importantes desde el punto de vista financiero en proyectos que incluyan subvenciones.
5. **Comunidad local y sociedad en general:** En general, la población puede verse afectada positiva o negativamente por las actividades de investigación de una empresa industrial. Estos stakeholders pueden tener intereses en aspectos como el impacto ambiental, la responsabilidad social corporativa y los beneficios que la investigación puede aportar a la sociedad en general.

La identificación de los actores claves es esencial para establecer relaciones sólidas y obtener el apoyo necesario para el éxito de la investigación en una empresa privada industrial. La comunicación abierta, la colaboración y la consideración de los intereses de dichos actores pueden contribuir a la alineación de objetivos y a la generación de valor, tanto para la empresa como para la comunidad en general.

7.4. Fase 2 - Estudio de las fuentes de conocimiento

Luego de definir los objetivos y el alcance del marco metodológico en la Fase 0 y analizar el estado actual de la organización en la Fase 1, es momento de estudiar las fuentes de conocimiento que se utilizarán para crear el marco metodológico. Para tal propósito se propone el ecosistema de innovación y la revisión de sus aspectos esenciales, que servirá como metodología de cultura organizacional para el desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora; y se propone también una evaluación del estado de gestión y transferencia del conocimiento de la organización.

Existen múltiples fuentes de referencia para la implementación de metodologías de mejora y desarrollo de la capacidad innovadora, pero esta tesis propone el uso de la teoría del “ecosistema de innovación”, entendiéndolo como un sistema de entornos complejos y dinámicos que fomentan la colaboración, la interacción y el intercambio de conocimientos entre diversos actores, internos y externos, con el objetivo de promover y acelerar la innovación. El estudio de las fuentes de conocimiento se centra en dos áreas:

2.A. Aspectos esenciales del ecosistema de innovación

2.B. Revisión del estado de gestión y transferencia del conocimiento

En esta sección se detallan los roles de los investigadores que estarán más fuertemente ligados al ecosistema de innovación, cómo se identifican, cuáles son sus principales responsabilidades y quiénes son sus aliados más recurrentes.

Aspectos esenciales del ecosistema de innovación

En un ecosistema de innovación se fomenta la creación y la transformación de ideas, la transferencia de conocimiento, la colaboración en la investigación, así como la creación de redes de contacto para compartir recursos y oportunidades. Al proporcionar un entorno propicio para la innovación, los ecosistemas de innovación generan un impacto positivo en la economía, la sociedad y el crecimiento empresarial.

A continuación, se detallan los roles que son fundamentales para la entidad de investigación en el ecosistema de innovación, y la relación entre los diferentes actores del ecosistema de innovación, analizando la importancia que tiene el investigador senior como patrocinador.

Roles de los ingenieros senior

Tal como se expuso en la tabla 2.4, existen múltiples roles en el ecosistema de innovación y los investigadores senior pueden cumplir varios a la vez, ya que no son mutuamente excluyentes; sin embargo, para el marco metodológico expuesto en esta tesis se propone recoger dos roles principales para los investigadores senior y basar el ecosistema de innovación en sus aportes:

1. **Investigador senior como experto:** A lo largo de su carrera, el investigador senior ha dedicado años a la investigación y ha realizado contribuciones significativas al campo científico o técnico en el que se desenvuelve. El investigador ha adquirido un profundo entendimiento de los conceptos, métodos y avances en su disciplina, lo que le permite abordar problemas complejos y desarrollar soluciones innovadoras.
2. **Investigador senior como patrocinador:** Debido a su experiencia y posición de liderazgo en el ámbito de la investigación, el investigador senior puede brindar apoyo y soporte a proyectos e iniciativas de investigación, proporcionando la infraestructura que esté a su alcance y el acceso a sus redes de contacto. Adicionalmente, el investigador senior puede ser defensor y promotor de la investigación dentro de la organización, generando oportunidades para el crecimiento y el avance de los proyectos. Su influencia y reconocimiento con sus pares externos le permite establecer alianzas estratégicas y promover la excelencia en la investigación, fomentando un ambiente propicio para la innovación y el desarrollo. Como patrocinador, el investigador senior puede también servir de apoyo y ofrecer mentoría a los ingenieros junior de la organización.

El investigador senior puede cumplir otros roles en el ecosistema, principalmente como consultor, administrador y hasta líder, dependiendo de sus capacidades. Para el marco metodológico, entendiendo que sus atributos son facilitadores de los flujos del ecosistema de innovación, conviene identificar los **senior expertos por su visión holística de la investigación y de la organización**, y los **senior patrocinadores por sus redes de contactos**. La identificación inicial de los senior ha sido establecida en la Subfase 1.C y en este punto se debe definir cuáles investigadores senior pueden ser considerados expertos y/o patrocinadores.

Relación entre los actores del ecosistema de innovación e importancia del senior patrocinador

Los diversos actores claves internos y externos de la organización, ya identificados en la Subfase 1.D, hacen parte fundamental del ecosistema: su presencia, aportes y perspectivas lo enriquecen y fomentan la colaboración y el intercambio de conocimientos.

Los investigadores senior patrocinadores se proponen como la fuente principal de contacto entre los diferentes actores: para el plan de desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora, ellos deben ser los **encargados de las conexiones con las redes de contactos y responsables de las colaboraciones** con los distintos actores del ecosistema. Un ejemplo de función que podría tener el encargado de las redes de contactos, podría ser la creación de espacios físicos o virtuales donde los diferentes actores del ecosistema de innovación puedan reunirse, compartir ideas, establecer alianzas estratégicas, colaborar en proyectos conjuntos y aprovechar recursos complementarios.

Otra función primordial que puede ser asignada a los investigadores senior patrocinadores es el **acceso a recursos y financiamiento**, incluyendo programas de subvenciones, incubadoras y aceleradoras de startups, laboratorios compartidos con actores claves internos y externos, acceso a tecnologías y equipos especializados con sus proveedores, entre otros.

Con respecto a los procesos de **mentoría/coaching**, los senior patrocinadores serían los más llamados a ser mentores de los investigadores junior por su talante de conexión entre una generación joven y otra experimentada. El senior patrocinador como mentor/coach puede compartir su experiencia, brindar orientación en la planificación y ejecución de proyectos, proporcionar retroalimentación constructiva y fomentar un ambiente de aprendizaje colaborativo. La posición de mentor no es exclusiva de los senior patrocinadores, ya que otros senior, incluyendo los expertos, pueden proponer este valor dependiendo de los antecedentes del joven investigador; por ejemplo, un investigador junior con un perfil más técnico o académico podría aprovechar mucho más la mentoría proporcionada por un investigador senior experto.

En la siguiente subfase se detalla una actividad en la cual los **investigadores senior expertos** están más llamados a participar en la **gestión y transferencia del conocimiento**.

Revisión del estado de gestión y transferencia del conocimiento

Los ecosistemas de innovación facilitan la transferencia de conocimientos entre los actores claves, principalmente entre los internos. Esto puede ocurrir a través de los proyectos de investigación (en sus etapas iniciales de revisión del estado del arte o las etapas finales de revisión del conocimiento producido/lecciones aprendidas), los programas de mentoría/coaching con los ingenieros junior, los programas de aceleración de startups, las conferencias y publicaciones, entre otras. Cabe anotar que una transferencia del conocimiento exitosa contribuye a la difusión de las mejores prácticas, el aprendizaje mutuo y la generación de nuevas ideas, que al final promueven el desarrollo de la capacidad innovadora. Dentro de un ecosistema de innovación, el proceso de revisión del estado de gestión y transferencia del conocimiento de la organización implica evaluar cómo se gestiona a nivel interno y cómo se transmite a otros actores claves internos o externos.

Existe mucha literatura con respecto a las mejoras prácticas para la gestión y transferencia del conocimiento. Este marco metodológico procura establecer quienes son los actores responsables de dicha revisión y algunos ejemplos de prácticas que puedan aportar valor.

Una de las herramientas con las que puede contar el senior experto en un ecosistema de innovación para promover una cultura que valora y fomenta la creatividad, y valora la disposición a explorar nuevas ideas y enfoques, es la **innovación abierta**: una estrategia para que se generen alianzas con actores claves externos para la creación de nuevos productos y servicios, fruto de dicha unión. Este tipo de innovación permite la optimización de los recursos humanos y físicos entre los diferentes actores y procura mejores soluciones para los participantes del ecosistema de innovación.

Actores del ecosistema de innovación e importancia del senior experto

Esta propuesta de marco metodológico considera que, debido a su **visión holística de la investigación y de la organización**, el investigador **senior experto** es la persona llamada a estar a cargo de la gestión y transferencia del conocimiento: no es el responsable único, pero la selección de seniors de las diferentes áreas de conocimiento y diversos sectores de la entidad de investigación puede ejecutar un análisis más concienzudo y detallado del inventario de conocimiento (*know-how*) y definir la manera más apropiada de gestionarlo y transferirlo.

En cuanto a la revisión del estado de gestión y transferencia del conocimiento, el senior experto puede identificar los procesos clave, evaluar la eficacia de los procesos, analizar la cultura de conocimiento de la organización e identificar posibles barreras y desafíos, con el propósito de proponer mejoras y recomendaciones específicas. Dichas recomendaciones deben ser realistas, prácticas y alineadas con los objetivos estratégicos de la empresa, y pueden incluir sugerencias de cambios en los procesos, la implementación de nuevas tecnologías, la formación del personal o la promoción de una cultura del conocimiento.

El proceso de gestión y transferencia del conocimiento debe ser un proceso continuo, ya que el entorno y las necesidades de la empresa pueden cambiar con el tiempo. Se debe monitorear regularmente la implementación de las mejoras y realizar revisiones periódicas para evaluar su impacto y realizar ajustes si es necesario.

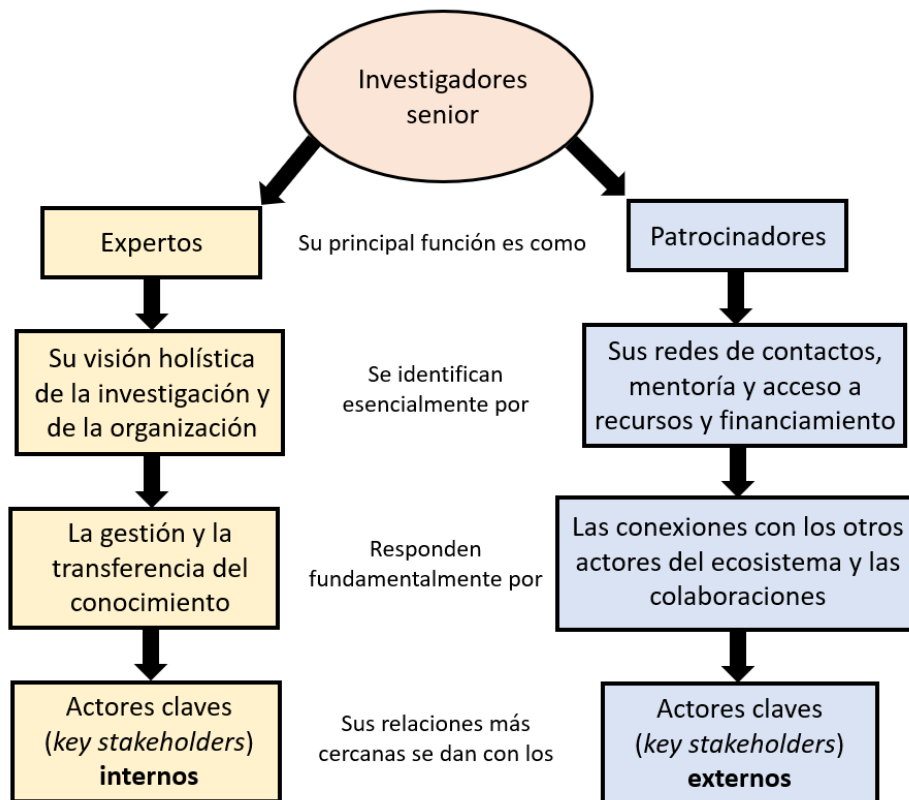


Figura 7.3. Principales tareas y responsabilidades de los senior expertos y patrocinadores en el ecosistema de innovación. Fuente: Producción propia

La figura 7.3 recoge de manera resumida las principales tareas y responsabilidades de los senior expertos y patrocinadores en el ecosistema de innovación. Aunque no son tareas exclusivas, se recomienda que cada grupo de investigadores senior (expertos y patrocinadores) sean asignados a tales roles y grupos de actividades.

Es importante señalar que los roles de los investigadores senior dentro del ecosistema de innovación no son mutuamente excluyentes, por lo que cualquier senior puede cumplir varios roles al mismo tiempo o inclusive pasar de un rol dominante a otro durante su evolución profesional. La recomendación de asignar un rol dominante a cada investigador sirve para definir el comportamiento principal con el que se identifica cada investigador, con el que puede proponer mayor valor a la entidad de investigación. Algunos investigadores senior, con características de liderazgo, gestor administrativo o similares, no están excluidos del ecosistema y pueden ser nominados a cumplir las misiones de los expertos y patrocinadores.

7.5. Fase 3 - Creación de un plan de mejora de la capacidad innovadora

La capacidad de innovar de manera continua y efectiva es crucial en las organizaciones para mantener una ventaja competitiva, adaptarse a los cambios del mercado y aprovechar nuevas oportunidades. En este contexto, la creación de un plan estratégico y estructurado

que promueva y potencie la capacidad innovadora se vuelve imprescindible. Este plan debe abordar diversos aspectos, como el fortalecimiento de la cultura de innovación, el desarrollo de talento, la optimización de procesos y la búsqueda de nuevas ideas y tecnologías.

La creación de un plan de mejora de la capacidad de mejora de la capacidad innovadora propuesta en esta investigación tiene dos componentes principales:

3.A. Selección de metas

3.B. Adaptación de los niveles del ecosistema

Selección de metas

Las metas a seleccionar actúan como guías para orientar los esfuerzos y recursos hacia áreas específicas de mejora y desarrollo. Al establecer metas claras, alcanzables y medibles, la entidad de investigación puede enfocar sus energías en aspectos clave que incrementen su capacidad innovadora. La selección de metas efectivas implica analizar y comprender las necesidades y desafíos de la organización, así como las demandas de los actores clave internos y externos.

Las metas de un plan de mejora de la capacidad innovadora pueden variar según las necesidades y objetivos específicos de cada empresa, sin embargo, algunas metas comunes pueden incluir:

1. **Fomentar una cultura de innovación:** Establecer una cultura organizacional que promueva la creatividad, el pensamiento innovador y la colaboración entre los miembros de la empresa.
2. **Incrementar la generación de ideas:** Estimular la generación de ideas nuevas y relevantes, tanto con actores claves internos como externos de la organización.
3. **Mejorar los procesos de innovación:** Optimizar los procesos internos relacionados con la innovación, desde la identificación de oportunidades hasta la creación de nuevos productos, servicios o soluciones.
4. **Aumentar la inversión en I+D:** Destinar mayores recursos y presupuesto a actividades de investigación y desarrollo, con el objetivo de generar avances tecnológicos, mejoras en productos o servicios existentes, o la creación de nuevos productos.
5. **Fortalecer la colaboración con actores claves externos:** Establecer alianzas estratégicas, colaboraciones y redes de trabajo con otras empresas, universidades, centros de investigación u otros actores del ecosistema de innovación, para compartir conocimientos, recursos y mejores prácticas.
6. **Incrementar la adopción de tecnologías emergentes:** Promover la adopción de tecnologías emergentes y disruptivas que puedan impulsar la innovación en la empresa, como la inteligencia artificial, el Internet de las cosas, la realidad virtual, entre otras.

7. **Mejorar la transferencia de conocimientos:** Facilitar la transferencia de conocimientos y la comunicación entre diferentes áreas de la empresa, para potenciar la colaboración y el intercambio de ideas.
8. **Medir y evaluar el impacto de la innovación:** Establecer indicadores y métricas para medir el éxito de las iniciativas de innovación, tanto en términos de resultados financieros como en el impacto en el mercado, la satisfacción del cliente y la posición competitiva de la empresa.

Adaptación de los niveles del ecosistema

Al diseñar un plan de mejora o desarrollo de la capacidad innovadora, es crucial tener en cuenta la interrelación y la sinergia entre los diferentes niveles del ecosistema de innovación y cómo pueden adaptarse para fomentar la innovación de manera efectiva. La adaptación de los niveles implica identificar los puntos fuertes y las áreas de mejora en cada uno de ellos, y luego desarrollar estrategias y acciones específicas para fortalecer la capacidad innovadora de la organización en su conjunto. Al alinear los diferentes componentes del ecosistema de innovación y ajustarlos según las necesidades y objetivos de la organización, se crea un entorno favorable que promueve la generación e implementación de ideas innovadoras.

Utilizando la teoría de niveles de análisis de Blalock [143], los diferentes niveles del ecosistema pueden concentrarse en los siguientes tres grupos:

1. **Nivel macro o sistémico:** Este nivel se refiere al entorno más amplio en el que se desarrolla el ecosistema de innovación. Incluye factores económicos, políticos, sociales, culturales y regulatorios que influyen en el clima general de innovación de un país o región. En este nivel, se consideran las políticas gubernamentales, la infraestructura, los sistemas educativos, la protección de la propiedad intelectual y otros elementos que pueden afectar la capacidad innovadora.
2. **Nivel meso u organizacional:** En este nivel se encuentran las organizaciones, como empresas, universidades, centros de investigación y otras instituciones. Estas entidades desempeñan un papel fundamental en la generación y aplicación de innovaciones. Aquí se consideran aspectos como la cultura organizacional, la estructura interna, los recursos humanos y financieros, los procesos de gestión de la innovación y las alianzas estratégicas.
3. **Nivel micro o individual:** Este nivel se centra en los actores individuales dentro del ecosistema de innovación, como investigadores, emprendedores, inventores y profesionales. Se consideran las competencias, habilidades y conocimientos específicos de cada individuo, así como su capacidad para generar ideas y llevar a cabo proyectos innovadores.

Dentro de cada nivel y entre ellos pueden existir interacciones y colaboraciones entre los diferentes actores del ecosistema de innovación. Puede incluir redes de colaboración, alianzas estratégicas, transferencia de conocimiento y tecnología, y otros mecanismos de

cooperación entre organizaciones. Estas interacciones fomentan la sinergia y el intercambio de recursos, experiencias y conocimientos, impulsando la capacidad innovadora de manera colectiva.

Es importante considerar las características y dinámicas propias del ecosistema en sus diferentes niveles para adaptar las metas del plan de mejora de la capacidad innovadora. Algunas alternativas para relacionar los diferentes niveles del plan comprenden:

1. **Análisis holístico:** Comprender y evaluar cada nivel del ecosistema de innovación de manera integral, considerando cómo interactúan y se influyen mutuamente. Esto implica examinar la cultura organizacional, las políticas y prácticas, las estructuras de gobernanza, las alianzas estratégicas y los recursos disponibles como un sistema interconectado.
2. **Identificación de sinergias:** Buscar las oportunidades de sinergia entre los diferentes niveles del ecosistema. Identificar las fortalezas y recursos existentes en cada nivel y cómo pueden complementarse y potenciarse mutuamente. Por ejemplo, una cultura organizacional abierta a la innovación puede respaldar la implementación efectiva de políticas de apoyo a la innovación.
3. **Alineación estratégica:** Asegurarse de que los objetivos estratégicos de la organización estén alineados en todos los niveles del ecosistema de innovación. Esto implica establecer una visión clara de la capacidad innovadora deseada y cómo se relaciona con la misión y los valores de la organización.
4. **Coordinación y comunicación:** Fomentar la coordinación y la comunicación efectiva entre los diferentes actores claves y componentes del ecosistema de innovación. Esto incluye facilitar la colaboración entre equipos, departamentos y áreas funcionales, así como promover el intercambio de conocimientos y experiencias relevantes.
5. **Promover la colaboración y la interacción:** Establecer metas que fomenten la colaboración entre diferentes actores del ecosistema, como empresas, instituciones académicas, centros de investigación y startups. Esto puede incluir la creación de espacios de coworking, programas de intercambio de conocimientos o la participación en proyectos conjuntos.
6. **Estimular la conexión con fuentes externas de conocimiento:** Establecer metas que impulsen la búsqueda y el aprovechamiento de fuentes externas de conocimiento, como la participación en conferencias, seminarios, ferias o la colaboración con expertos externos. Esto puede ayudar a enriquecer la capacidad innovadora de la empresa al exponerse a nuevas ideas y perspectivas.

7.6. Fase 4 - Implementación y réplica

La implementación y réplica del plan de desarrollo y mejora de la capacidad innovadora es el paso final del proceso y permite lograr un impacto significativo en el rendimiento y la competitividad de la organización. Este paso busca la ejecución efectiva de las estrategias y

acciones definidas en el plan, así como la adaptación y replicación exitosa de estas prácticas en diferentes áreas o unidades de la entidad. Para lograrlo, es necesario adoptar un enfoque sistemático, una gestión eficiente y fomentar una sólida cultura de innovación en toda la organización.

El proceso permite que la implementación sea iterativa: se puede implementar en una sede para evaluar su comportamiento y luego esta misma iteratividad permite la implementación a nuevas entidades/procesos/niveles del ecosistema de innovación. El proceso de implementación y réplica está propuesto en cuatro subfases:

4.A. Definición de responsables locales

4.B. Formación en el plan de mejora

4.C. Creación de indicadores

4.D. Evaluación y mejora continua

Definición de responsables locales

En el proceso de implementación y réplica del plan de mejora de la capacidad innovadora, es fundamental definir claramente los responsables locales que estarán a cargo de su implementación y seguimiento. Estos responsables desempeñan un papel crucial, ya que serán los encargados de liderar y coordinar las actividades del plan en sus respectivas áreas o departamentos.

Su papel va más allá de la simple asignación de tareas, ya que también deben contar con las habilidades necesarias para motivar, inspirar y guiar a los miembros de su equipo en el camino hacia la innovación. La elección adecuada de los responsables locales garantiza una adecuada gestión del plan, una alineación efectiva con los objetivos estratégicos de la organización y una participación activa de todos los implicados. Los líderes en la implementación no tienen que ser parte de los investigadores senior de la organización, pueden ser personas con menos experiencia en la investigación, pero con espíritu de liderazgo identificado.

Para definir responsables locales en la implementación de un plan de mejora de la capacidad innovadora, se pueden seguir estos pasos:

1. **Designar líderes de proyecto:** Seleccionar líderes de proyecto dentro de cada área identificada. Estos líderes serán responsables de coordinar y supervisar la implementación de las iniciativas de mejora de la capacidad innovadora en sus respectivas áreas. Deben ser personas con habilidades de gestión, capacidad de liderazgo y un enfoque orientado a resultados.
2. **Establecer roles y responsabilidades:** Definir claramente los roles y responsabilidades de los responsables locales. Asegurarse de que comprendan sus funciones específicas en la implementación del plan de mejora de la capacidad innovadora. Esto incluye

la supervisión de las actividades, el seguimiento de los indicadores de desempeño, la comunicación con otros miembros del equipo y la presentación de informes sobre el progreso.

3. **Proporcionar recursos y apoyo:** Asegurarse de que los responsables locales tengan los recursos necesarios para llevar a cabo sus tareas. Esto puede incluir presupuesto, personal, herramientas de gestión de proyectos y acceso a capacitación o formación adicional. Además, brindar apoyo y orientación para ayudarles a superar cualquier obstáculo o desafío que puedan encontrar durante la implementación.
4. **Establecer canales de comunicación:** Establecer canales de comunicación efectivos para facilitar la colaboración entre los responsables locales y otros miembros del equipo. Esto puede incluir reuniones regulares, herramientas de colaboración en línea, informes de estado y actualizaciones periódicas. La comunicación abierta y transparente es fundamental para el éxito de la implementación.

Formación en el plan de mejora

La formación en el marco del plan de mejora de la capacidad innovadora permite a los empleados desarrollar competencias específicas, comprender los procesos de innovación, familiarizarse con herramientas y metodologías, y fortalecer su mentalidad y actitud hacia la generación de ideas y soluciones creativas. Además, la formación fomenta la colaboración y el trabajo en equipo, facilitando el intercambio de conocimientos y la generación de sinergias entre los empleados. En última instancia, la formación en el plan de mejora de la capacidad innovadora contribuye a construir una cultura organizacional orientada a la innovación y potencia el talento interno, promoviendo así el crecimiento y la competitividad de la empresa.

Para formar a los empleados de un centro de investigación sobre la implementación de un plan de mejora de la capacidad innovadora, se requiere de un enfoque integral que abarque diversos aspectos. A continuación, se detallan algunos pasos a seguir:

1. **Comunicar la importancia de la innovación:** La comunicación efectiva es fundamental para transmitir a los empleados la importancia de la capacidad innovadora en el centro de investigación. Es necesario explicar cómo ésta puede generar un impacto positivo en el éxito y la relevancia de la organización en un entorno empresarial cada vez más competitivo y cambiante. Al comunicar la importancia de la innovación, se debe destacar cómo puede generar oportunidades de crecimiento, mejoras en la eficiencia, desarrollo de nuevos productos o servicios, satisfacción de las necesidades del cliente y la diferenciación de la competencia.
2. **Proporcionar capacitación sobre innovación:** La capacitación adecuada es esencial para equipar a los empleados con las habilidades y conocimientos necesarios para impulsar la capacidad innovadora. Las sesiones de capacitación deben abordar conceptos fundamentales de innovación, como la generación de ideas, el pensamiento creativo, el design-thinking, la resolución de problemas, la gestión de proyectos de innovación y la comercialización de ideas. Además, se pueden organizar talleres prácticos, estudios de casos, ejercicios de grupo y actividades de aprendizaje experiencial para fomentar una comprensión más profunda y práctica de los principios de la innovación.

3. **Fomentar el pensamiento creativo:** La creatividad es un componente esencial de la capacidad innovadora. Para fomentar el pensamiento creativo, se deben crear espacios y oportunidades para la exploración, la experimentación y el intercambio de ideas. Se pueden establecer plataformas colaborativas donde los empleados puedan compartir sus perspectivas, experiencias y conocimientos. Además, se pueden organizar sesiones de lluvia de ideas o competiciones de innovación para estimular la generación de ideas innovadoras.
4. **Facilitar el intercambio de conocimientos:** El intercambio de conocimientos entre los empleados es esencial para fomentar la capacidad innovadora. Se deben establecer canales de comunicación efectivos, tanto formales como informales, que permitan a los empleados compartir sus experiencias, ideas y mejores prácticas. Se pueden organizar reuniones periódicas de intercambio de conocimientos, donde los equipos y departamentos compartan los avances, desafíos y lecciones aprendidas en proyectos de innovación. Además, se pueden implementar plataformas digitales internas que faciliten la colaboración, el acceso a recursos y el aprendizaje colaborativo.
5. **Proporcionar herramientas y recursos:** Los empleados necesitan contar con las herramientas y recursos adecuados para implementar iniciativas innovadoras de manera efectiva. Esto implica asegurarse de que tengan acceso a tecnologías actualizadas, software especializado, bases de datos de investigación, bibliotecas virtuales y otros recursos relevantes para su trabajo. Además, se pueden ofrecer capacitaciones adicionales sobre el uso de estas herramientas, de modo que los empleados puedan aprovechar al máximo su potencial y aplicarlas de manera efectiva en sus proyectos de innovación. También es importante contar con el apoyo y los recursos financieros necesarios para respaldar proyectos de innovación a lo largo de su ciclo de vida.

Creación de indicadores

Los indicadores permiten medir y evaluar de manera objetiva el progreso y los resultados obtenidos en el ámbito de la innovación. Al definir indicadores claros y relevantes, se establecen criterios cuantitativos y cualitativos para evaluar el desempeño innovador de la organización y su alineación con los objetivos estratégicos. La creación de indicadores permite no solo medir los avances, sino también identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas para impulsar la capacidad innovadora de la organización. Además, los indicadores proporcionan una base sólida para el seguimiento, la comparación y la comunicación de los resultados obtenidos, tanto a nivel interno como externo.

Dziallas y Blind [144] en *“Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis”* proponen 82 indicadores únicos para evaluar la innovación, de los cuales 26 pueden ser utilizados en la etapa de implementación. Existiendo este tipo de literatura, es valioso considerar la implementación de algunos de los KPI (*Key Performance Indicators*, por sus siglas en inglés) propuestos por estos autores. En su propuesta, ellos agrupan los indicadores en dos dimensiones, que a su vez generan varias categorías de agrupación:

1. Dimensiones específicas a la compañía

- a. Estrategia y visión
- b. Cultura de la innovación
- c. Competencia y conocimiento
- d. Estructura organizacional
- e. Actividades de I+D e ingresos
- f. Rendimiento financiero

2. Dimensiones de contexto

- a. Mercado
- b. Redes de contacto
- c. Medio ambiente

Ciertos indicadores propuestos con respecto a las dimensiones específicas de la compañía son:

- Porcentaje de líderes entrenados en técnicas de creatividad
- Cantidad de tiempo que los gestores gastan con innovaciones en comparación con las tareas cotidianas
- Número de ideas externas, generadas por los clientes
- Número de nuevas oportunidades innovadoras creadas
- Número de gestores entrenados en los métodos y herramientas de la innovación
- Uso de conocimiento interno y externo, y de fuentes de conocimiento

Algunos indicadores propuestos con respecto a las dimensiones de contexto son los siguientes:

- Crecimiento de la demanda en la industria
- Duración de la demanda
- *Market Share*, en posición y tamaño
- Introducción de nuevos productos vs la competencia
- Quejas de clientes
- Tiempo de respuesta a las solicitudes de los clientes
- Alianzas de I+D
- Actividades de transferencia de conocimiento y tecnología con institutos de

- investigación y/o universidades
- Número de negocios innovadores / Nuevos *startups*

Para hacer una buena selección de los indicadores, se recomienda ampliar la información propuesta en este punto, usando la investigación propuesta por diferentes autores, principalmente el artículo propuesto de Dzillas y Blind [144].

Subfase 4.D. Evaluación y mejora continua

La innovación es un proceso dinámico y cambiante, y es necesario contar con mecanismos que permitan evaluar su efectividad y realizar ajustes necesarios a lo largo del tiempo. La evaluación constante de los resultados obtenidos en relación con los objetivos establecidos proporciona información valiosa para identificar áreas de mejora, detectar posibles desviaciones y tomar decisiones basadas en datos con el fin de optimizar la capacidad innovadora de la organización.

La retroalimentación de los actores claves involucrados, tanto internos como externos, juega un papel fundamental en este proceso, ya que aporta diferentes perspectivas y experiencias que enriquecen la evaluación. Además, la mejora continua implica el aprendizaje organizativo, la identificación de buenas prácticas y la implementación de acciones correctivas para superar obstáculos y potenciar los resultados obtenidos.

Para realizar un proceso de evaluación en la implementación de un plan de mejora de la capacidad innovadora, se pueden seguir estos pasos:

1. **Establecer objetivos claros y medibles:** Definir objetivos claros y medibles para el desarrollo de la capacidad innovadora. Estos objetivos deben ser específicos, alcanzables, relevantes y tener un plazo de tiempo definido. Los objetivos proporcionan una dirección clara y permiten evaluar el progreso y el éxito de las mejoras implementadas.
2. **Establecer criterios de evaluación:** Definir los criterios que se utilizarán para evaluar el proceso de mejora de la capacidad innovadora. Estos criterios deben estar alineados con los objetivos del proceso y pueden incluir aspectos como la generación de ideas, la implementación de proyectos innovadores, el impacto de las innovaciones en el negocio, la participación del personal, la eficiencia en el uso de recursos, etc.
3. **Recopilar los datos:** Recolectar información relevante para evaluar el proceso de mejora de la capacidad innovadora. Esto puede incluir indicadores clave de desempeño (KPI) como los propuestos anteriormente, resultados de proyectos innovadores, retroalimentación de los empleados y los actores claves, entre otros. Se debe obtener una muestra representativa y variada de fuentes de datos para que la información sea fiel y no tenga sesgos de ningún tipo.
4. **Analizar los resultados:** Analizar los datos recopilados para evaluar el proceso de mejora. Examinar si se han logrado los objetivos establecidos, identificar fortalezas y áreas de mejora, y buscar patrones o tendencias en los resultados. Utilizar herramientas

de análisis, como gráficos, tablas y comparaciones, para visualizar y comprender los datos de manera más efectiva.

5. **Evaluar el impacto:** Evaluar el impacto de las mejoras implementadas en la capacidad innovadora de la organización. Considerar cómo ha cambiado la generación de ideas, la implementación de proyectos, la colaboración entre equipos, la cultura de la innovación, entre otros aspectos relevantes. Examinar también el impacto en los resultados del negocio, como el lanzamiento de nuevos productos, la mejora en la eficiencia o la captación de nuevos clientes.
6. **Identificar lecciones aprendidas y oportunidades de mejora:** Identificar las lecciones aprendidas durante el proceso de mejora. Analizar lo que ha funcionado bien y las buenas prácticas identificadas. Identificar también los desafíos y obstáculos encontrados, y las lecciones aprendidas de los errores o dificultades encontradas. Estas lecciones pueden proporcionar información valiosa para futuros procesos de mejora y ajustes.
7. **Realizar recomendaciones:** Basándose en los resultados y el análisis realizado, formular recomendaciones para mejorar aún más la capacidad innovadora de la organización. Estas recomendaciones pueden estar relacionadas con ajustes en los procesos, la capacitación del personal, la adopción de nuevas herramientas o enfoques, la promoción de la cultura de la innovación, entre otros aspectos.
8. **Comunicar los resultados:** Elaborar un informe que resuma los resultados de la evaluación, las lecciones aprendidas y las recomendaciones propuestas. Comunicar los resultados a los responsables y partes interesadas pertinentes, y buscar su compromiso y apoyo para implementar las mejoras propuestas.

Luego de haber realizado el proceso de evaluación, para la mejora continua en la implementación de un plan de mejora de la capacidad innovadora, se pueden seguir estos pasos:

1. **Establecer planes de acción:** Con base en las oportunidades de mejora identificadas, establecer planes de acción concretos y realistas. Definir los pasos específicos que se deben tomar para implementar las mejoras propuestas. Asignar responsabilidades claras y establecer plazos para la ejecución de cada acción.
2. **Implementar las mejoras:** Llevar a cabo las acciones planificadas para implementar las mejoras identificadas. Comunicar los cambios a los equipos relevantes, proporcionar la capacitación necesaria y brindar el apoyo adecuado. Asegurarse de que los cambios se implementen de manera coherente y se sigan los nuevos procedimientos o enfoques establecidos.
3. **Monitorear y medir el progreso:** Establecer mecanismos para monitorear y medir el progreso de las mejoras implementadas. Utilizar indicadores de desempeño y métricas relevantes para evaluar el impacto de las mejoras y el avance hacia los objetivos establecidos. Realizar revisiones periódicas para evaluar el progreso y realizar ajustes si es necesario.

4. **Fomentar la retroalimentación y el aprendizaje:** Promover la retroalimentación continua y el aprendizaje dentro de la organización. Fomentar la comunicación abierta y el intercambio de experiencias entre los equipos. Aprender de los éxitos y fracasos, y utiliza esta información para ajustar y mejorar el proceso de desarrollo de la capacidad innovadora.
5. **Celebrar los logros y reconocer el esfuerzo:** Reconocer y celebrar los logros alcanzados durante el proceso de mejora continua. Reconocer el esfuerzo y las contribuciones del personal y las partes interesadas. Esto ayuda a mantener la motivación y el compromiso con el proceso de mejora continua.

Considerando que este plan de mejora de la capacidad innovadora tiene como eje central a los investigadores senior, se propone que en su evaluación, se valoren parámetros específicos a sus roles: el propósito es fortalecer el rol del senior dentro de la organización y que por medio de un crecimiento orgánico, sus aportes sean fuente de mejora de dicha capacidad innovadora.

En general, la evaluación realizada a los investigadores senior no debería seguir los mismos parámetros de aquella aplicada a otros miembros de la entidad de investigación. Algunos objetivos a evaluar deberían incluir sus roles de senior experto o patrocinador.

Parte V

Conclusión

8. CONCLUSIONES Y DESARROLLOS FUTUROS

8.1. Conclusiones del estudio

Las sociedades occidentales se enfrentan a retos nuevos derivados del envejecimiento de la población. Uno de los aspectos más estudiados ha sido el de cómo la edad influye en la creatividad, y a día de hoy no hay una respuesta clara.

Diversos estudios han concluido que la productividad científica de un investigador decrece en los últimos años de su carrera profesional. Sin embargo, en el ámbito industrial hay muchos menos estudios y, en particular, falta la visión de los propios investigadores senior. Este trabajo de investigación pretendía arrojar luz en ese ámbito, y ha llegado a las conclusiones que se resumen a continuación.

8.1.1. Conclusiones a los objetivos

1. Profundizar en el conocimiento de la productividad y desempeño de los investigadores veteranos en el sector industrial

Como parte inicial de esta tesis, se ha expuesto el análisis de patentes realizado en una empresa multinacional del sector siderúrgico, centrado en las motivaciones que hoy en día tienen un investigador y una gran organización a la hora de registrar sus invenciones. Se ha comprobado que la patente no sólo se consolida como elemento de protección del trabajo de I+D+i de la organización, sino que cada vez se patenta más. Así, el número de patentes no ha dejado de crecer a nivel mundial de forma general ni en el sector de la empresa estudiada. Además, como cada vez las áreas de trabajo son más especializadas, las empresas necesitan buscar su espacio y acotarlo más mediante patentes.

Por otro lado, las empresas, aparte de proteger sus invenciones por medio de patentes, tienen la costumbre de patentar productos y procesos que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo para ocupar parte del mercado y evitar que la competencia trabaje en esa misma línea. Eso supone un esfuerzo adicional para la organización, que emplea recursos sin tener garantías de que las ideas patentadas vayan a funcionar.

Desde el punto de vista individual, la patente es en sí misma un elemento motivador para los investigadores. De alguna manera, es la culminación de una dedicación intensa a su trabajo: su solicitud por parte de la empresa y el consecuente otorgamiento dan al inventor una sensación de reconocimiento por parte de la organización, lo que constituye un elemento de motivación.

Asimismo, el número de patentes de cada investigador es muy variable y depende de factores como el tema de trabajo o el tipo de resultados que genere, además de que no todos los patentables terminan siendo registrados. Por tanto, el número de patentes no es una buena métrica de la productividad individual. Se entiende, además, que la motivación individual de los inventores no se transforma en patentes solicitadas por la empresa, aunque algunos de sus inventos sean realmente patentables.

En una parte importante de los casos se comprueba que la trayectoria individual de los inventores y su perfil productivo, considerando el número de patentes solicitadas a lo largo de su vida profesional, es una curva de tipo beta con pico cerca al inicio de la vida profesional. Ello quizás se deba a que los investigadores industriales más jóvenes están sobre todo directamente ligados a los proyectos de investigación, mientras que los mayores están más asociados a roles de gestión y control, lo que se traduce en que los más jóvenes puedan tener mayor posibilidad de invención que los mayores. Por último, el hecho de que los investigadores más experimentados se desliguen de la investigación más directa puede estar relacionado con su motivación a ser nombrados en los puestos de mayor jerarquía, desde los que pueden aportar también a la organización gracias a su experiencia.

2. Construir un modelo de actuación, a partir del objetivo anterior, un marco metodológico que permita aprovechar las fortalezas de los investigadores de mayor edad, de modo que ese factor se convierta en un activo para el mantenimiento de la capacidad innovadora

La construcción de un modelo de mejora basado en un marco metodológico para aprovechar las fortalezas de los investigadores de mayor edad es fundamental para convertir su experiencia en un activo valioso para el mantenimiento de la capacidad innovadora en una organización.

Este objetivo ha servido para explorar cómo se puede capitalizar la vasta experiencia y conocimiento acumulado por los investigadores de mayor edad, principalmente desde sus roles como experto y patrocinador. Al comprender y reconocer las fortalezas específicas que poseen, se pueden desarrollar estrategias efectivas para integrar su experiencia en los procesos de innovación y aprovechar al máximo su potencial.

Los investigadores senior poseen amplios conocimientos. Por un lado, los conocimientos tangibles, de naturaleza más bien tecnológica, que parecen estar más ligados a la experiencia en un determinado puesto que a la propia edad. Por otro lado, el conocimiento tácito, que está más relacionado con el número de años en los que el científico/ingeniero ha desempeñado su función como investigador y, por tanto, está más relacionado con la edad.

Los trabajadores senior pueden llegar a ser más valiosos para una organización por su conocimiento tácito, en lugar de por su conocimiento tangible o su trabajo en el laboratorio. Su visión holística, su red de contactos o su memoria organizacional pueden contribuir a enfocar los proyectos y a resolver los problemas que van surgiendo a lo largo de los mismos. Ese conocimiento no se adquiere fácilmente o rápidamente. Es el resultado de años de experiencia y reflexión, que les permite, además, ir adquiriendo nuevos roles en la organización.

Si bien puede ser aceptado que los investigadores jóvenes pueden aventajar a los senior a la hora de adquirir nuevos conocimientos técnicos o en el uso de tecnologías, difícilmente pueden competir en la consecución de las destrezas anteriormente descritas como “vitales”, lo que los hacen altamente valiosos para las organizaciones. Por lo tanto, la hipótesis de que la productividad no necesariamente disminuye con el tiempo, sino que varía de naturaleza, y la consecución de estas contribuciones es incremental con la experiencia del investigador, apoyando los argumentos de Frosch [11] y Rietzschel *et al.*[10], entre otros. En definitiva, parece ser que los jóvenes puntúan mejor en productividad tangible y los veteranos en productividad intangible.

Por otro lado, entre los criterios a utilizar para valorar las contribuciones de los investigadores senior, se ha destacado como más importante la de su apoyo en el desarrollo de investigadores junior. Lejos de caer en el estereotipo de que los veteranos son más conservadores, y pueden hacer bajar la innovación de una organización, en este trabajo se están revelando como una inversión a futuro, ya que pueden ser los artífices del desarrollo profesional de los investigadores más jóvenes, enseñándoles, apoyándolos, guiándolos e integrándolos en la organización.

La necesidad de profundizar en el conocimiento de la productividad y desempeño de los investigadores veteranos en el sector industrial es crucial para aprovechar al máximo el potencial y la experiencia de este grupo de profesionales. A medida que la fuerza laboral envejece, es fundamental comprender cómo los investigadores veteranos contribuyen a la capacidad innovadora de las empresas y cómo pueden seguir siendo activos y valiosos en sus roles.

El modelo de mejora propuesto debe abordar aspectos clave como la creación de espacios de colaboración intergeneracional, el fomento de la transferencia de conocimiento y la promoción de la mentoría/coaching, donde los investigadores más jóvenes pueden aprender de la experiencia de sus colegas más experimentados. Además, es esencial establecer un entorno de trabajo inclusivo que valore la diversidad de perspectivas y habilidades, brindando oportunidades de crecimiento y desarrollo profesional para todos los investigadores, independientemente de su edad.

Implementando este modelo de mejora, las organizaciones podrán crear una cultura de innovación sólida y sostenible, donde se reconozca y se aproveche el potencial único de los investigadores de mayor edad. Esto no solo contribuirá al mantenimiento de la capacidad innovadora, sino que también promoverá un ambiente de trabajo enriquecedor y equitativo para todos los miembros del equipo de investigación. Al valorar la experiencia y promover la colaboración intergeneracional, se puede garantizar que el conocimiento y la experiencia se transmitan de manera efectiva, generando un impacto positivo en los resultados de innovación y en el crecimiento global de la organización.

Al comprender mejor las características y necesidades de los investigadores veteranos, las empresas podrán implementar estrategias efectivas de retención y desarrollo de talento, brindando oportunidades de crecimiento profesional y reconocimiento adecuado. Esto no solo fortalecerá la capacidad innovadora de la organización, sino que también permitirá una transición exitosa del conocimiento entre generaciones y una mejora continua en los resul-

tados empresariales. Al valorar y apoyar a este grupo de profesionales, se puede garantizar una fuerza laboral diversa y enriquecedora que impulse el crecimiento y la competitividad empresarial a largo plazo.

8.1.2. Conclusiones a los objetivos secundarios

a. Analizar cuantitativamente y cualitativamente la productividad científica de los investigadores industriales a lo largo del tiempo

Por medio de las tres investigaciones, cuantitativa, cualitativa y cuantitativa/cualitativa, se ha podido examinar de manera objetiva la productividad científica de los investigadores industriales a lo largo del tiempo.

El estudio cuantitativo, por medio de la evaluación de las patentes logró un reflejo de la productividad científica de los investigadores senior. Esta información proporcionó una base sólida para evaluar y comparar su rendimiento a lo largo del tiempo, identificando posibles tendencias y patrones, no solo a título individual sino también a nivel organización.

El análisis cualitativo permitió profundizar, entre otros, la calidad y el impacto de las investigaciones realizadas por estos profesionales, la motivación que tuvieron para patentar e inclusive la razón que tuvieron para iniciar una vida como investigadores. Al considerar aspectos como la relevancia de los temas abordados, la originalidad de los enfoques, la colaboración con otros expertos y la repercusión de los resultados, obtenemos una comprensión más completa de su contribución al campo científico.

En el estudio AHP, de manera cuantitativa/cualitativa, se pudo determinar cuáles son los aportes más valiosos que los investigadores más experimentados otorgan a una entidad de investigación industrial privada. Estos análisis fueron fundamentales para definir los dos principales roles que deberían potenciarse en este tipo de organizaciones: por un lado, los investigadores industriales senior como expertos, identificados por su visión holística de la investigación y de la organización, que pueden responder fundamentalmente por la gestión y la transferencia del conocimiento, principalmente con los actores claves internos; y del otro lado, los investigadores industriales senior como patrocinados, identificados por sus redes de contactos, la mentoría/coaching que pueden ofrecer y su capacidad de acceso a recursos y financiamiento, que responden por las conexiones con los otros actores del ecosistema y las colaboraciones, principalmente con los *stakeholders* externos.

b. Profundizar en el conocimiento sobre las motivaciones para patentar en las grandes empresas industriales tanto desde el punto de vista organizacional como personal de los investigadores

Este estudio ha permitido identificar y analizar las motivaciones organizacionales de las entidades orientadas a I+D+i y las motivaciones personales de los investigadores.

Desde el punto de vista organizacional, se ha comprobado que la patente no sólo se consolida como elemento de protección del trabajo de I+D+i de la organización, sino que

cada vez se patenta más. Así, el número de patentes no ha dejado de crecer a nivel mundial de forma general ni en el sector de la empresa estudiada. Además, como cada vez las áreas de trabajo son más especializadas, las empresas necesitan buscar su espacio y acotarlo más mediante patentes. Por otro lado, las empresas, aparte de proteger sus invenciones por medio de patentes, tienen la costumbre de patentar productos y procesos que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo para ocupar parte del mercado y evitar que la competencia trabaje en esa misma línea. Eso supone un esfuerzo adicional para la organización, que emplea recursos sin tener garantías de que las ideas patentadas vayan a funcionar.

Desde el punto de vista personal de los investigadores, se han explorado las motivaciones personales de los investigadores, como el reconocimiento profesional, la satisfacción intelectual, el espíritu emprendedor y la contribución al avance científico y tecnológico. Estas motivaciones reflejan el impulso intrínseco de los investigadores por hacer descubrimientos significativos, marcar la diferencia en sus campos de especialización y dejar un legado de conocimiento.

Al comprender tanto las motivaciones organizacionales como las personales, se ha logrado una visión más completa y equilibrada de las razones detrás de la decisión de patentar en las grandes empresas industriales. Esto permite diseñar estrategias más efectivas para fomentar la cultura de la innovación, motivar a los investigadores a aumentar las soluciones patentables y brindarles el apoyo necesario para llevar a cabo el proceso de patentamiento de manera exitosa. Esta comprensión permite promover la innovación, impulsar la protección de invenciones y aprovechar plenamente el potencial de las empresas para generar valor a través de la propiedad intelectual.

c. Identificar los retos a los que se enfrentan las organizaciones industriales innovadoras, teniendo en cuenta el envejecimiento de su plantilla de investigadores

Este estudio ha permitido identificar los retos específicos que este tipo de organizaciones enfrentan, como la gestión y la transferencia de conocimiento, la gestión del talento senior, la adaptación a las nuevas tecnologías y metodologías, y el desarrollo de estrategias de sucesión efectivas. Estos retos reflejan la necesidad de abordar de manera proactiva los cambios demográficos y el envejecimiento de la fuerza laboral para mantener la capacidad innovadora de la organización.

Además, se ha reconocido que el envejecimiento de la plantilla también presenta oportunidades, como la vasta experiencia y conocimientos acumulados por los investigadores veteranos, su capacidad para brindar mentoría y orientación a investigadores más jóvenes, y su habilidad para aportar perspectivas únicas y enfoques innovadores basados en su trayectoria profesional.

Al comprender tanto los retos como las oportunidades, se pueden desarrollar estrategias y políticas que aborden de manera efectiva el envejecimiento de la plantilla de investigadores en las organizaciones industriales innovadoras. Estas acciones podrían incluir programas de formación y desarrollo continuo, la implementación de prácticas de gestión del conocimiento, la promoción de la diversidad generacional, y la creación de entornos que fomenten la colaboración y el intercambio de ideas entre investigadores de diferentes edades. Esta com-

preensión permite tomar medidas proactivas para gestionar de manera efectiva la transición generacional, aprovechar la experiencia y conocimientos de los investigadores veteranos, y mantener la capacidad innovadora de la organización a largo plazo.

d. Diseñar, a partir de los retos identificados, un marco metodológico para el desarrollo de políticas de gestión de recursos humanos que favorezca el mantenimiento de la capacidad innovadora de la organización

El diseño de un marco metodológico basado en los retos identificados, ha servido para establecer una guía práctica para el desarrollo de políticas de gestión de recursos humanos que fomenten el mantenimiento de la capacidad innovadora de la organización. El enfoque abordado ha permitido desafíos específicos que surgen en el contexto de la gestión de recursos humanos en relación a la capacidad innovadora.

Se ha identificado la importancia de hacer partícipes a los investigadores senior con sus roles como expertos y patrocinadores en la gestión y transferencia del conocimiento, las conexiones con los otros actores del ecosistema; todo esto por medio de su visión holística de la investigación y de la organización, sus redes de contactos, la implementación de programas de mentoría/coaching, y su aporte en el acceso a recursos y financiamiento. Estas estrategias se orientan hacia la creación de una cultura organizacional que valore y fomente la innovación en todas las etapas del proceso.

Además, este marco metodológico también ha tenido en cuenta la necesidad de evaluar y medir el impacto de estas políticas de gestión de recursos humanos en relación a la capacidad innovadora de la organización. Esto implica el seguimiento de indicadores clave de rendimiento, como el número de ideas externas, el número de oportunidades, el porcentaje de líderes entrenados en técnicas de creatividad, entre otras.

8.1.3. Respuestas a las hipótesis de investigación

H1: El número de patentes de un investigador industrial no es un indicador suficientemente bueno de su productividad a lo largo del tiempo

Si bien el número de patentes puede ser un indicador relevante de la productividad de un investigador industrial en términos de su capacidad para generar invenciones y contribuir a la propiedad intelectual de la empresa, no es necesariamente suficiente para evaluar su productividad de manera exhaustiva a lo largo del tiempo.

El número de patentes es una medida cuantitativa que refleja la cantidad de invenciones registradas por un investigador. Sin embargo, no proporciona información completa sobre la calidad, el impacto o la relevancia de esas invenciones. Además, la generación de patentes puede estar influenciada por diversos factores, como el enfoque de investigación de la empresa, los recursos disponibles, las áreas de interés estratégico y las políticas internas.

Es importante considerar otros indicadores y métricas complementarias para evaluar la productividad de un investigador industrial a lo largo del tiempo. Estos pueden incluir la

participación en proyectos de investigación exitosos, la publicación de artículos científicos en revistas especializadas, la colaboración con otros investigadores y la transferencia de tecnología a productos o servicios comercializables.

Además, es crucial tener en cuenta el contexto y los objetivos específicos de la organización al evaluar la productividad de los investigadores industriales. Algunas empresas pueden enfocarse más en la generación de patentes como resultado de su estrategia de propiedad intelectual, mientras que otras pueden valorar más la capacidad de traducir la investigación en productos o servicios innovadores y exitosos en el mercado.

H2: La productividad de un investigador industrial no necesariamente aumenta o disminuye con el tiempo, sino que cambia de naturaleza, a medida que adquiere habilidades tácitas ligadas a la experiencia

La productividad de un investigador industrial puede experimentar cambios a lo largo del tiempo, a medida que adquiere habilidades tácitas ligadas a la experiencia. A medida que un investigador acumula conocimientos, habilidades técnicas y experiencia en su campo, es probable que su productividad aumente en ciertos aspectos.

Las habilidades tácitas, también conocidas como conocimiento implícito o *know-how*, son aquellas que se adquieren a través de la experiencia práctica y que no se pueden transmitir fácilmente de manera formal o explícita. Estas habilidades pueden incluir una comprensión más profunda de los problemas y desafíos específicos de la industria, la capacidad de resolver problemas de manera más eficiente, la intuición desarrollada para identificar oportunidades de investigación y la habilidad para abordar de manera efectiva proyectos complejos.

A medida que un investigador industrial acumula estas habilidades tácitas, es probable que su productividad aumente en términos de eficiencia, calidad de trabajo y capacidad para abordar problemas difíciles. Estas habilidades también pueden permitirles hacer conexiones más rápidas entre conceptos, generar ideas innovadoras y tomar decisiones informadas basadas en su experiencia previa.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la productividad de un investigador industrial no necesariamente aumenta de manera lineal con el tiempo. Puede haber otros factores que influyan en la productividad, como los recursos disponibles, el entorno de trabajo, la colaboración con otros investigadores y las demandas cambiantes de la industria. Además, la productividad puede variar entre diferentes áreas de investigación y proyectos específicos.

H3: el conocimiento tácito es probablemente una de las contribuciones tácitas más obvias de los investigadores senior, enriqueciendo así el capital intelectual de la organización

El conocimiento tácito se refiere a las habilidades, experiencia y conocimientos prácticos adquiridos a lo largo del tiempo y que no se pueden transmitir fácilmente de manera formal o explícita. Los investigadores senior suelen haber acumulado una amplia experiencia en su campo de investigación, lo que les permite poseer un conocimiento profundo y contextuali-

zado sobre los problemas, desafíos y soluciones relacionados con su área de especialización. Este conocimiento tácito incluye intuiciones, enfoques prácticos, lecciones aprendidas, buenas prácticas y estrategias efectivas que han desarrollado a lo largo de su carrera.

Al compartir su conocimiento tácito con otros miembros del equipo o de la organización, los investigadores senior pueden enriquecer el capital intelectual de la organización. Esta transferencia de conocimiento contribuye a mejorar la toma de decisiones, fomentar la innovación, acelerar el aprendizaje organizacional y evitar la repetición de errores pasados. Además, el conocimiento tácito de los investigadores senior puede influir en la cultura y el ambiente de trabajo, promoviendo el desarrollo de habilidades y competencias en los miembros más jóvenes del equipo.

Es importante reconocer el valor del conocimiento tácito de los investigadores senior y establecer mecanismos y prácticas que fomenten su transmisión y aprovechamiento dentro de la organización. Esto puede incluir programas de mentoría, espacios de colaboración, comunidades de práctica y otras iniciativas que promuevan la transferencia de conocimiento entre generaciones y fomenten un ambiente propicio para el aprendizaje continuo.

Muy probablemente el conocimiento tácito es una de las contribuciones más importantes y obvias que los investigadores senior pueden aportar a una organización, enriqueciendo su capital intelectual.

H4: La mentoría-coaching es el papel principal que juegan o podrían jugar los investigadores senior en las organizaciones de investigación

La mentoría/coaching son roles importantes que los investigadores senior pueden desempeñar en las organizaciones de investigación. Estos roles les permiten compartir su experiencia, conocimientos y perspectivas con investigadores más jóvenes o menos experimentados, ayudándoles a desarrollar sus habilidades, fomentando su crecimiento profesional y guiándolos en su trayectoria de investigación.

La mentoría implica una relación de apoyo y guía, en la cual el investigador senior comparte sus conocimientos y experiencias con el investigador junior mentorizado, brindándole orientación, consejos y retroalimentación constructiva. El mentor puede ayudar al mentorado a establecer metas, identificar oportunidades de desarrollo, superar desafíos y navegar por el entorno de investigación. Además, el mentor puede proporcionar perspectivas más amplias sobre la carrera científica, compartir redes de contactos y ayudar al mentorado a construir su propia identidad profesional.

Por otro lado, el *coaching* se enfoca más en el desarrollo personal y profesional del investigador, alentándolo a explorar y descubrir sus fortalezas, identificar áreas de mejora y establecer un plan de acción para alcanzar sus metas. El coach ayuda al investigador a desarrollar habilidades específicas, superar obstáculos y potenciar su rendimiento investigativo. El enfoque principal del coaching es empoderar al investigador, fomentando su autonomía y autoeficacia.

Ambos roles, mentoría y coaching, son valiosos para el desarrollo de los investigadores en una organización de investigación. Los investigadores senior pueden desempeñar estos roles al compartir sus conocimientos, experiencias y sabiduría con investigadores más jóvenes, ayudándoles a crecer y prosperar en sus carreras científicas. Al hacerlo, contribuyen a construir una cultura de aprendizaje, colaboración y desarrollo en la organización, promoviendo el crecimiento individual y colectivo.

Es importante destacar que, si bien la mentoría y el coaching son roles clave, los investigadores senior también pueden aportar de otras maneras, como liderando proyectos, participando en la toma de decisiones estratégicas, facilitando la colaboración interdisciplinaria y compartiendo sus conocimientos en publicaciones y conferencias. La combinación de estos roles y contribuciones enriquece la organización y promueve el éxito de sus investigaciones.

8.1.4. Respuesta a la pregunta de investigación

¿Cuáles son las contribuciones tácitas que investigadores en edad avanzada proveen dentro de una organización contribuyendo a su productividad inventiva de una u otra manera?

Los investigadores en edad avanzada brindan valiosas contribuciones tácitas dentro de una organización, impulsando su productividad inventiva en diversos aspectos. En primer lugar, su vasta experiencia y conocimientos profundos acumulados a lo largo de los años les permiten abordar desafíos de manera más eficiente y efectiva. Gracias a su trayectoria, han desarrollado una perspectiva más amplia de su campo de investigación, lo que les permite identificar oportunidades de innovación y aportar ideas creativas basadas en su experiencia previa.

Además de su experiencia, los investigadores senior aportan habilidades tácitas valiosas que han adquirido a lo largo de su carrera. Estas habilidades incluyen la capacidad de identificar problemas y soluciones de manera rápida y efectiva, utilizar enfoques innovadores para abordar desafíos, establecer conexiones entre conceptos aparentemente no relacionados y aplicar su intuición desarrollada a lo largo de los años. Estas habilidades tácitas son difíciles de transmitir y se han perfeccionado a través de la práctica y la experimentación continua.

Otra contribución importante de los investigadores senior es su extensa red de contactos en la comunidad científica y en la industria. Estas redes permiten la colaboración, el intercambio de conocimientos y la identificación de oportunidades de colaboración y financiamiento. Los investigadores senior pueden aprovechar estas conexiones para establecer alianzas estratégicas, acceder a recursos y conocimientos externos y ampliar el alcance de los proyectos de investigación de la organización.

Además de su experiencia y redes, los investigadores senior aportan una valiosa perspectiva estratégica a la organización. Su visión estratégica, basada en años de experiencia y conocimientos, es fundamental para la planificación de proyectos de investigación, la identificación de áreas de enfoque prioritarias y la toma de decisiones relacionadas con la innovación. Su perspectiva estratégica garantiza que los esfuerzos de investigación estén alineados

con los objetivos y las necesidades de la organización, maximizando así la productividad inventiva.

En resumen, los investigadores en edad avanzada desempeñan un papel crucial en la productividad inventiva de una organización mediante la aportación de sus contribuciones tácitas. Su experiencia, habilidades tácitas, redes de contacto y perspectiva estratégica enriquecen el entorno de investigación y desarrollo, generando ideas innovadoras y fomentando la excelencia en la investigación. Aprovechar estas valiosas contribuciones es esencial para impulsar la capacidad innovadora de la organización y garantizar su éxito a largo plazo en un entorno empresarial cada vez más competitivo.

8.2. Desarrollos futuros

A medida que avanzamos en el tiempo, surgen nuevas tecnologías, tendencias de mercado y desafíos que requieren adaptación y actualización de las estrategias de innovación. Es crucial contemplar los desarrollos futuros en la propuesta del plan de mejora, con el objetivo de anticiparse a las demandas cambiantes y aprovechar las oportunidades emergentes. Esto implica estar al tanto de las últimas investigaciones y avances en el campo de la innovación, así como mantener un diálogo constante con expertos, colaboradores y partes interesadas relevantes. Además, es importante fomentar una cultura organizacional abierta al cambio y al aprendizaje, que promueva la experimentación, la colaboración y la creatividad.

Algunos posibles desarrollos futuros que se podrían contemplar para la adaptación de esta propuesta de marco metodológico podrían incluir:

1. **Validación empírica del marco metodológico:** Una vez que se ha desarrollado el marco metodológico, sería beneficioso llevar a cabo estudios empíricos para validar su efectividad y utilidad en diferentes contextos organizativos, considerando que los marcos metodológicos deberían ser evaluados en organizaciones reales y recopilar datos para evaluar su impacto en la capacidad innovadora.
2. **Mejora continua del marco metodológico:** A medida que se obtiene más experiencia en la aplicación del marco metodológico y del plan de mejora de la capacidad innovadora, se pueden identificar áreas de mejora y oportunidades de refinamiento. Los investigadores pueden trabajar en la actualización y mejora del marco en función de los comentarios de los usuarios y los resultados de los estudios empíricos.
3. **Adaptación a diferentes sectores y tipos de organizaciones:** El marco metodológico puede ser adaptado y aplicado en diferentes sectores y tipos de organizaciones, como empresas de tecnología, instituciones educativas o entidades gubernamentales. Sería interesante explorar cómo el marco se puede ajustar y personalizar para satisfacer las necesidades y características específicas de diferentes entidades, de igual manera, sería muy valioso experimentar su implementación en un sector más dinámico, quizás con énfasis en innovación disruptiva o radical, en lugar de la innovación incremental de una empresa siderúrgica de ese tamaño.

4. **Integración de tecnologías emergentes:** El avance tecnológico continuo ofrece nuevas oportunidades para impulsar la capacidad innovadora. Sería relevante explorar cómo las tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático o la realidad virtual, pueden integrarse en el marco metodológico para mejorar los procesos de innovación.
5. **Evaluación de impacto a largo plazo:** Además de evaluar el impacto inmediato del marco metodológico en la capacidad innovadora de las organizaciones, sería valioso realizar estudios de seguimiento a largo plazo para comprender su efecto a largo plazo, a manera de estudios longitudinales. Esto implicaría examinar cómo la implementación del marco se traduce en resultados sostenibles en términos de productos innovadores, crecimiento organizacional y ventaja competitiva.
6. **Estudios comparativos:** Comparar la aplicación del marco metodológico en diferentes organizaciones y contextos puede proporcionar información valiosa sobre las mejores prácticas, los desafíos comunes y las lecciones aprendidas. Los estudios comparativos permitirían identificar patrones y factores clave que influyen en el éxito de la implementación del marco. Se podría, por ejemplo, evaluar el marco metodológico en empresas de diversos tamaños, sectores y países, realizar un énfasis en los ingenieros junior en lugar de los senior, o trasladar este estudio a equipos en la industria (producción, calidad, etc) en lugar de una entidad de investigación.

Estos posibles desarrollos futuros pueden enriquecer el conocimiento y la comprensión sobre la capacidad innovadora en organizaciones orientadas a proyectos de investigación. Además, podrían ayudar a refinar y adaptar el marco metodológico existente, permitiendo una mejora continua y una mayor efectividad en el desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora.

8.3. Limitaciones

Durante la realización del estudio sobre la creación del marco metodológico para el desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora en organizaciones orientadas a proyectos de investigación se reconocieron algunas posibles limitaciones que pudieron influenciar los resultados y conclusiones del estudio. Algunas de estas limitaciones fueron:

1. **Muestra limitada:** Por dificultades normales en el acceso a la organización, fue un reto obtener una muestra mucho mayor a la representativa para el estudio. En un proceso de investigación, una muestra muy limitada puede llegar a afectar la generalización de los resultados y su aplicabilidad a diferentes contextos organizativos.
2. **Sesgo de respuesta:** Los participantes del estudio tuvieron, en general, respuestas bastante similares debido a la influencia de la cultura corporativa. Aunque dicho parámetro hizo que se redujera considerablemente el número de entrevistas necesarias durante el estudio cualitativo, esto pudo haber introducido un sesgo en los datos recopilados.

Además, aunque se garantizó la confidencialidad en las respuestas, existe la posibilidad de que los participantes hayan proporcionado respuestas socialmente deseables en lugar de respuestas honestas y precisas.

3. **Medición de variables:** La medición de variables relacionadas con la capacidad innovadora durante la fase de implementación, puede ser compleja. Algunas variables, como la creatividad o el éxito en la implementación de proyectos innovadores, pueden ser difíciles de cuantificar y medir de manera precisa. La elección de las medidas por parte de los encargados de las organizaciones y la validez de las mismas, pueden influir o afectar la robustez de los resultados que se obtengan durante la implementación y réplica del plan de mejora de la capacidad innovadora.
4. **Limitaciones de tiempo y recursos:** Realizar un estudio exhaustivo sobre el desarrollo y mantenimiento de la capacidad innovadora en organizaciones orientadas a proyectos de investigación puede requerir un tiempo y recursos significativos. Las limitaciones de tiempo y recursos han podido afectar la profundidad y el alcance del estudio, lo que podría limitar la comprensión completa de los factores involucrados.

Es importante reconocer estas limitaciones y considerar su impacto al interpretar los resultados del estudio. Aunque estas limitaciones pueden existir, también se pueden tomar medidas para mitigar su efecto, al mismo tiempo que pueden proporcionar oportunidades para futuras investigaciones.

8.4. Publicaciones derivadas de la tesis doctoral

Las publicaciones derivadas de esta tesis doctoral representan los aportes logrados en la trayectoria académica de este documento. A través de estas publicaciones se han podido compartir los hallazgos, contribuciones y conocimientos con la comunidad académica. Las publicaciones son las siguientes:

- Ponencia **Motivaciones para patentar en la industria: un caso de estudio en una empresa multinacional siderúrgica**, presentada en el *XIX Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica y de la Innovación - ALTEC 2021*, realizado en Lima. Certificado disponible en el Anexo I.
- Artículo **Motivaciones para patentar en la industria: un caso de estudio en una empresa multinacional siderúrgica**, publicado en la revista *360: Revista de Ciencias de la Gestión* [145]. Artículo disponible en el Anexo II.
- Artículo ***Tacit contributions and roles of senior researchers: Experiences of a multinational company***, publicado en la revista *Administrative Sciences* [146]. Artículo disponible en el Anexo III.
- Artículo ***Contributions of senior researchers in private companies: a multi-criteria decision-making approach***, actualmente en proceso de revisión para publicación.

Bibliografía

- [1] P. A. H. Organization, *Informe mundial sobre el edadismo*. Pan American Health Organization, 2022.
- [2] D. Cobben, W. Ooms, N. Roijackers, and A. Radziwon, “Ecosystem types: A systematic review on boundaries and goals,” *Journal of Business Research*, vol. 142, pp. 138–164, Mar. 2022.
- [3] O. Dedehayir, S. J. Mäkinen, and J. R. Ortt, “Innovation ecosystems as structures: Actor roles, timing of their entrance, and interactions,” *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 183, 2022.
- [4] I. Nonaka, “A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation,” *Organization Science*, vol. 5, pp. 14–37, 1994.
- [5] World Intellectual Property Organization (WIPO), “World Intellectual Property Indicators 2019,” 2019. Page 12.
- [6] S. Ogura and M. Jakovljević, “Health Financing Constrained by Population Aging: An Opportunity to Learn from Japanese Experience,” *Serbian Journal of Experimental and Clinical Research*, vol. 15, pp. 175–181, 2014.
- [7] J. R. Ortt and P. A. van der Duin, “The evolution of innovation management towards contextual innovation,” *European Journal of Innovation Management*, vol. 11, pp. 522–538, 2008.
- [8] D. K. Simonton, “Creative productivity: A predictive and explanatory model of career trajectories and landmarks,” *Psychological Review*, vol. 104, pp. 66–89, Jan. 1997.
- [9] S. H. Appelbaum, R. Wenger, C. Pachon Buitrago, and R. Kaur, “The effects of old-age stereotypes on organizational productivity (part one),” *Industrial and Commercial Training*, vol. 48, pp. 181–188, 2016.
- [10] E. F. Rietzschel, H. Zacher, and W. Stroebe, “A Lifespan Perspective on Creativity and Innovation at Work,” *WORKAR*, vol. 2, pp. 105–129, Apr. 2016.
- [11] K. Frosch, “Workforce Age and Innovation: A Literature Survey,” *International Journal of Management Reviews*, vol. 13, pp. 414–430, 2011.
- [12] R. N. Butler, “Age-Ism: Another Form of Bigotry,” *The Gerontologist*, vol. 9, pp. 243–246, Dec. 1969.
- [13] R. A. Posthuma and M. A. Campion, “Age Stereotypes in the Workplace: Common Stereotypes, Moderators, and Future Research Directions,” *Journal of Management*, vol. 35, pp. 158–188, Feb. 2009.

- [14] H. L. Sterns and R. A. Alexander, "Performance appraisal of the older worker," in *Fourteen steps in managing an aging work force* (H. Dennis, ed.), Lexington, Mass: Lexington Books, 1988.
- [15] R. McAdam, B. Mason, and J. McCrory, "Exploring the dichotomies within the tacit knowledge literature: Towards a process of tacit knowing in organizations," *Journal of Knowledge Management*, vol. 11, pp. 43–59, 2007.
- [16] N. Rosenberg, "How exogenous is science?," in *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press, 1 ed., Jan. 1983.
- [17] M. N. Jotabá, C. I. Fernandes, M. Gunkel, and S. Kraus, "Innovation and human resource management: A systematic literature review," *European Journal of Innovation Management*, vol. 25, pp. 1–18, 2022.
- [18] K. Rørstad and D. W. Aksnes, "Publication rate expressed by age, gender and academic position – A large-scale analysis of Norwegian academic staff," *Journal of Informetrics*, vol. 9, pp. 317–333, Apr. 2015.
- [19] C. R. Sugimoto, T. J. Sugimoto, A. Tsou, S. Milojević, and V. Larivière, "Age stratification and cohort effects in scholarly communication: a study of social sciences," *Scientometrics*, vol. 109, pp. 997–1016, Nov. 2016.
- [20] C. Gonzalez-Brambila and F. M. Veloso, "The determinants of research output and impact: A study of Mexican researchers," *Research Policy*, vol. 36, pp. 1035–1051, 2007.
- [21] R. Costas, T. N. van Leeuwen, and M. Bordons, "A bibliometric classificatory approach for the study and assessment of research performance at the individual level: The effects of age on productivity and impact," *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, vol. 61, pp. 1564–1581, 2010.
- [22] T. H. Goodwin and R. D. Sauer, "Life Cycle Productivity in Academic Research: Evidence from Cumulative Publication Histories of Academic Economists," *Southern Economic Journal*, vol. 61, pp. 728–743, 1995.
- [23] J. Okrah and B. Irene, "The Effect of Top Managers' Years of Experience on Innovation," *International Journal of Innovation Studies*, p. S2096248723000115, Mar. 2023.
- [24] M. Sturman, "Searching for the Inverted U-Shaped Relationship Between Time and Performance: Meta-Analyses of the Experience/Performance, Tenure/Performance, and Age/Performance Relationships," *Journal of Management*, vol. 29, pp. 609–640, Oct. 2003.
- [25] M. Tremblay, T. Wils, and C. Proulx, "Determinants of career path preferences among Canadian engineers," *Journal of Engineering and Technology Management*, vol. 19, pp. 1–23, Mar. 2002.
- [26] D. Manolopoulos, P. Dimitratos, and E. Sofikitis, "Predictors of career preferences of MNC knowledge professionals," *Personnel Review*, vol. 40, pp. 466–484, 2011.

- [27] M. H. Fallah, P. Choudhury, and T. U. Daim, “Does movement of inventors between companies affect their productivity?,” *Technology in Society*, vol. 34, pp. 196–206, 2012.
- [28] M. Mathew and N. Bhaduri Nee Chakraborty, “Aspirations of Indian inventors moderated by patenting experience, age and sector,” *The Journal of High Technology Management Research*, vol. 23, pp. 71–81, 2012.
- [29] K. Blind, E. Filipović, and L. Lazina, “Motives to Publish, to Patent and to Standardize: An Explorative Study Based on Individual Engineers’ Assessments,” *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 175, 2022.
- [30] F. Schettino, A. Sterlacchini, and F. Venturini, “Inventive productivity and patent quality: Evidence from Italian inventors,” *Journal of Policy Modeling*, vol. 35, pp. 1043–1056, Nov. 2013.
- [31] T. Zwick, K. Frosch, K. Hoisl, and D. Harhoff, “The power of individual-level drivers of inventive performance,” *Research Policy*, vol. 46, pp. 121–137, Feb. 2017.
- [32] M. Mariani and M. Romanelli, ““Stacking” and “picking” inventions: The patenting behavior of European inventors,” *Research Policy*, vol. 36, pp. 1128–1142, 2007.
- [33] B. Hall, C. Helmers, M. Rogers, and V. Sena, “The Choice between Formal and Informal Intellectual Property: A Review,” *Journal of Economic Literature*, vol. 52, pp. 375–423, 2014.
- [34] J. Park and S. Kim, “The differentiating effects of workforce aging on exploitative and exploratory innovation: The moderating role of workforce diversity,” *Asia Pac J Manag*, vol. 32, pp. 481–503, June 2015.
- [35] S. Y. Sung and J. N. Choi, “Contingent effects of workforce diversity on firm innovation: high-tech industry and market turbulence as critical environmental contingencies,” *The International Journal of Human Resource Management*, vol. 32, pp. 1986–2012, May 2021.
- [36] C. Mothe and T. U. Nguyen-Thi, “Does age diversity boost technological innovation? Exploring the moderating role of HR practices,” *European Management Journal*, vol. 39, pp. 829–843, 2021.
- [37] F. T. Tschang and G. Ertug, “New Blood as an Elixir of Youth: Effects of Human Capital Tenure on the Explorative Capability of Aging Firms,” *Organization Science*, vol. 27, pp. 873–892, Aug. 2016.
- [38] S. Brown, “Manufacturing seniority, strategy and innovation,” *Technovation*, vol. 18, no. 3, pp. 146–192, 1998.
- [39] E. Wikström, E. Eriksson, L. Karamehmedovic, and R. Liff, “Knowledge retention and age management – senior employees’ experiences in a Swedish multinational company,” *JKM*, vol. 22, pp. 1510–1526, Sept. 2018.
- [40] M. Polanyi, *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. Chicago: Routledge & Kegan Paul Ltd., 1958.

- [41] A. Lee, R. Mudambi, and M. Cano-Kollmann, "An analysis of Japan's connectivity to the global innovation system," *Multinational Business Review*, vol. 24, pp. 399–423, 2016.
- [42] A. Thomas and V. Gupta, "Tacit knowledge in organizations: bibliometrics and a framework-based systematic review of antecedents, outcomes, theories, methods and future directions," *JKM*, vol. 26, pp. 1014–1041, Apr. 2022.
- [43] J. Senker, "The contribution of tacit knowledge to innovation," *AI & Soc*, vol. 7, pp. 208–224, Sept. 1993.
- [44] J. St-Pierre and J. Audet, "Intangible assets and performance: Analysis on manufacturing SMEs," *Journal of Intellectual Capital*, vol. 12, pp. 202–223, Apr. 2011.
- [45] G. Kristandl and N. Bontis, "Constructing a definition for intangibles using the resource based view of the firm," *Management Decision*, vol. 45, pp. 1510–1524, 2007.
- [46] M. Osinski, P. M. Selig, F. Matos, and J. R. Darlan, "Methods of evaluation of intangible assets and intellectual capital," *Journal of Intellectual Capital*, vol. 18, pp. 470–485, 2017.
- [47] S. G. Yaseen, D. Dajani, and Y. Hasan, "The impact of intellectual capital on the competitive advantage: Applied study in Jordanian telecommunication companies," *Computers in Human Behavior*, vol. 62, pp. 168–175, Sept. 2016.
- [48] L. Edvinsson and M. S. Malone, *Intellectual Capital: Realizing Your Company's True Value by Finding Its Hidden Brainpower*. HarperBusiness, 1997.
- [49] M. Buenechea-Elberdin, "structured literature review about intellectual capital and innovation," *ournal of Intellectual Capital*, vol. 18, pp. 262–285, 2017.
- [50] E. Pedro, J. Leitão, and H. Alves, "Intellectual capital and performance: Taxonomy of components and multi-dimensional analysis axes," *JIC*, vol. 19, pp. 407–452, Mar. 2018.
- [51] S. Chatterjee, R. Chaudhuri, A. Thrassou, and G. Sakka, "Impact of firm's intellectual capital on firm performance: A study of Indian firms and the moderating effects of age and gender," *ournal of Intellectual Capital*, vol. 23, pp. 103–126, 2022.
- [52] Y. Wang, C.-H. Tsai, D. D. Lin, O. Enkhbuyant, and J. Cai, "Effects of Human, Relational, and Psychological Capitals on New Venture Performance," *Front. Psychol.*, vol. 10, p. 1071, June 2019.
- [53] G. Ginesti, "Top management characteristics and intellectual capital performance in small Italian companies," *Corporate Governance*, vol. 19, pp. 1153–1166, 2019.
- [54] A. H. Dunham and C. D. B. Burt, "Organizational memory and empowerment," *ournal of Knowledge Management*, vol. 15, pp. 851–868, 2011.
- [55] F. J. Gellert and B. S. Kuipers, "Short- and long-term consequences of age in work teams: An empirical exploration of ageing teams," *Career Development International*, vol. 13, pp. 132–149, Mar. 2008.

- [56] M. Dayan, “Managerial trust and NPD team performance: team commitment and longevity as mediators,” *Journal of Business & Industrial Marketing*, vol. 25, pp. 94–105, Feb. 2010.
- [57] B. R. McIntosh and C. Zhang, “Aging: The Role of Work and Changing Expectations in the United States and China,” in *Aging in China* (S. Chen and J. L. Powell, eds.), pp. 23–42, Boston, MA: Springer US, 2012.
- [58] K. N. Rowland, “E-Mentoring: An Innovative Twist to Traditional Mentoring,” *Journal of technology management & innovation*, vol. 7, pp. 228–237, Mar. 2012.
- [59] A. Fujiwara, “The knowledge spillover resulting from the mobility of knowledge workers,” in *2017 6th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM)*, (Cambridge, United Kingdom), pp. 181–191, IEEE, Mar. 2017.
- [60] U. Schloegel, S. Stegmann, A. Maedche, and R. Van Dick, “Age stereotypes in agile software development – an empirical study of performance expectations,” *Information Technology & People*, vol. 31, pp. 41–62, Feb. 2018.
- [61] R. Schmidt, R. Bell, and V. Warren, “Keeping the wheels of the automotive industry turning: the use of tacit knowledge by product development workers in a multinational automotive manufacturer,” *Journal of Intellectual Capital*, vol. 22, pp. 1106–1125, Oct. 2021.
- [62] J. Wegge, C. Roth, B. Neubach, K.-H. Schmidt, and R. Kanfer, “Age and gender diversity as determinants of performance and health in a public organization: The role of task complexity and group size.,” *Journal of Applied Psychology*, vol. 93, no. 6, pp. 1301–1313, 2008.
- [63] J. N. Choi, “Group composition and employee creative behaviour in a Korean electronics company: Distinct effects of relational demography and group diversity,” *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, vol. 80, pp. 213–234, June 2007.
- [64] Z. Wang and N. Wang, “Knowledge sharing, innovation and firm performance,” *Expert Systems with Applications*, vol. 39, pp. 8899–8908, Aug. 2012.
- [65] P. B. Single and C. B. Muller, “When Email and Mentoring Unite: The Implementation of a Nationwide Electronic Mentoring Program,” 2001.
- [66] P. Hopkins-Thompson, “Colleagues Helping Colleagues: Mentoring and Coaching,” *NASSP Bulletin*, vol. 84, pp. 29–36, 2000.
- [67] N. Z. Abbidin, “Mentoring and Coaching: The Roles and Practices,” *SSRN Electronic Journal*, 2006.
- [68] K. Kram, “Phases of the Mentor Relationship,” *Academy of Management Journal*, vol. 26, pp. 608–625, 1983.
- [69] M. R. Parise and M. L. Forret, “Formal mentoring programs: The relationship of program design and support to mentors’ perceptions of benefits and costs,” *Journal of Vocational Behavior*, vol. 72, pp. 225–240, Apr. 2008.

- [70] E. H. Erikson, *The life cycle completed: a review*. New York: Norton, 1st ed ed., 1982.
- [71] T. William Short, “Workplace mentoring: an old idea with new meaning (part 1),” *Dev and Learning in Org*, vol. 28, pp. 8–11, Dec. 2013.
- [72] W. Swap, D. Leonard, M. Shields, and L. Abrams, “Using Mentoring and Storytelling to Transfer Knowledge in the Workplace,” *Journal of Management Information Systems*, vol. 18, pp. 95–114, May 2001.
- [73] V. Singh, D. Bains, and S. Vinnicombe, “Informal Mentoring as an Organisational Resource,” *Long Range Planning*, vol. 35, pp. 389–405, Aug. 2002.
- [74] S. E. Bryant, “The Impact of Peer Mentoring on Organizational Knowledge Creation and Sharing,” *Group & Organization Management*, vol. 30, pp. 319–338, 2005.
- [75] H. Woo, “Exploratory Study Examining the Joint Impacts of Mentoring and Managerial Coaching on Organizational Commitment,” *Sustainability*, vol. 9, p. 181, Jan. 2017.
- [76] J. G. Cohen, A. E. Sherman, T. K. Kiet, D. S. Kapp, K. Osann, L.-M. Chen, P. S. O’Sullivan, and J. K. Chan, “Characteristics of success in mentoring and research productivity—A case-control study of academic centers,” *Gynecologic Oncology*, vol. 125, no. 1, pp. 8–13, 2012.
- [77] M. O. Al-Zoubiu, A. Alrowwad, and R. Masadeh, “Exploring the relationships among tacit knowledge sharing, mentoring and employees’ abilities. The case of Al-Hikma pharmaceutical company in Jordan,” *INE Journal of Information and Knowledge Management Systems*, vol. 50, pp. 34–56, 2019.
- [78] R. Alkhudary and P. Gardiner, “Stages in project managers’ careers: Learning and growth opportunities,” *International Journal of Project Management*, vol. 39, pp. 536–545, July 2021.
- [79] D. Walker and B. Lloyd-Walker, “The future of the management of projects in the 2030s,” *IJMPB*, vol. 12, pp. 242–266, June 2019.
- [80] R. Breese, O. Couch, and D. Turner, “The project sponsor role and benefits realisation: More than ‘just doing the day job’,” *International Journal of Project Management*, vol. 38, pp. 17–26, Jan. 2020.
- [81] L. Crawford, T. Cooke-Davies, B. Hobbs, L. Labuschagne, K. Remington, and P. Chen, “Situational sponsorship of projects and programs: An empirical review,” *ERA - Engineering and Environmental Sciences*, 2008.
- [82] T. Besedeš, C. Deck, S. Sarangi, and M. Shor, “Decision-making strategies and performance among seniors,” *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 81, pp. 524–533, Feb. 2012.
- [83] S. F. Slater, J. J. Mohr, and S. Sengupta, “Radical Product Innovation Capability: Literature Review, Synthesis, and Illustrative Research Propositions: Radical Product Innovation Capability,” *J Prod Innov Manag*, vol. 31, pp. 552–566, May 2014.

- [84] R. Ahmed and S. P. Philbin, "It takes more than the project manager: The importance of senior management support for successful social sector projects," *Project Leadership and Society*, vol. 3, p. 100042, Dec. 2022.
- [85] B. Langner and V. P. Seidel, "Sustaining the Flow of External Ideas: The Role of Dual Social Identity across Communities and Organizations: External ideas and dual social identity," *J Prod Innov Manag*, vol. 32, pp. 522–538, July 2015.
- [86] D. J. Jackson, "What is an innovation ecosystem?," *National Science Foundation*, vol. 1, no. 2, pp. 1–13, 2011.
- [87] R. Adner, "Match your innovation strategy to your innovation ecosystem," *Harvard Business Review*, vol. 84, no. 4, pp. 98–107, 148, 2006.
- [88] R. Adner, "Ecosystem as Structure: An Actionable Construct for Strategy," *Journal of Management*, vol. 43, pp. 39–58, Jan. 2017.
- [89] D.-S. Oh, F. Phillips, S. Park, and E. Lee, "Innovation ecosystems: A critical examination," *Technovation*, vol. 54, pp. 1–6, Aug. 2016.
- [90] M. P. Rice, M. L. Fetters, and P. G. Greene, "University-based entrepreneurship ecosystems: a global study of six educational institutions," *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, vol. 18, no. 5/6, p. 481, 2014.
- [91] L. Scaringella and A. Radziwon, "Innovation, entrepreneurial, knowledge, and business ecosystems: Old wine in new bottles?," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 136, pp. 59–87, Nov. 2018.
- [92] J. F. Moore, "Predators and prey: a new ecology of competition," *Harvard Business Review*, vol. 71, no. 3, pp. 75–86, 1993.
- [93] M. L. Barnett, "Review of The Keystone Advantage: What the New Dynamics of Business Ecosystems Mean for Strategy, Innovation, and Sustainability," *Academy of Management Perspectives*, vol. 20, no. 2, pp. 88–90, 2006.
- [94] D. Isenberg, "How to start an entrepreneurial revolution," *Harvard Business Review*, vol. 88, no. 6, pp. 40–50, 2010.
- [95] C. K. Prahalad and S. L. Hart, "The fortune at the bottom of the pyramid," *Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios*, vol. 1, p. 1, Aug. 2010.
- [96] M. van der Borgh, M. Cloudt, and A. G. L. Romme, "Value Creation by Knowledge-Based Ecosystems: Evidence from a Field Study," in *Proceedings of the 17th International Product Development Management Conference*, (Murcia, Spain), 2010.
- [97] B. Clarysse, M. Wright, J. Bruneel, and A. Mahajan, "Creating value in ecosystems: Crossing the chasm between knowledge and business ecosystems," *Research Policy*, vol. 43, pp. 1164–1176, Sept. 2014.
- [98] K. M. Eisenhardt and M. E. Graebner, "Theory Building from Cases: Opportunities And Challenges," *Academy of Management Journal*, vol. 50, pp. 25–32, 2007.

- [99] R. K. Yin, *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc., 2018.
- [100] J. Creswell, V. Plano Clark, M. Gutmann, and W. Hanson, “Advanced mixed methods research designs,” in *Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research*, Thousand Oaks, CA: SAGE, 2003.
- [101] S. E. Baker and R. Edwards, “How Many Qualitative Interviews Is Enough? Expert Voices and Early Career Reflections on Sampling and Cases in Qualitative Research,” *National Centre of Research Methods Review Paper*, 2012.
- [102] ISA - International Sociological Association, “Research Committees - RC38 Biography and Society,” 2022.
- [103] T. Eaton, “Bibliographical Research,” in *Library Trends 13 (1) Summer 1964: Research Methods in Librarianship*, pp. 42–53, Graduate School of Library and Information Science. University of Illinois at Urbana-Champaign, 1964.
- [104] M. B. Miles, A. M. Huberman, and J. Saldaña, *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc., 4 ed., 2020.
- [105] K. McNiff, “What Is Qualitative Research?,” 2016.
- [106] S. B. Merriam and R. S. Grenier, *Qualitative Research in Practice: Examples for Discussion and Analysis*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 2002.
- [107] J. Saldaña, *The Coding Manual for Qualitative Research*. Newbury Park: SAGE Publications Ltd., 2021.
- [108] M. Cinelli, M. Kadziński, M. Gonzalez, and R. Słowiński, “How to support the application of multiple criteria decision analysis? Let us start with a comprehensive taxonomy,” *Omega*, vol. 96, p. 102261, Oct. 2020.
- [109] N. A. Azhar, N. A. M. Radzi, and W. S. H. M. W. Ahmad, “Multi-criteria Decision Making: A Systematic Review,” *Recent Advances in Electrical & Electronic Engineering*, vol. 14, no. 8, pp. 779–801, 2021.
- [110] Y. Liu, C. M. Eckert, and C. Earl, “A review of fuzzy AHP methods for decision-making with subjective judgements,” *Expert Systems with Applications*, vol. 161, p. 113738, Dec. 2020.
- [111] T. L. Saaty, “Decision making — the Analytic Hierarchy and Network Processes (AHP/ANP),” *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, vol. 13, pp. 1–35, Mar. 2004.
- [112] A. Emrouznejad and M. Marra, “The state of the art development of AHP (1979–2017): a literature review with a social network analysis,” *International Journal of Production Research*, vol. 55, pp. 6653–6675, Nov. 2017.
- [113] S. Luthra, S. Kumar, D. Garg, and A. Haleem, “Barriers to renewable/sustainable energy technologies adoption: Indian perspective,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 41, pp. 762–776, Jan. 2015.

- [114] W. Ho and X. Ma, “The state-of-the-art integrations and applications of the analytic hierarchy process,” *European Journal of Operational Research*, vol. 267, pp. 399–414, June 2018.
- [115] F. T. Bozbura and A. Beskese, “Prioritization of organizational capital measurement indicators using fuzzy AHP,” *International Journal of Approximate Reasoning*, vol. 44, pp. 124–147, Feb. 2007.
- [116] A. Calabrese, R. Costa, and T. Menichini, “Using Fuzzy AHP to manage Intellectual Capital assets: An application to the ICT service industry,” *Expert Systems with Applications*, vol. 40, pp. 3747–3755, July 2013.
- [117] C. Montalvo, “What triggers change and innovation?,” *Technovation*, vol. 26, no. 3, pp. 312–323, 2006.
- [118] G. Marshall and A. Parra, “Innovation and competition: The role of the product market,” *International Journal of Industrial Organization*, vol. 65, pp. 221–247, 2019.
- [119] A. Neely, R. Filippini, C. Forza, A. Vinelli, and J. Hii, “A framework for analysing business performance, firm innovation and related contextual factors: Perceptions of managers and policy makers in two European regions,” *Integrated Manufacturing Systems*, vol. 5, no. 1, pp. 114–124, 2001.
- [120] K. Blind, J. Pohlisch, and A. Zi, “Publishing, Patenting, Standardization: Motives and Barriers of Scientists,” *Research Policy*, vol. 47, pp. 1185–1197, 2018.
- [121] G. Gaynor, “Innovation: top down or bottom up,” *IEEE Engineering Management Review*, vol. 41, no. 3, pp. 5–6, 2013.
- [122] R. Calantone, S. Cavusgil, and Y. Zhao, “Learning orientation, firm innovation capability, and firm performance,” *Industrial Marketing Management*, vol. 31, no. 6, pp. 515–524, 2002.
- [123] S. Philipson, “Sources of innovation: Consequences for knowledge production and transfer,” *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 5, no. 1, pp. 50–58, 2020.
- [124] T. Fonseca, P. de Faria, and F. Lima, “Human capital and innovation: the importance of the optimal organizational task structure,” *Research Policy*, vol. 48, no. 3, pp. 616–627, 2018.
- [125] T. Kijek and A. Kijek, “Is innovation the key to solving the productivity paradox?,” *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 4, no. 4, pp. 219–225, 2019.
- [126] OECD/Eurostat, *Oslo Manual*. OECD/Eurostat, 2005.
- [127] M. Falagas, V. Ierodiakonou, and V. Alexiou, “At what age do biomedical scientists do their best work?,” *The FASEB Journal*, vol. 22, no. 12, pp. 4067–4070, 2008.
- [128] A. Bonaccorsi and C. Daraio, “Age effects in scientific productivity,” *Scientometrics*, vol. 58, no. 1, pp. 49–90, 2003.

- [129] K. Blomkvist, P. Kappen, and I. Zander, “Superstar inventors – Towards a people-centric perspective on the geography of technological renewal in the multinational corporation,” *Research Policy*, vol. 43, no. 4, pp. 669–682, 2014.
- [130] E. Mauleón and M. Bordons, “Patenting Activity in Spain: A Gender Perspective,” *Technology, Commercialization and Gender*, pp. 77–100, 2017.
- [131] F. Lissoni, F. Montobbio, and L. Zirulia, “Inventorship and authorship as attribution rights: An enquiry into the economics of scientific credit,” *Journal of Economic Behavior & Organization*, vol. 95, pp. 49–69, 2013.
- [132] H. Sauermann and W. Cohen, “What makes them tick? Employee motives and firm innovation,” *Management Science*, vol. 56, no. 12, pp. 2134–2153, 2010.
- [133] R. E. Landaeta and T. G. Kotnour, “Formal mentoring: A human resource management practice that supports knowledge transfer across projects,” *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, vol. 5, pp. 455–475, 2008.
- [134] A. J. Hobson, “Fostering Face-to-face Mentoring and Coaching,” in *SAGE Handbook of Mentoring and Coaching in Education*, pp. 59–73, London: SAGE, 2012.
- [135] R. Muthuveloo, N. Shanmugam, and A. P. Teoh, “The impact of tacit knowledge management on organizational performance: Evidence from Malaysia,” *Asia Pacific Management Review*, vol. 22, pp. 192–201, Dec. 2017.
- [136] A. Pérez-Luño, J. Alegre, and R. Valle-Cabrera, “The role of tacit knowledge in connecting knowledge exchange and combination with innovation,” *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 31, pp. 186–198, Feb. 2019.
- [137] A. Ganguly, A. Talukdar, and D. Chatterjee, “Evaluating the role of social capital, tacit knowledge sharing, knowledge quality and reciprocity in determining innovation capability of an organization,” *Journal of Knowledge Management*, vol. 23, pp. 1105–1135, Aug. 2019.
- [138] P. B. Le, H. Lei, T. T. Le, J. Gong, and A. T. Ha, “Developing a collaborative culture for radical and incremental innovation: the mediating roles of tacit and explicit knowledge sharing,” *Chinese Management Studies*, vol. 14, pp. 957–975, Apr. 2020.
- [139] J. Senker, “The Contribution of Tacit Knowledge to Innovation,” in *Exploring Expertise* (R. Williams, W. Faulkner, and J. Fleck, eds.), pp. 208–244, London: Palgrave Macmillan UK, 1998.
- [140] I. Yazici, O. F. Beyca, O. F. Gurcan, H. Zaim, D. Delen, and S. Zaim, “A comparative analysis of machine learning techniques and fuzzy analytic hierarchy process to determine the tacit knowledge criteria,” *Annals of Operations Research*, vol. 308, pp. 753–776, Jan. 2022.
- [141] Z. Zhao, Y. Bu, and J. Li, “Characterizing scientists leaving science before their time: Evidence from mathematics,” *Information Processing & Management*, vol. 58, p. 102661, Sept. 2021.

- [142] I. Bote Alonso, M. V. Sánchez-Rivero, and B. Montalbán Pozas, “Mapping sustainability and circular economy in cities: Methodological framework from Europe to the Spanish case,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 357, p. 131870, July 2022.
- [143] H. M. Blalock, *Social statistics*. McGraw-Hill series in sociology, New York: McGraw-Hill, rev. 2d ed ed., 1979.
- [144] M. Dziallas and K. Blind, “Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis,” *Technovation*, vol. 80, no. 81, pp. 3–29, 2019.
- [145] W. Pérez Villa, M. Vigil Barrocal, and A. Pérez Ezcúrdia, “Motivaciones para patentar en la industria: un caso de estudio en una empresa multinacional siderúrgica,” *360: Revista de Ciencias de la Gestión*, Nov. 2022.
- [146] W. Pérez Villa, A. Pérez-Ezcúrdia, and M. A. Vigil Berrocal, “Tacit Contributions and Roles of Senior Researchers: Experiences of a Multinational Company,” *Administrative Sciences*, vol. 12, p. 192, Dec. 2022.

ANEXOS

Anexo I.
Certificado de Ponencia en XIX Congreso
Latino-Iberoamericano de Gestión
Tecnológica y de la Innovación - ALTEC
2021



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

CONSTANCIA No. 2021-545-B-0000691-01

La Presidenta y el Coordinador de la Comisión Académica del XIX Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica y de la Innovación - ALTEC 2021 dejan constancia que:

WALTER PÉREZ VILLA

ha participado como Ponente en XIX Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica y de la Innovación - ALTEC 2021, realizado en Lima, del 27 de octubre al 31 de diciembre del 2021.

Ponencia :

Motivaciones para patentar en la industria: un caso de estudio en una empresa multinacional siderúrgica

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines y usos a que hubiere lugar.

Lima, 11 de noviembre del 2021

Marta Lucía Tostes Vieira

MARTA LUCIA TOSTES VIEIRA
PRESIDENTA

Jean Pierre Seclen Luna

JEAN PIERRE SECLÉN LUNA
COORDINADOR

La presente constancia y las firmas consignadas en ella han sido emitidas a través de medios digitales, al amparo de lo dispuesto en el artículo 141-A del Código Civil: "Artículo 141-A.- En los casos en que la ley establezca que la manifestación de voluntad debe hacerse a través de alguna formalidad expresa o requerida de firma, ésta podrá ser generada o comunicada a través de medios electrónicos, ópticos o cualquier otro análogo. Tratándose de instrumentos públicos, la autoridad competente deberá dejar constancia del medio empleado y conservar una versión íntegra para su ulterior consulta."

Verifique la autenticidad de este documento digital desde el enlace: www.pucp.edu.pe/certificaciones

Anexo II.

Artículo "Motivaciones para patentar en la industria: un caso de estudio en una empresa multinacional siderúrgica"

Motivaciones para patentar en la industria: un caso de estudio en una empresa siderúrgica multinacional

Industrial Patenting Drivers: A Case Study from a Multinational Steel Company

Walter Pérez Villa
Universidad de Oviedo
uo253723@uniovi.es

Miguel Vigil Barrocal
Universidad de Oviedo
vigilmiguel@uniovi.es

Amaya Pérez Escurdia
Universidad de Navarra
amaya@unavarra.es

La propiedad intelectual es un aspecto clave en el contexto empresarial actual y uno de sus principales indicadores es la solicitud y el registro de patentes. Este estudio explora la motivación que tanto los investigadores como las empresas industriales de capital privado tienen a la hora de patentar los resultados de su investigación. Para ello, se expone un caso de estudio de una de las mayores empresas multinacionales del sector siderúrgico, centrado en las motivaciones que hoy en día tienen los investigadores industriales y una gran organización manufacturera a la hora de registrar sus invenciones.

Para el caso se han analizado las patentes registradas a lo largo de treinta años de esta empresa y sus predecesoras por cerca de medio millar de investigadores, y se realizaron entrevistas semiestructuradas a expertos de la organización. Pese a tratarse de un sector tecnológicamente maduro, se ha encontrado que las patentes tienen una tendencia creciente y, a su vez, esta sigue la inclinación mundial en cuanto a solicitud de patentes, que no ha dejado de crecer desde 2009 y puede llegar a tener incrementos en el número de aplicaciones de hasta un 10 % interanual.

Se ha encontrado que las organizaciones patentan para proteger no solo sus productos, sino también productos y procesos que se encuentran en una etapa temprana de desarrollo, evitando así que sus competidores entren en determinadas líneas de trabajo que podrían dar lugar a futuros productos comercializables o procesos novedosos de manufactura. Por su parte, los investigadores industriales toman la solicitud de patentar como uno de los objetivos de su carrera y la patente constituye en sí misma parte de un reconocimiento a su labor.

Palabras clave: motivación de investigadores industriales, patentes industriales, propiedad intelectual, innovación empresarial, investigación industrial

Intellectual property is a key aspect in the current business environment and one of its main indicators is the request and filing of patents. This study explores the motivation that both researchers and industrial private companies have when it comes to patenting the results of their research. To do this, a case study of one of the largest multinational organizations in the steel sector is analyzed, focusing on the motivations that industrial researchers and a large manufacturing organization have today when filing their inventions.

In this case, the patents registered over thirty years of this company and its predecessor ones by nearly half a thousand researchers have been analyzed, while semi-structured interviews were conducted with experts from the company. Despite of being a technologically mature sector, it has been found that patents have a growing trend which, in turn, follows the global inclination in terms of patent applications, which has not stopped growing since 2009 and may have increases in the number of applications of up to 10 % year-on-year.

It has been found that organizations use to patent to protect not only their finished products, but also products and processes that are at an early stage of development, thereby preventing their competitors from entering certain lines of work that could lead to future marketable products or innovative manufacturing processes. From their side, industrial researchers consider the patent application as one of the objectives of their career and the patent constitutes itself a recognition of their work.

Keywords: industrial researchers motivation, industrial patents, intellectual property, business innovation, industrial research

1. Introducción

La innovación empresarial permite aumentar las oportunidades para que las compañías reaccionen positivamente a los cambios que surjan y mejoren su capacidad de descubrir nuevas oportunidades. Junto a la competitividad entre empresas, la innovación constituye una opción importante para perennizar a las compañías y su actividad empresarial, tanto en economías industrializadas como en desarrollo (Montalvo, 2006).

La competencia es una de las principales motivaciones que tiene una empresa para invertir en innovación (Marshall & Parra, 2019) y, en la búsqueda de la mejora competitiva, la rentabilidad del negocio es uno de los elementos determinantes en la evaluación del impacto que tiene la competencia, principalmente con relación a la innovación, teniendo en cuenta, además, que la concentración del mercado puede mejorar o afectar los beneficios y resultados de la innovación propuesta por la empresa. Para garantizar su subsistencia, la empresa no puede perder su ventaja competitiva (elemento diferenciador de una compañía frente a su competencia) y debe destacar en la ventaja comparativa (capacidad de la empresa para producir productos o servicios con una calidad similar, pero a un costo menor). A través de la innovación, las probabilidades de subsistencia de la organización aumentan, incrementando su capacidad de mantenerse actualizada y garantizando al cliente que con su producto encontrará la satisfacción a sus necesidades.

Hasta la fecha, numerosos autores han estudiado cómo la innovación influye en la rentabilidad de las operaciones empresariales, entre los que se puede destacar el estudio de Neely *et al.* (2001), quienes propusieron un marco de referencia para estudiar cómo los diferentes tipos de innovación afectan positivamente el rendimiento del negocio y cómo los factores externos influyen en la capacidad de una empresa para innovar. Autores como Blind *et al.* (2018) señalan que las patentes, las publicaciones y los estándares¹, a pesar de su naturaleza ambivalente entre ellos, son instrumentos estratégicos para la transferencia de tecnología y la comercialización de los resultados de la investigación industrial. El uso de dichos instrumentos permite la materialización de los esfuerzos del equipo de investigación, que se podrían convertir en innovación.

Por otro lado, como lo señala Gaynor (2013), todos los estratos de la organización deben implicarse para que los procesos de innovación funcionen y esta sea realmente efectiva, señalando que no está limitada a las áreas técnicas o de *marketing*. Algunos tipos de innovación, como la *bottom-up*², alientan las iniciativas de cualquier empleado que puedan generar valor en la organización, no limitando la toma de decisiones exclusivamente a las jerarquías superiores. Por ello, de acuerdo con esta filosofía de innovación, todos los miembros de la organización —en especial aquellos vinculados a actividades de I+D+i (investigación + desarrollo + innovación)— deben sentir la necesidad de mejorar la ventaja competitiva de la empresa por medio de la innovación, y son ellos los encargados primarios de convertirla

1 Las patentes (de invención) son documentos que le reconocen a alguien una invención y le permiten explotarlo. Las publicaciones son, de manera general, artículos publicados en revistas científicas que hacen posible que sus autores compartan los resultados de una investigación. Los estándares, por su parte, son normas consensuadas que sirven para la realización repetible de procesos técnicos.

2 La innovación *bottom-up* (de abajo hacia arriba) fomenta que los miembros de la empresa, en cualquier nivel jerárquico, realicen propuestas de valor. Otra técnica de innovación, la *top-down*, tiene como base la ejecución de proyectos que ya están completamente monetizados y validados por la jerarquía.

en un elemento motor de su actividad, influenciando la manera en la que se desarrollan los nuevos avances. En definitiva, las organizaciones contemporáneas requieren una fuerte orientación al aprendizaje con el propósito de mejorar su ventaja competitiva (Calantone *et al.*, 2002).

La producción intelectual en la innovación ha sido estudiada por algunos autores, quienes analizan sus consecuencias y la manera en la que se puede realizar una positiva transferencia del conocimiento (Philipson, 2020). Se menciona también la importancia del capital humano en la gestión de la innovación (Fonseca *et al.*, 2018), mientras que Kijek y Kijek (2018) proponen que la calidad de los recursos humanos de una empresa influencia su innovación y productividad. Además, la innovación depende en gran medida del talento de los miembros de la organización, dado que una parte importante del *know-how* se encuentra depositado en sus miembros, por lo cual se hace evidente que el capital humano tiene un papel fundamental (OECD/Eurostat, 2020).

Esta investigación tiene como objetivo profundizar en el conocimiento sobre las motivaciones para patentar en las grandes empresas industriales a través de un caso de estudio. Los autores de este documento pretenden comprender cuál es la motivación para patentar que tienen las organizaciones y qué motivaciones tienen los investigadores para patentar a título individual³.

2. Metodología

La presente investigación se ha enmarcado en un caso de estudio abordado con un enfoque mixto de tipo explicatorio secuencial, según lo propuesto por Creswell *et al.* (2003), para lo cual se ha recogido y analizado información cuantitativa y cualitativa, en dicho orden, con el propósito de entender en mayor detalle los resultados encontrados en la fase cuantitativa desde el punto de vista cualitativo.

En primer lugar, se ha analizado la productividad científica de una organización por medio de la medición de las patentes otorgadas a los investigadores asociados a la empresa objeto del estudio o a una de sus predecesoras. Como fuente primaria, se consultó la base de datos de la World International Property Organization (WIPO), que considera no solo las patentes otorgadas en los países de la Unión Europea, sino también las obtenidas en diferentes partes del mundo por la empresa sujeto de esta investigación. Se ha estudiado la evolución de dichas patentes, analizando la influencia que los diversos factores organizacionales (fusiones, políticas de recursos humanos, decisiones de la dirección con respecto a las patentes, etc.) han podido tener en la métrica analizada en el estudio⁴. Con respecto a las fusiones que sufrió previamente la entidad, se ha buscado información de los laboratorios e investigadores asociados a estos que han pertenecido a las organizaciones originales antes de las fusiones. Por lo tanto, se ha considerado el aporte de dichas empresas primarias a la corporación actual.

³ En este estudio se denomina «investigadores» a los miembros de los equipos de I+D de la empresa investigadora, sin distinción de su posición jerárquica. Al ser los investigadores quienes patentan, se les menciona indistintamente también como «inventores», «patentadores» o autores de patentes»..

⁴ La métrica utilizada en el estudio es el número de patentes otorgadas a la entidad y, de manera individual, a cada uno de los inventores solicitantes. Se debe entender entonces en términos de productividad organizacional e individual, respectivamente.

La empresa objeto del estudio es una multinacional de gran tamaño del sector siderúrgico, con equipos de investigación deslocalizados en 11 ubicaciones y en 7 países de los continentes europeo y americano, además de un sistema establecido de propiedad intelectual con una oficina central que administra su gestión global. Se ha escogido este caso por tratarse de una gran empresa que opera en todo el globo y porque la siderurgia es un sector maduro tecnológicamente. Esta organización, al igual que la mayor parte de estos conglomerados industriales, se ha formado a partir de la fusión de diferentes empresas más pequeñas. Al menos 50 empresas han sido fusionadas desde la mitad del siglo pasado para llegar al punto en el que se encuentra la organización del estudio. Las fusiones, además de los evidentes logros corporativos y de capacidad de producción, han fomentado el encuentro de varias culturas de trabajo y, en el caso de los centros de investigación, se ha integrado una red de investigación que ha permitido la especialización y la sinergia de capacidades para facilitar la innovación en el producto y en el proceso de esta empresa. A partir del año 2010, 2 años después de su última fusión corporativa, la empresa decidió empezar una política de promoción interna de la solicitud de patentes con el propósito de proteger sus desarrollos y demostrar su compromiso con la innovación.

Se ha llevado a cabo un análisis cuantitativo de las patentes realizadas desde hace 40 años por los investigadores de la empresa analizada y de todas aquellas que fueron fusionadas para llegar a esta. Entre otros datos, se revisó el año de la solicitud de la patente, el número de investigadores asociados a cada una y la posición que toma cada inventor en la lista de solicitantes. Con ayuda de páginas web de publicaciones y redes sociales de personal académico y científico, se determinó el rango de edad de los investigadores al momento del otorgamiento de las patentes para comprender en qué momento de su vida aplicaron a ellas.

Para el análisis cuantitativo del estudio de las patentes, se buscó el número de veces que la empresa en cuestión —o una de sus predecesoras— ha sido mencionada en la base de datos. También se hizo el seguimiento de sus autores y se añadieron sus aportes mientras permanecieron en activo en el grupo siderúrgico o en alguna de sus compañías originarias. No se han considerado las patentes otorgadas al inventor por fuera de su periodo en la empresa, como durante su doctorado o mientras haya estado asociado a otras compañías siderúrgicas de la competencia. En total se encontraron cerca de 450 investigadores patentadores que pertenecen o han pertenecido a la empresa del estudio o a una de las empresas fusionadas.

Por otro lado, se han realizado 6 entrevistas a miembros de I+D+i de la organización para confirmar, explicar y ampliar los datos anteriores. Para ello, se ha entrevistado a personas con 2 perfiles: a) investigadores que han patentado y han redirigido su trabajo investigador hacia la gestión de la investigación y de equipos de investigación, y b) personal del departamento de patentes de la organización. Todos ellos tenían un mínimo de 20 años de experiencia en la organización y fueron escogidos de acuerdo con su experiencia e influencia en la toma de decisiones de patentabilidad de la actividad investigadora y a futuro. Durante el proceso de entrevistas, y a pesar del origen diverso de los investigadores participantes, la mayoría de sus respuestas durante las conversaciones fueron muy uniformes, causando saturación en los resultados. Dicha saturación forzó a los autores de este estudio a limitar el número de entrevistados, siguiendo las consideraciones de Baker y Edwards (2012).

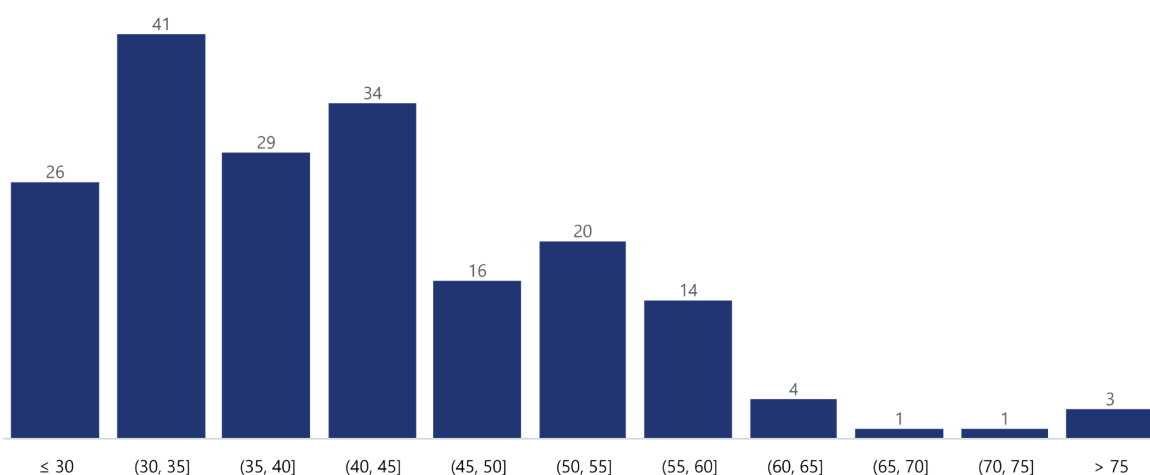
Las entrevistas con los investigadores han sido del tipo semiestructurado y tuvieron una duración promedio de 50 minutos; posteriormente, se transcribieron y codificaron con el *software* NVivo. La codificación, tanto temática como axial, ha sido consensuada entre los autores de este trabajo de investigación después de varias reflexiones y discusiones en común. Las preguntas formuladas se han centrado principalmente en la motivación que tanto los investigadores como la organización tienen para patentar. También se ha inquirido cómo se toman las decisiones respecto a si patentar o no el conocimiento, tal como se hace con los productos y los procesos; en ese sentido, se ha preguntado, por ejemplo, si se considera mejor investigador al que más patentes tiene. Finalmente, se ha pedido a los entrevistados una reflexión sobre el futuro de las patentes en una organización como la suya.

3. Estudio de patentes: análisis y discusión a nivel individual

La edad en la población estudiada tiene influencia desde el punto de vista de la transmisión del conocimiento y la renovación generacional. Algunos equipos de investigación, tal como lo señalaron los entrevistados, tienen personas muy experimentadas que parten al retiro sin tener alguien que pueda recibir su conocimiento y, desde el otro lado, existen equipos con personas jóvenes a las cuales les falta la asesoría y mentoría de personas más experimentadas.

Dentro del análisis de las patentes otorgadas se ha buscado, entre otros parámetros, la edad del inventor en el momento de solicitud de la patente. La figura 1 muestra los rangos de edad (en intervalos de 5 años) que tenían los inventores en el momento de solicitud de la patente, comenzando en los 25 años, inicio aproximado de la vida laboral industrial en investigadores que han cumplido estudios académicos avanzados secundarios (máster) y terciarios (doctorados). La curva tiene un pico en el primer lustro de la treintena de edad y desde allí decrece hasta las mayores edades encontradas en el estudio: personas con más de 80 años aún en activo. La edad de los inventores en el momento de solicitud de la patente podría influir, de manera individual, en la solicitud de patentes de los investigadores inventores y por eso se ha llevado a cabo su revisión.

Figura 1. Edad del inventor en el momento de otorgamiento de la patente

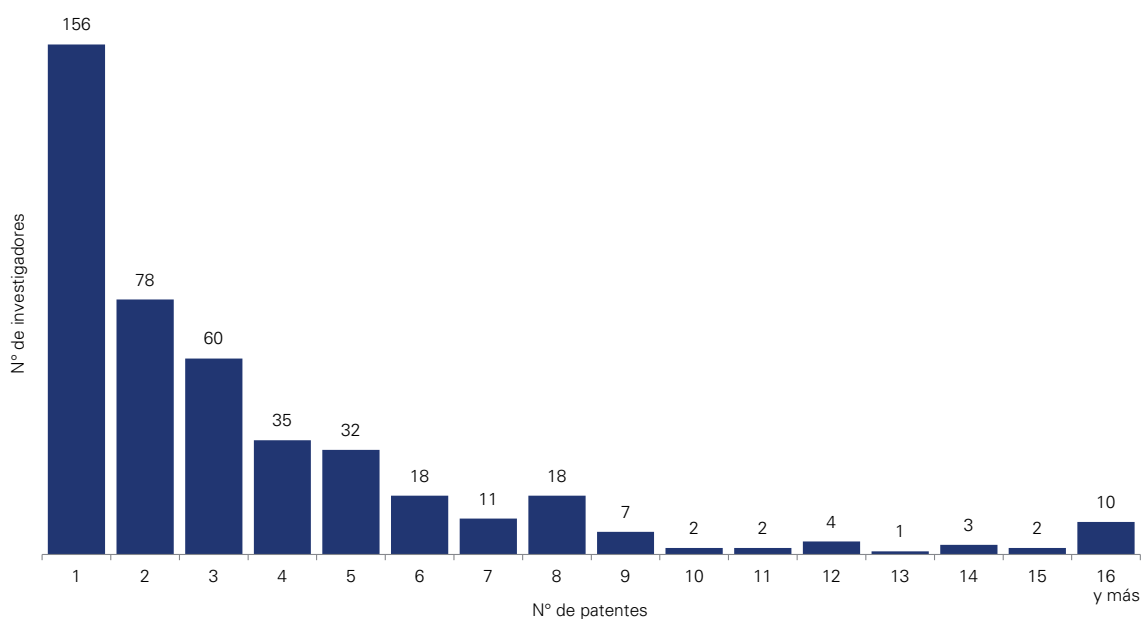


Fuente: elaboración propia.

La curva de productividad individual es muy variable, pero la mayor parte de los inventores son más productivos entre los 30 y 35 años, entendiendo la productividad como una medida del número de patentes otorgadas. Este perfil, conocido como distribución beta o de U invertida, ha sido encontrado en otros estudios similares (ver, por ejemplo, Falagas *et al.*, 2008) y se da más en el ámbito académico, al ser un entorno analizado más profusamente. En cualquier caso, este patrón no es único ni mucho menos, ya que se han encontrado diferencias según el campo de estudio, tal y como reflejan Bonaccorsi y Daraio (2003) en su revisión bibliográfica. Por otro lado, otros autores consideran que este patrón es influido por el sector económico en que se encuentra la organización. Frosch (2011) señala que la invención industrial en empresas de sectores de conocimiento intensivo es cosa de trabajadores jóvenes, lo mismo que las grandes invenciones. En sectores de mayor experiencia, el pico de rendimiento en innovación es a mayor edad y permanece estable hasta tarde en la carrera profesional. Es posible que los autores de patentes más jóvenes estén más ligados directamente a los proyectos de investigación y, a mayor edad y tiempo de permanencia en los equipos de investigación, que los investigadores se asignen a roles más ligados a la gestión y el control.

Otros estudios, como el de Rietzschel *et al.* (2016), ponen en cuestión que la productividad necesariamente decrezca en los últimos años de la vida laboral, entre otras razones, por la falta de estudios que abarquen a los mayores de 50 años en el ámbito privado. Parece que muchos aspectos individuales y organizacionales, tales como los cambios estratégicos en las empresas a lo largo de los años, la carrera profesional de los investigadores/inventores o las alianzas en I+D+i, influyen en el perfil productivo de los investigadores en el sector industrial, tal como se presenta en las revisiones de Frosch (2011) y Rietzschel (2016). En esa línea, es posible que la mayor dedicación que los investigadores más experimentados ponen en actividades que no son parte central de la investigación, especialmente las administrativas, aleje a estas personas de la producción científica.

Figura 2. Número de patentes otorgadas a cada investigador



Fuente: elaboración propia.

Aunque el mayor número de autores tienen pocas patentes (el promedio de patentes concedidas es de 3), hay algunos que recogen más de una docena. Este fenómeno, identificado hace muchas décadas, es también encontrado en diversos estudios actuales, como el análisis propuesto por Blomkvist *et al.* (2014). La figura 2 muestra el número de patentes concedidas a cada investigador para nuestro caso de estudio. De los cerca de medio millar de autores hallados en la búsqueda, se encontró que una tercera parte de ellos —un poco más de 150 investigadores— patentan solo 1 vez, mientras que la mitad de esa cifra —alrededor de 80 inventores— lo hace 2 veces. El número va decreciendo hasta la decena de patentes por persona. Esta cifra, en algunos investigadores, llegó hasta el medio centenar de publicaciones (57 es el mayor número de patentes concedidas para 1 persona en esta empresa).

Con respecto al género de los solicitantes, del número total de autores asociados a las patentes de la empresa y sus orígenes, se encontró que el 81,1 % son hombres y el 18,9 % son mujeres. Adicionalmente, en promedio, los hombres tienen 3,67 patentes y las mujeres aplicaron a 2,42 patentes por persona. Esta información guarda relación con la encontrada por Mauleón y Bordons (2017), investigadoras españolas que hallaron en un estudio de patentes de 9 años de análisis sobre la actividad tecnológica española que, en las patentes solicitadas por equipos con al menos 1 inventor español, solo el 24 % de estas tenía al menos 1 mujer como autora, cifra que caía al 11 % en la proporción de autores de dichas patentes, lo cual resalta la brecha de género en la participación femenina en este campo. Las autoras encontraron también que esta diferencia ha ido reduciéndose a través de los años, pero de una manera muy lenta. En su estudio, señalan que la subrepresentación de la mujer en la ciencia y la tecnología es un asunto de gran preocupación. Para ellas, la obtención de indicadores basados en la concesión de patentes, pero segregados por género, es crucial para analizar la situación actual de la mujer en la innovación, identificando potenciales casos de desigualdad de género y pudiendo llegar a soportar políticas que busquen promover el equilibrio entre géneros.

Durante las entrevistas semiestructuradas se hizo hincapié en la motivación que tienen los investigadores de la organización para patentar. Todos los entrevistados, con patentes propias o sin ellas, coinciden en que la principal motivación personal para patentar es el reconocimiento, tanto interno como externo. Aquellos que han patentado afirman que no tenían intención inicial de hacerlo y, en general, se patentan a iniciativa de la organización. Sauermann y Cohen (2010) encontraron que las motivaciones de los investigadores tienen influencia con respecto al esfuerzo y el rendimiento, pero que estas pueden variar significativamente, dando como ejemplo el reto intelectual versus el salario. Estos autores encontraron que los motivos intrínsecos y extrínsecos afectan el nivel de innovación incluso cuando se ejercieron esfuerzos para controlarla, sugiriendo que los motivos afectan no solamente el nivel de esfuerzo individual, sino también su calidad. Concluyen que, de todos los motivos intrínsecos, el deseo por el reto intelectual parece beneficiar particularmente la innovación, por encima de motivos extrínsecos como el sueldo. Este resultado final concuerda con lo resaltado por los entrevistados de nuestro caso: la principal motivación para ellos es el reconocimiento interno y externo, motivo intrínseco de su motivación.

Para los inventores entrevistados, el hecho de patentar no estaba inicialmente dentro de sus objetivos; más bien, surge de la combinación entre la necesidad de la

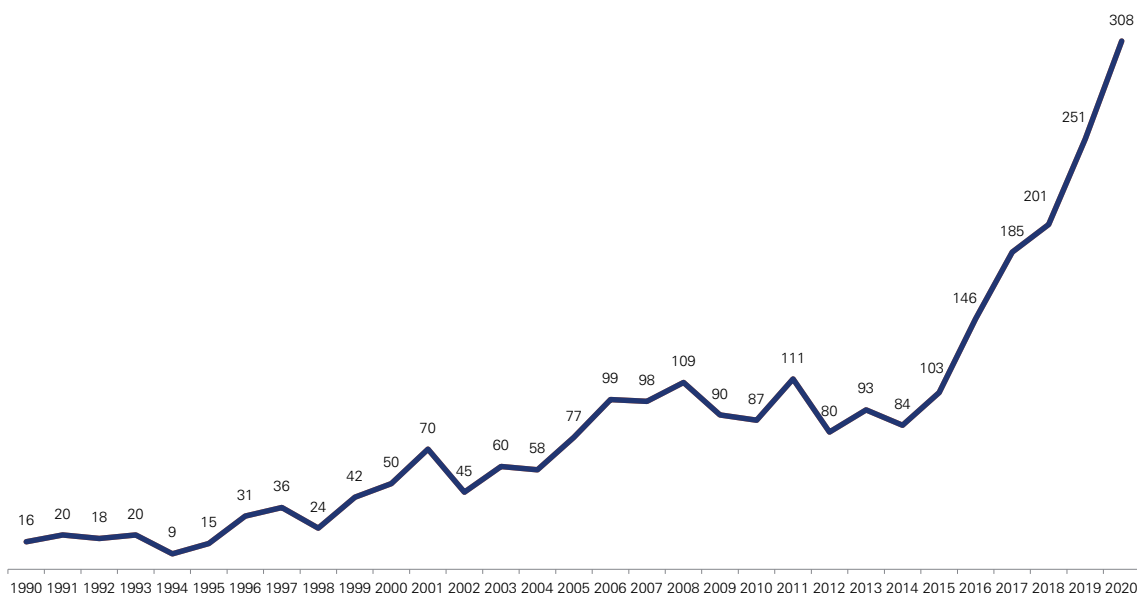
empresa y la posibilidad de patentar que tenga una iniciativa. El investigador debe asumir que patentar es parte de su trabajo, pero también que se deben conjugar sus intereses particulares con los de la organización. Sin embargo, una vez que la patente se otorga, esta constituye un elemento de satisfacción personal, dado que el investigador percibe que la empresa ha valorado muy positivamente su trabajo y ha estado dispuesta a invertir recursos para protegerlo. Es posible que los investigadores con el mayor número de patentes sean aquellos que hagan parte de las líneas de investigación más estratégicas para la organización, decisión quizás más relevante que la misma motivación de los investigadores para solicitar patentes.

En general, se halló que patentar es un elemento motivador para el investigador, al percibirlo como la culminación de un proyecto que ha tomado algunos años de su carrera profesional. Esta motivación es, por tanto, superior a la generada por las recompensas económicas que suelen ofrecer las compañías a los investigadores que han patentado, aunque las cuantías no suelen ser muy elevadas.

4. Estudio de patentes: análisis y discusión a nivel organizacional

En la figura 3 se evidencia la evolución del número de patentes que la organización ha registrado desde el año 1990. En ella, se observa una clara tendencia ascendente, con algunas discontinuidades tanto en forma de picos como de valles.

Figura 3. Número de patentes otorgadas a la empresa y a sus compañías originarias



Fuente: elaboración propia.

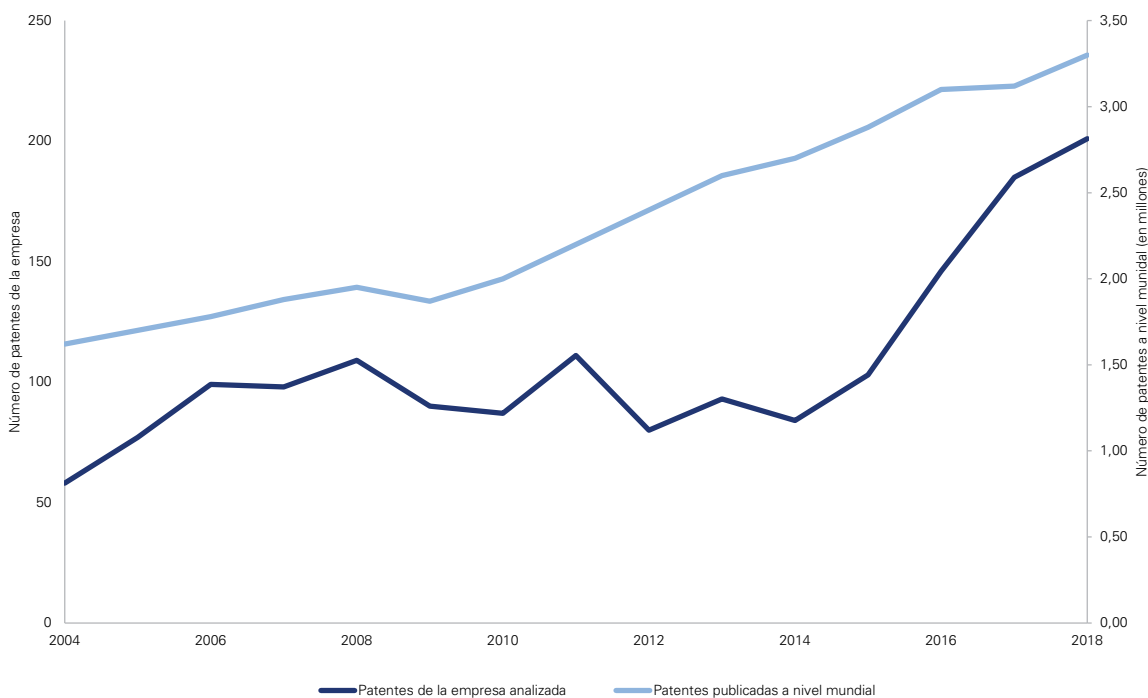
Alrededor de 2010, un par de años después de la última fusión experimentada por la empresa, y a causa del cambio en su política de patentes, la compañía impulsó entre sus investigadores la solicitud de patentes. El resultado de dicha decisión se hizo evidente unos años después (ver figura 3). Aunque ya se patentaba antes de la última fusión, la organización resultante de las fusiones muy posiblemente recogió la cultura innovadora de las empresas originales, reafirmando una apuesta que ya existía, pero que aún no

se mostraba de forma explícita. A finales de la década de los años noventa se nota un aumento en el número de patentes otorgadas, que se puede entender como resultado de la fusión que la empresa tuvo en el año 1997. De esta manera, la figura 3 resalta 3 niveles de otorgamiento de patentes: a) un nivel estable de patentes hasta el año 1998; b) un aumento del nivel de patentes otorgadas luego de la fusión de 1997; y c) un incremento mayor a partir del año 2014, luego de la implementación de la política de patentes en la empresa, que estuvo afectada por la crisis global de 2008 y los años subsecuentes.

Adicionalmente, los picos que se observan pueden deberse a la culminación de proyectos concretos que habían sido iniciados en años anteriores. Como afirma un entrevistado: «hace falta cierta madurez en un campo de investigación para que se produzca conocimiento patentable».

Por otro lado, esta curva pudo verse influenciada por el contexto en el que se encuentra la empresa de acuerdo con los ciclos económicos, ya que los valles coinciden con las mayores crisis económicas de las últimas décadas, tales como la gran recesión de 2008, la crisis de las puntocom (2000) o las diferentes crisis bancarias de 1992-1994. Por ejemplo, el efecto de la crisis de 2008 se refleja tanto en las patentes publicadas por la empresa como en la totalidad de patentes registradas a nivel mundial, tal como se aprecia en la figura 4. Cabe anotar que la respuesta del número de patentes al contexto en el que se presentaron, tales como ciclos económicos o decisiones de la dirección de la I+D, tiene unos años de retraso, reflejando así el tiempo que toma la investigación, la decisión de patentar y el proceso de solicitud de patente. Es posible que la motivación de las empresas para patentar en periodos posteriores a las crisis se reduzca debido a recortes en gastos «no prioritarios», entre otras razones, como pueden ser aquellos ligados a los procesos de patentes.

Figura 4. Patentes otorgadas a la empresa vs. tendencia mundial entre 2004 y 2018



Fuente: elaboración propia con base en WIPO (2019).

En lo que se refiere a la motivación de la organización para patentar, la fundamental es comercial. En general, la empresa patenta un producto que saldrá próximamente al mercado para evitar que la competencia lo pueda vender y para generar confianza en los clientes. Le permite también diferenciarse en el mercado y le da margen de maniobra para negociar con sus socios de operación.

Asimismo, se observa que las patentes tienen frecuentemente una función puramente defensiva. No se trata tanto de generar retornos económicos como de cerrar el camino a un competidor. Se patentan ideas⁵ de productos y procesos en lugar de productos y procesos realmente implementados, y ello se hace justamente en las fases iniciales de un proyecto. Eso implica utilizar una fuente importante de recursos financieros y humanos para preparar debidamente las reivindicaciones.

Se encontró que, al inicio de ciertos convenios de colaboración con centros de investigación pública, privada o instituciones académicas, se patenta el conocimiento previo a modo defensivo para dejar claro lo que la empresa aporta a dicho convenio. Al final del proceso, se vuelve a patentar para proteger el conocimiento generado. Estas medidas de protección son necesarias ya que las patentes ayudan a discernir el aporte de cada parte. Los entrevistados afirman haber tenido conflictos al dilucidar quién y qué se puede patentar, llegando a percibir comportamientos deshonestos en el pasado de parte de algunos *partners*. En general, las patentes en colaboración impiden que la institución colaboradora pueda explotar la patente con la competencia de la empresa industrial.

Estas conclusiones se adaptan bien al *ranking* propuesto por Blind *et al.* (2022), en el cual hacen un análisis sobre las motivaciones para patentar en una empresa automovilística alemana, encontrando que las principales razones para patentar son ganar ventaja competitiva, incrementar la reputación corporativa y, en tercer lugar, mejorar la posición de la empresa en cooperación de negocios (con competidores, proveedores o instituciones de investigación). Otras razones encontradas, entre las 15 observadas por los autores, fueron la asignación precisa de la autoría en invenciones, la prevención de la imitación, la preservación del propio desarrollo tecnológico (libertad para operar) y el incremento de la reputación interna de los empleados. Esta última es, además, una de las respuestas más repetidas en nuestra investigación: el reconocimiento interno y externo es una de las motivaciones más importantes que tienen los investigadores para patentar.

La decisión sobre si patentar o no un producto, proceso o idea se toma en comités específicos por área o dominio, constituidos por directores de portafolio y personal del departamento de patentes. Se trata de grupos interdepartamentales que se reúnen periódicamente y marcan la estrategia. En esta empresa existe un grupo de propiedad intelectual que se encarga de asistir a los investigadores en la generación y redacción de patentes. El proceso de este grupo con el patentador empieza con la relevancia de una patente, ya que «para el investigador es difícil medir si la idea a patentar tiene el potencial y necesita realmente ser patentada», como lo afirmó uno de los entrevistados.

⁵ Es importante mencionar que las ideas *per se* no son patentables, pero una práctica industrial mencionada por los entrevistados señala que muchas empresas industriales patentan productos y procesos que no se han terminado de implementar y se encuentran en fases iniciales del proyecto. Muchas veces este tipo de patentes solo busca bloquear la competencia o inclusive desviar la atención de los rivales al ofrecer un foco errado de la investigación realizada.

No todo se patenta, por diferentes motivos. Uno de ellos es el coste de la propia patente. En otras ocasiones no interesa patentar porque, al hacerlo, se está anunciando conocimiento que puede ser interpretado por la competencia como una dirección de estrategia que está tomando la empresa, a la manera de una exposición a la vigilancia tecnológica.

Una cuestión que también reivindican todos los entrevistados es el interés de poseer conocimiento específico sobre patentes y el proceso de patentar. Ese conocimiento es un activo incluso para el propio investigador. Se comprueba que el investigador que tiene conocimientos sobre patentes es más hábil identificando los elementos susceptibles de ser patentados y, a la postre, puede patentar más. Esto se puede confirmar con la afirmación de uno de los entrevistados, quien dijo que «patentar es un ejercicio, es una técnica: hay que tener una visión de cómo patentar en función de la cantidad de conocimiento acumulado y el saber cuándo es el momento correcto».

En cuanto al uso de las patentes generadas como métrica de innovación, las entrevistas muestran que la empresa en estudio no las utiliza como indicadores de la gestión de la investigación o la innovación. Esto puede deberse a que el comité de gestión es el que decide lo que se va a patentar y cuáles son los periodos para hacerlo, que muchas veces pueden superar el año entre la solicitud y la obtención de la patente. A este respecto, los entrevistados afirman que deberían tenerse en cuenta otros criterios, como el número de ideas presentadas al equipo de propiedad intelectual (que gestiona la solicitud de patentes) o su impacto, ya que si bien no todas se patentan, pueden resultar positivas para la empresa. En cualquier caso, medir el impacto de las ideas puede dilatarse en el tiempo, por lo que en la práctica es una cuestión compleja.

Como parte de ese esfuerzo de medición, Schwartz *et al.* (2011) afirman que medir la efectividad de la I+D+i ha sido un reto perenne y que faltan métricas que se adapten al entorno cambiante de la investigación. Dziallas y Blind (2019), por su parte, realizan una interesante revisión bibliográfica de indicadores de innovación y reivindican los relativos a las fases iniciales del proceso de innovación, cuando no se obtiene ningún resultado tangible como las patentes, pues son escasos. En definitiva, el desempeño innovador de las empresas ha sido frecuentemente estudiado a lo largo de muchos años y, sin embargo, los resultados de esas investigaciones no han conducido a un indicador o conjunto de indicadores aceptado de forma general (Hagedorn & Cloudt, 2003).

5. Conclusiones

En este trabajo se ha expuesto el análisis de patentes realizado en una empresa multinacional del sector siderúrgico, centrado en las motivaciones que hoy en día tienen un investigador y una gran organización a la hora de registrar sus invenciones. Se ha comprobado que la patente no solo se consolida como elemento de protección del trabajo de I+D+i de la organización, sino que cada vez se patenta más. Así, el número de patentes no ha dejado de crecer a nivel mundial de forma general ni en el sector de la empresa estudiada. Además, como cada vez las áreas de trabajo son más especializadas, las empresas necesitan buscar su espacio y acotarlo más mediante patentes.

Por otro lado, las empresas, aparte de proteger sus invenciones por medio de patentes, tienen la costumbre de patentar productos y procesos que se encuentran en etapas tempranas de desarrollo para ocupar parte del mercado y evitar que la competencia trabaje en esa misma línea. Eso supone un esfuerzo adicional para la organización, que emplea recursos sin tener garantías de que las ideas patentadas vayan a funcionar.

Desde el punto de vista individual, la patente es en sí misma un elemento motivador para los investigadores. De alguna manera, es la culminación de una dedicación intensa a su trabajo: su solicitud por parte de la empresa y el consecuente otorgamiento dan al inventor una sensación de reconocimiento por parte de la organización, lo que constituye un elemento de motivación.

Asimismo, el número de patentes de cada investigador es muy variable y depende de factores como el tema de trabajo o el tipo de resultados que genere, además de que no todos los patentables terminan siendo registrados. Por tanto, el número de patentes no es una buena métrica de la productividad individual. Se entiende, además, que la motivación individual de los inventores no se transforma en patentes solicitadas por la empresa, aunque algunos de sus inventos sean realmente patentables.

En una parte importante de los casos se comprueba que la trayectoria individual de los inventores y su perfil productivo, considerando el número de patentes solicitadas a lo largo de su vida profesional, es una curva de tipo beta con pico cerca al inicio de la vida profesional. Ello quizás se deba a que los investigadores industriales más jóvenes están sobre todo directamente ligados a los proyectos de investigación, mientras que los mayores están más asociados a roles de gestión y control, lo que se traduce en que los más jóvenes puedan tener mayor posibilidad de invención que los mayores. Por último, el hecho de que los investigadores más experimentados se desliguen de la investigación más directa puede estar relacionado con su motivación a ser nombrados en los puestos de mayor jerarquía, desde los que pueden aportar también a la organización gracias a su experiencia.

bibliografía

- 2012 **Baker, S. E., & Edwards, R.** *How many qualitative interviews is enough? Expert voices and early career reflections on sampling and cases in qualitative research* [documento de trabajo]. National Centre of Research Methods Review Paper. http://eprints.ncrm.ac.uk/2273/4/how_many_interviews.pdf
- 2022 **Blind, K., Filipović, E., & Lazina, L. K.** Motives to Publish, to Patent and to Standardize: An Explorative Study Based on Individual Engineers' Assessments. *Technological Forecasting and Social Change*, 175. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121420>
- 2018 **Blind, K., Pohlisch, J., & Zi, A.** Publishing, Patenting, Standardization: Motives and Barriers of Scientists. *Research Policy*, 47(7), 1185-1197. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.03.011>
- 2014 **Blomkvist, K., Kappen, P., & Zander, I.** Superstar inventors—Towards a people-centric perspective on the geography of technological renewal in the multinational corporation. *Research Policy*, 43(4), 669-682. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.12.003>
- 2003 **Bonaccorsi, A., & Daraio, C.** Age effects in scientific productivity. *Scientometrics*, 58(1), 49-90. <https://doi.org/10.1023/A:1025427507552>
- 2002 **Calantone, R. J., Cavusgil, S. T., & Zhao, Y.** Learning orientation, firm innovation capability, and firm performance. *Industrial Marketing Management*, 31(6), 515-524. [https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(01\)00203-6](https://doi.org/10.1016/S0019-8501(01)00203-6)
- 2003 **Creswell, J. W., Plano Clark, V. L., Guttman, M. L., & Hanson, W. E.** Advanced mixed methods research designs. En *Handbook of Mixed Methods in Social and Behavioral Research* (pp. 209-240). Thousand Oaks, California: SAGE.
- 2019 **Dzallias, M., & Blind, K.** Innovation indicators throughout the innovation process: An extensive literature analysis. *Technovation*, 80-81, 3-29. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.05.005>
- 2008 **Falagas, M. E., Ierodiakonou, V., & Alexiou, V. G.** At what age do biomedical scientists do their best work? *The FASEB Journal*, 22(12), 4067-4070. <https://doi.org/10.1096/fj.08-117606>
- 2018 **Fonseca, T., De Faria, P., & Lima, F.** Human capital and innovation: the importance of the optimal organizational task structure. *Research Policy*, 48(3), 616-627. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.10.010>
- 2011 **Frosch, K. H.** Workforce Age and Innovation: A Literature Survey. *International Journal of Management Reviews*, 13(4), 414-430. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2011.00298.x>
- 2013 **Gaynor, G. H.** Innovation: top down or bottom up. *IEEE Engineering Management Review*, 41(3), 5-6.

bibliografía

- Hagedoorn, J., & Cloodt, M.**
2003 Measuring innovative performance: is there an advantage in using multiple indicators? *Research Policy*, 32(8), 1365-1379. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00137-3](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00137-3)
- Kijek, T., & Kijek, A.**
2019 Is innovation the key to solving the productivity paradox? *Journal of Innovation & Knowledge*, 4(4), 219-225. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.12.010>
- OECD/Eurostat.**
2005 *Oslo Manual*. <https://doi.org/10.1787/9789264013100-en>
- Marshall, G., & Parra, A.**
2019 Innovation and competition: The role of the product market. *International Journal of Industrial Organization*, 65, 221-247. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2019.04.001>
- Mauleón, E., & Bordons M.**
2017 Patenting Activity in Spain: A Gender Perspective. En Pooran Wynarczyk y Marina Ranga (eds.), *Technology, Commercialization and Gender* (pp. 77-100). Springer, Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49923-9_4
- Montalvo, C.**
2006 What triggers change and innovation? *Technovation*, 26(3), 312-323. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.09.003>
- Neely, A., Filippini, R., Forza, C., Vinelli, A., & Hii, J.**
2001 A framework for analysing business performance, firm innovation and related contextual factors: Perceptions of managers and policy makers in two European regions. *Integrated Manufacturing Systems*, 12(2), 114-124. <http://dx.doi.org/10.1108/09576060110384307>
- Philipson, S.**
2020 Sources of innovation: Consequences for knowledge production and transfer. *Journal of Innovation & Knowledge*, 5(1), 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2019.01.002>
- Rietzschel, E. F., Zacher, H., & Stroebe, W.**
2016 A Lifespan Perspective on Creativity and Innovation at Work. *Work, Aging and Retirement*, 2(2), 105-129. <https://doi.org/10.1093/workar/waw005>
- Sauermann, H., & Cohen, W. M.**
2010 What makes them tick? Employee motives and firm innovation. *Management Science*, 56(12), 2134-2153. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1100.1241>
- Schwartz, L., Miller, R., Plummer, D., & Fusfeld, A. R.**
2011 Measuring the Effectiveness of R&D. *Research Technology Management*, 54, 29-36. https://doi.org/10.5437/08956308X5405008_
- World Intellectual Property Organization (WIPO).**
2019 *World Intellectual Property Indicators 2019* [archivo PDF]. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2019.pdf

Fecha de recepción: 25 de abril de 2022

Fecha de aprobación: 27 de octubre de 2022


Fecha de publicación: 1 de noviembre de 2022

Anexo III.

Artículo "*Tacit contributions and roles of senior researchers: Experiences of a multinational company*"

Article

Tacit Contributions and Roles of Senior Researchers: Experiences of a Multinational Company

Walter Pérez Villa ¹, Amaya Pérez-Ezcurdia ²  and Miguel Angel Vigil Berrocal ^{1,*} 

¹ Department of Mines Exploitation and Prospecting, Project Engineering Area, University of Oviedo, 33004 Oviedo, Spain

² Department of Engineering, Public University of Navarra, 31006 Navarra, Spain

* Correspondence: vigilmiguel@uniovi.es

Abstract: One of the concerns of innovation-dependent organisations is that the gradual increase in the average age of their employees might affect their creativity and innovation rates, leading to losses in competitiveness. The purpose of this paper was to deepen the identification and understanding of the contributions done by senior researchers within a private organisation. This study was based on field qualitative research on a multinational company. Interviews were performed with senior researchers and the transcripts were analysed with a qualitative data analysis (QDA) software to organise, analyse and find insights in unstructured or qualitative data. Analysis was performed using axial coding, which relates data together to reveal codes and categories from participants' voices within the collected data. The points of view of senior researchers were explicitly sought and the findings indicated that these veteran professionals can be more valuable for their contributions as experienced workers than for their scientific productivity at the individual level, without disregarding it. Senior researchers have acquired tacit skills linked to their experience, such as a holistic view of the issues and efficient work methodologies. Therefore, they develop formal or informal roles over time related to advice and knowledge transfer. Consequently, it was found that their tacit contributions and roles increase the intellectual capital of the organisation. This paper helps in understanding the contributions made by senior researchers within a private organisation. No other reviews have sought to obtain such information on this specific sector.

Keywords: tacit contributions; intangible assets; senior researcher perspective; senior researcher role; senior researcher motivation; ageism; age management; patenting; industrial researchers; intellectual capital; knowledge transfer



Citation: Pérez Villa, Walter, Amaya Pérez-Ezcurdia, and Miguel Angel Vigil Berrocal. 2022. Tacit Contributions and Roles of Senior Researchers: Experiences of a Multinational Company. *Administrative Sciences* 12: 192. <https://doi.org/10.3390/admsci12040192>

Received: 13 November 2022

Accepted: 6 December 2022

Published: 13 December 2022

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2022 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

An obvious problem faced by most developed economies is the ageing of its population, particularly its active workers (Ogura and Jakovljević 2014). This study focused on the contributions and roles that senior researchers make in the field of research and innovation, considering the latter as a key factor in the competitiveness and survival of an organization (Ortt and van der Duin 2008).

It has been considered that, in general, the relation between age and creative productivity of people has an inverted beta distribution curve shape, with a sharp increase in the first years and a decline in the final years of the person (Simonton 1997). However, more and more voices are calling into question that idea, at least in part. For instance, Appelbaum et al. (2016) identified a number of old-age stereotypes that have decreased organisational productivity in empirical studies, including reluctance to change, decreased learning ability, intelligence and memory, poor health and accidents, higher organisational costs, decreased motivation, and low innovation and productivity. Rietzschel et al. (2016) affirmed that whether or not certain employees (either young or old) might show the same level of creativity and innovative behaviour as others in their age, such features will depend

not only on their personal attributes but also on the context they are working in. At the same time, whether or not certain contexts might be more conducive to creativity or innovation, the results will depend on the personal characteristics (including age) of the people working within those circumstances. On the other hand, [Frosch \(2011\)](#) considers that there exist doubts with respect to the methodology used in several studies reaching the previous conclusion. Frosch's hypothesis is that most results on such studies are biased in favour of the youngest workers; in particular, most articles do not take into account the possible contributions of the seniors in other aspects more difficult to measure, termed by the author as tacit contributions. Tacit contributions emanate from the concept of tacit knowledge that [McAdam et al. \(2007\)](#) define as "knowledge-in-practice developed from direct experience and action; highly pragmatic and situation specific; subconsciously understood and applied; difficult to articulate; usually shared through interactive conversation and shared experience."

The above information brings us to our research question:

RQ: What are the tacit contributions that older researchers provide within an organisation, contributing to its inventive productivity, to a greater or lesser extent?

This is an issue that has not been sufficiently addressed, according to the limited literature available on the subject. In fact, there are hardly any studies that address this problem from the point of view of senior researchers themselves. The results of this investigation provide more knowledge on the contribution of the most senior scientific workers on the innovative capacity of an organisation. Not including senior scientists, authors such as [Jotabá et al. \(2022\)](#) proposed a literature review on human resources developments through the adoption of innovative practices in similar organizations, including a section on motivations and obstacles to the adoption of such practices; they considered some characteristics that could be relevant on the research proposed by this article, however they suggest it as a general knowledge and learning scheme in the framework for adopting innovation in human resources management.

A qualitative research study was conducted in a multinational company in the steel sector with personal interviews of a representative group of senior researchers that addressed a set of questions.

The remainder of this paper is structured as follows: Section 2 contains the conceptual framework. The methodological details of the research are explained in Section 3. Section 4 gives the results of the case study, as well as the discussion of them. Finally, Section 5 summarises the main conclusions, limitations, and future research.

2. Literature Review

2.1. Age and Individual Productivity

There is a great need for a better understanding of the associations of age with creativity and innovation. Relations between age and creativity at work are still largely understudied. One exception is the professional domain of science, which illustrates the complexity of that relationship ([Rietzschel et al. 2016](#)).

As stated by [Simonton \(1997\)](#), and cited by hundreds of studies, an inverted beta distribution curve shape relates the age and productivity of career trajectories. However, significant differences have been found depending on the scientific field. [Rorstad and Aksnes \(2015\)](#) and [Sugimoto et al. \(2016\)](#) clearly distinguish between the social sciences, where productivity does not clearly decrease with age, and the technical disciplines. Within the technical disciplines, differentiated curve profiles have also been found ([Gonzalez-Brambila and Veloso 2007](#); [Costas et al. 2010](#); [Rorstad and Aksnes 2015](#)). [Goodwin and Sauer \(1995\)](#) differentiate between highly and poorly productive profiles, finding that the decline is much smaller among the most productive researchers.

[Sturman \(2003\)](#) performed a meta-analysis on the subject and concluded that there is no inverted U shaped (or beta shaped) relationship between age and performance in all time variants and work contexts. Therefore, the prediction of performance over time depends on the characteristics of the job complexity and the performance measurement system. The study of [Rorstad and Aksnes \(2015\)](#), involving almost 12,400 Norwegian university

researchers, shows that academic position is more relevant for academic productivity than age and gender. In the analysed fields, a regression model showed that researchers' age can only explain 13.5–19% of the variance in the publication output at the levels of individuals, meaning also that most of the variance in publication rates is due to other factors.

Similar conclusions are reached in the private sector: [Rietzschel et al. \(2016\)](#) state that empirical literature does not support direct or zero-order relations between age and productivity, and that more complex relationships (moderated by contextual or other individual factors) are more plausible, indirect, and curvilinear. Some of the influencing factors have been analysed. For instance, among others, the influence of the type of career that the professionals had chosen ([Tremblay et al. 2002](#); [Manolopoulos et al. 2011](#)), the influence of a company change ([Fallah et al. 2012](#)), the motivations of the inventors to patent ([Mathew and Chakraborty 2012](#); [Blind et al. 2022](#)), the size of the organisation ([Schettino et al. 2013](#)) and personal traits ([Zwick et al. 2017](#)). Regardless of the above factors, the number of patents held by researchers is not correlated with the average value of those inventions ([Mariani and Romanelli 2007](#)), not to mention the informality of much innovative activity ([Hall et al. 2014](#)), and the extensive efforts of the scientific community to find robust complementary innovation metrics. Many other studies linking productivity decreases with age, use the number of filled patents as indicators; however, the latest findings challenge its suitability. Consequently, the next hypothesis can be formulated:

H1: *The number of patents of an industrial researcher is not a good enough indicator of his/her productivity over time.*

2.2. Age and Firm-Level Productivity

As far as innovation is concerned, the literature survey does not find conclusive evidence stating that a youth-centred human resource strategy (always) fosters innovation ([Frosch 2011](#)). [Park and Kim \(2015\)](#) concluded that workforce ageing would have a positive influence on exploitative innovation performance and had an inverted U-shaped relationship with exploratory innovation performance. In addition, age diversity only attenuated the positive workforce ageing and exploitative innovation performance relationship. Recently, [Sung and Choi \(2021\)](#) found in Korea that age diversity in high-tech firms, with a relatively young workforce, increased firm innovation; additionally, they observed that age diversity indeed increased firm innovation for high-tech firms, but not for non-high-tech firms; consequently, only high-tech firms could increase innovation by enhancing age variations among employees, considering their relatively young and age-homogeneous workforce. On the other hand, [Mothe and Nguyen-Thi \(2021\)](#) found that the effect of age diversity on innovation depends on the age distribution pattern of employees: positive for firms characterised by heterogeneous age groups (variety), negative for those dominated by polarised age groups (polarisation).

The tenure of employees, an age-related aspect in some ways, has also generated interest. For instance, according to [Chen et al. \(2012\)](#), tenured employees were found to be more committed to organisations; however, they did not find a significantly positive effect of personal age on commitment. Similarly, longer firm-specific and industry tenure of employees would enhance the positive effect of firm age on the quality of exploitative innovations, while amplifying the negative effect of firm age on the quality of explorative innovations ([Tschang and Ertug 2016](#)). So, the negative effects of firm age on the quality of explorative innovations could be mitigated, as used by the firm, and y talent resources (employees) who have lower firm-specific and industry-wide tenure.

Organisations deploy their human resources policies according to various objectives: one of them may be to balance the age distribution of employees, and another fundamental one is to acquire and retain knowledge; and the hiring of successful inventors is a classic method to achieve the goal. Knowledge retention can be considered as a matter of turning the individual explicit or tacit knowledge, as well as the knowledge of older employees, into organisational knowledge. Such knowledge might be formalised and codified explicitly enough into ways of work that can become standardised, in order to guide younger

employees in their work. In this context, tacit term refers to something that is understood without being expressed directly (Wikström et al. 2018). According to Polanyi (1958), tacit knowledge has a personal quality, which makes it hard to formalise and communicate: it is deeply rooted in action, commitment, and involvement in a specific context.

The dimension of tacit knowledge is crucial in the current environment of rapid cycle time, short product lifespans, and increasing emphasis on exploratory innovation (Lee et al. 2016). The review of Thomas and Gupta (2022) found that tacit knowledge sharing is a key behaviour in innovative organisations.

Both scientific and technological inputs to innovation embody a considerable tacit component which can only be acquired by practical experience. Indeed, tacit knowledge and skills are particularly significant to scientific methodology and the scientific view of the world (Senker 2008). So, the next hypothesis can be formulated:

H2: *The productivity of an industrial researcher does not necessarily increase or decrease over time, but changes its nature, as he or she acquires tacit skills linked to experience.*

2.3. Tacit Contributions of Senior Inventors

Nonaka (1994) proposed a paradigm for managing the dynamic aspects of organisational knowledge creating processes. Its central theme is that organisational knowledge is created through a continuous conversion between tacit and explicit knowledge. For Nonaka (1994), there are four different modes of knowledge conversion: (1) from tacit knowledge to tacit knowledge through socialisation; (2) from explicit knowledge to explicit knowledge through combination; (3) from tacit knowledge to explicit knowledge through externalisation; and (4) from explicit knowledge to tacit knowledge through internalisation.

A similar adjective to tacit, and perhaps more used in management literature, is intangible. This can be intangible knowledge or, from a broader point of view, intangible assets. Most definitions do converge on the “immaterial” aspect of these assets: they have neither physical substance nor specific monetary value, yet they significantly contribute to value creation for a business (St-Pierre and Audet 2011). Intangible is something that is impossible to touch, to describe exactly, or to give an exact value. Although tacit and intangible are associated with different biological senses, they both have traditionally been used to describe knowledge, because sometimes knowledge is difficult to describe, to formalise and to transfer. However, Kristandl and Bontis (2007) affirm that it is possible to find and propose a common definition for intangibles, derived from the resource-based view: according to them, intangibles are strategic firm resources that enable an organisation to create sustainable value, but are not available to a large number of firms (rarity); They lead to potential future benefits, which cannot be taken by others (appropriability), and are not imitable by competitors, or substitutable using other resources; They are not tradeable or transferable on factor markets (immobility) due to corporate control; Because of their intangible nature, they are non-physical, non-financial, are not included in financial statements, and have a finite life. In order to become an intangible asset included in financial statements, these resources need to be clearly linked to a company’s products and services, identifiable from other resources, and become a traceable result of past transactions. Items such as image, reputation, information technologies, customer portfolio, flexibility, knowledge domain, skilled employees, brands, patents, among others, are indispensable in the organisational environment (Osinski et al. 2017). It is argued that organisations can substitute tangible assets and resources, but they are unlikely to do that with intangible assets (Yaseen et al. 2016).

Another similar denomination is intellectual capital. Intellectual capital (IC) is a set of intangible assets that the firm owns or has access to (Edvinsson and Malone 1997): it has been related to innovation (Buenechea-Elberdin 2017) or to performance (Pedro et al. 2018). Chatterjee et al. (2022) studied the moderating effects of age in the impact of intellectual capital on firm performance: they found that the effect of young adults is greater than that of middle-aged adults.

The most frequently used groups of components, in studies dealing with intellectual capital's influence on performance, correspond to a triad of human capital, structural (organisational or process) capital, and relational (social or customer) capital. In short, human capital refers to the (tacit) knowledge and skills possessed by the people of an organisation, structural capital encompasses the organisation systems of codified knowledge (databases, processes, patents, etc.), and relational capital refers to an organisation's external networks and interactions. They all determine positively the performance of organisations/regions/countries, but their influence is not linear and depends on various factors associated with the context and surrounding environment (Pedro et al. 2018).

Wang et al. (2019) add a component to the three traditional ones: the psychological component. In fact, they apply the concept of intellectual capital to entrepreneurship, and replace structural capital with psychological capital. They propose the concept of entrepreneurial intellectual capital, which consists of human (i.e., age and education, graduate work experiences, non-graduate work experiences, role models), relational (i.e., trustworthiness and co-founder relations) capitals, and psychological capital (optimism, self-efficacy, hope, and strength).

The age of the company appears many times as an influencing factor in intellectual capital, but the age of the employees has rarely been considered. According to Yaseen et al. (2016), the effect of the relational capital on competitive advantage is moderated by age, and it is stronger among younger men. Ginesti (2019) analysed CEO's features and intellectual capital and found evidence that companies with older CEOs demonstrate better intellectual capital efficiency.

Tacit knowledge will continue to play an imperative role in innovation, most significantly due to the complexity of systems and the emergence of new technologies (Senker 2008). It is interesting to know how older researchers can contribute to the improvement of some of the intangible assets of an organisation that is committed to innovation. In view of the above, the following hypothesis is proposed for the research:

H3: *Tacit knowledge will most likely be the most obvious tacit contribution of senior researchers, enriching the intellectual capital of the organisation.*

2.4. Role of Senior Researchers

There exist few studies that address the roles that senior workers play in their organisations. Almost all of them are confined to health or school environments. In any case, the human resources literature recognizes the role of veteran workers as repositories of organisational memories and potential mentors (Dunham and Burt 2011). Anyway, besides their age, the contributions-roles are due to experience and, in particular, to time in the organisation (Dunham and Burt 2011).

Typical mentoring programs pair experienced employees (mentors) with younger employees who have less experience (protégés or mentees) within a relation of 6 to 12 months (Single and Muller 2001). Hopkins-Thompson (2000) distinguishes between mentoring and coaching. The mentor is more focused on the mentee socialisation process in the organisation, while the coach focuses more on the specific skills necessary to perform a certain job. Abbidin (2006), on the other hand, focuses on the difference in the methods to be used, since the coach instructs, while the mentor advises. In this paper, mentoring and coaching will be considered as synonyms.

According to Kram (1983), mentoring functions at the workplace can be classified in two different categories: the first one is related to career functions, which are the aspects of the relations that primarily enhance career advancement, such as sponsorship, exposure-and-visibility, coaching, protection and challenging assignments; The second group of functions are related to the psychosocial aspect, which enhance the sense of competence, clarity of identity and effectiveness in the managerial role; those functions are role modelling, acceptance-and-confirmation, counselling and friendship.

The benefits are not only for the mentee. There are many benefits for the mentor, including the personal satisfaction of observing and participating in the success of their

mentees, improvement in their job performance by providing them with new perspectives and knowledge, and learning new skills such as those related to emerging technologies from their protégés (Parise and Forret 2008). Additionally, mentors may gain recognition among peers and superiors for helping to develop high-potential individuals within the organisation, as well as experimentation of feelings of generativity or immortality from watching their mentees succeed.

Organisations can also obtain notable benefits from mentoring practices (Short 2014): (a) Enhanced leadership capability; (b) Knowledge transfer; (c) Role modelling/credibility; (d) Access to experience; (e) Improve communications; (f) Employee retention/engagement. Swap et al. (2001) concluded that mentoring and storytelling can leverage the knowledge of an organisation, particularly its tacit knowledge, to build core capabilities. Face-to-face interaction is the primary means for tacit knowledge sharing (Wang and Wang 2012). Mentoring can be seen as a micro-level knowledge-producing community of practice. Mentors transfer tacit knowledge to both mentees and organisations (Singh et al. 2002). Bryant (2005) found that higher perceived levels of peer mentoring were related to higher perceived levels of knowledge creation and sharing. Definitely, coaching and mentoring are seen as competitive drivers to cultivate innovation and creativity in turbulent business environments (Woo 2017).

There are also no significant studies that address the role or roles that senior workers can play in research organisations. Cohen et al. (2012) suggest that mentoring programs can enhance research productivity while incorporating accountability features like formalised reports of progress and mentorship feedback. Al-Zoubi et al. (2019) found that mentoring had a positive effect on the creation of new innovative ideas. The following hypothesis can therefore be envisaged:

H4: *Mentoring-coaching is the main role senior researchers play or could play in research organisations.*

3. Materials and Methods

To answer the research questions, an exploratory and explanatory research throughout a single case study was conducted, as it is the most suitable methodology for this type of research (Eisenhardt and Graebner 2007; Yin 2017). This case study was done at one of the largest steel manufacturing companies (>150,000 employees worldwide), with research teams located at eleven facilities, in seven countries. This case was chosen because it is a company with a long history and experience which is based worldwide and is part of a very mature and developed sector. This company, as expected, has employees of all ages, including the R&D staff. The terms veteran, senior, senior researcher and senior inventor are used indistinctly in this study. It has been determined by the authors that a senior researcher is a person with a technical background (engineering or sciences studies) and more than 15 years of experience in research. To enrich the answers of the study and avoid the saturation of feedback, the authors invited also some researchers, close to the proposed age range, that were well compromised on research, as confirmed by other interviewees.

The company of the study, as most of the industrial conglomerates, has been formed by merging smaller companies. At least fifty companies, along with a century of existence, have merged to get to the point where this enterprise is today. The business mergers, besides the evident improvements on organisational standards and production capabilities, fomented the encounter of several work cultures, and, as seen with the different R&D centres, a research network has allowed the specialisation and the capabilities and synergies to allow innovation at both the product and process levels in the organisation.

In the first place, the scientific productivity of the researchers measured as the number of granted patents has been analysed. The European Patent Office (EPO) has been consulted as a principal source of information, which has provided the data related to the surveyed enterprise. EPO does not only consider the patents granted in the European Union, but also those conceded world-wide. Concerning the company mergers, information was sought about the laboratories and researchers associated with the original companies, those

preceding the mergers. It is important to remark that the inputs of those mother companies were considered in the study.

In the study, a quantitative analysis was done concerning the patents granted, in the last 30 years, to the researchers of the analysed company and those who were part of the mergers. With the information found on social networks and websites specialising in papers and patenting publications, the age range at the moment of each granted patent was determined. In total, a database of at least 450 patenters was obtained: all of them are or were part of the studied company or the merged ones. Among other results, the described analysis allowed the identification of key people in the company from a scientific productivity point of view. All the interviewees, except one person working at the patent department, have several granted patents. All of them are still associated with research, but in some cases that link comes as a manager of the research itself. In spite of the diverse origin of the researchers, most of the interviewee answers were very uniform, causing saturation, forcing the authors to limit the number of interviewees to 10, following the considerations of [Baker and Edwards \(2012\)](#). Table 1 summarises the main characteristics of the interviewed professionals.

Table 1. Summary of the professionals interviewed in the study.

Interview Number	Age	Sex	Professional Experience	Career	Scientific Productivity
1	46–50	M	21–25	Researcher-R&D manager	Decreasing
2	51–55	F	21–25	Researcher-R&D manager	Decreasing
3	46–50	M	21–25	Researcher-R&D manager	Decreasing
4	36–40	M	5–10	Researcher	Decreasing
5	51–55	M	31–35	Researcher-R&D manager	Decreasing
6	51–55	F	26–30	R&D manager	-
7	41–45	M	16–20	Professional-Researcher	Constant
8	36–40	M	11–15	Researcher	Concentrated
9	41–45	M	11–15	Researcher	Concentrated
10	41–45	M	21–25	Professional-Researcher	Concentrated
11	41–45	M	16–20	Researcher	Concentrated

Following [Miles et al. \(2020\)](#), the qualitative data analysis entails three concurrent flows of activity: data condensation, data display, and conclusion drawing/verification.

All interviews were done face to face or via video call by the same researcher and the average length was one hour. After asking permission of the interviewees, each interview was recorded in order to be transcribed afterwards. Concerning the content of the interviews, the first part was about asking the personal biography of the senior researcher, emphasising the motivations they have for applying for patents and their own professional life choices and decision-taking. For this part of the interview, a scholarly chronicle style was adopted, one of the most fundamental types of biographical research ([Eaton 1964](#)), which focuses on the historical path of the person, telling his/her story in chronological order with an emphasis upon developments of particular plots on his/her scientific development, including detailed descriptions of particular acts of recognition or notoriety. The second part of the interview focused on the contributions that a senior researcher, by the fact of being one, makes to his/her research team and, therefore, to the company where he/she works. In this case, it was not his/her personal contributions, but those of any professional dedicated to research: the purpose was to collect the vision of the interviewees, forged after collaborating for many years with several professionals, both in- and outside their organisation.

Transcripts were analysed with Nvivo[®] v11 software. NVivo[®] is a qualitative data analysis (QDA) computer software package produced by QSR International that allows

to organise, analyse and find insights in unstructured or qualitative data like interviews, open-ended survey responses, journal articles, social media and web content (McNiff 2016).

The analysis was performed using the research technique known as axial coding (Merriam and Grenier 2002), that involves relating data together seeking to reveal codes, categories and subcategories grounded within participants' voices within the collected data.

The interviews were designed following an open-answer questionnaire that allowed the interviewees to express themselves freely. An initial thematic-type code structure was built through the compilation of passages of text linked by a common theme or idea. This allowed the authors to index the text into categories derived from the blocks of questions used in the interviews. Afterwards, a coding of all the interviews was carried out using this arrangement and, during the analysis process, the structure was slightly readjusted. In addition, following the recommendations of Saldaña (2021), several memos were written with the ideas and relationships that seemed to emerge from the material obtained in the study.

Finally, a second round of relational reading of the transcripts was done, and a conceptual coding was created. In this case, the reading was more analytical, looking over the specific ideas and searching for patterns among the different respondents. Likewise, relationships between codes and interviewees were sought, based on their biographical characteristics. At the end, a definitive selective coding was performed and, as a result, the emerging categories constituting the main conclusions of the study were established. All three rounds of coding were performed by one of the authors, but each one was reached by the consensus of the three researchers of the study. Figure 1 represents the different phases of the study.

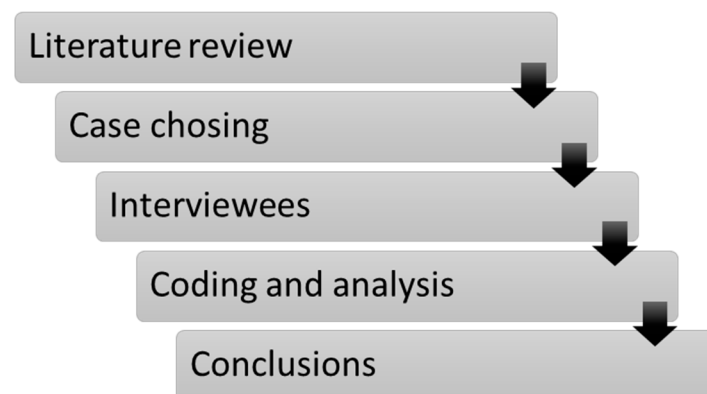


Figure 1. Phases of the study.

4. Results and Discussion

The outcomes of the interviews were condensed in a hierarchy chart known as “tree map”, shown in the Figure 2. This chart represents particular words or concepts by a rectangle whose surface is directly proportional to the times they appear on the interviews. In order to elaborate the graph, words referring to names or irrelevant terms (for instance, “also”, “then”, etc.) were eliminated. Next, the first 30 concepts were taken into account. These concepts group similar terms, as in “research” that includes the words “research”, “researches” and “researchers”.



Figure 2. Tree map of interviews.

It can be seen that the most frequently mentioned words during the interviews were “research” and “patents”, followed by other related ones such as “think”, “knowledge”, “people”, “industry”, “senior”, and “engineers”, easily explained by the nature of this study. Moreover, related concepts also appeared very frequently, such as “motivation”, “experience” or “ideas”. It is also worth noting the appearance of “young” as opposed to “senior” and the lack of preeminence of the word “publications”, highlighted their limited importance in the industrial domain.

The code structure was used afterwards: Figure 3 presents the thematic coding and Figure 4 exposes the axial coding.

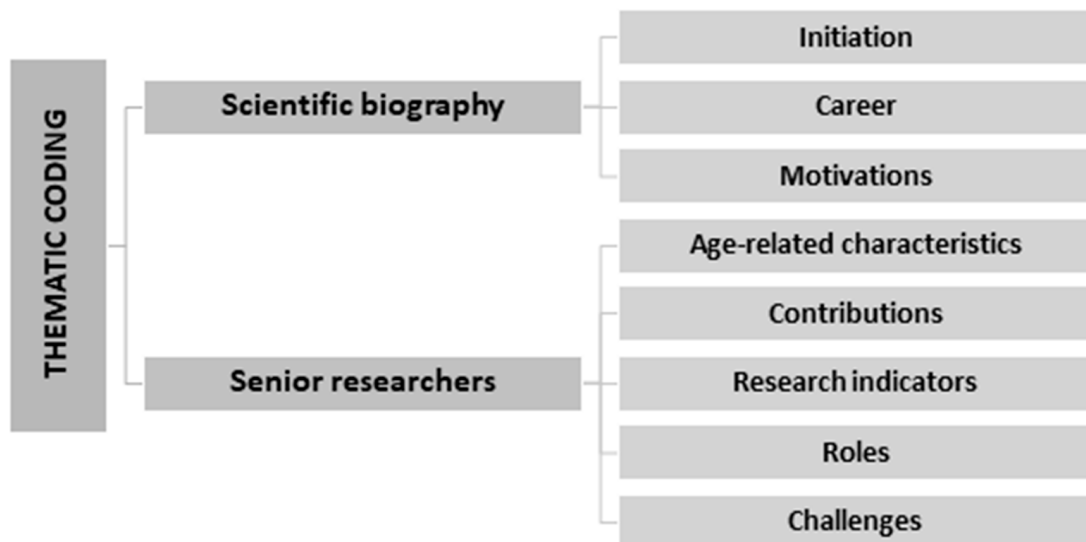


Figure 3. Thematic coding of interviews.

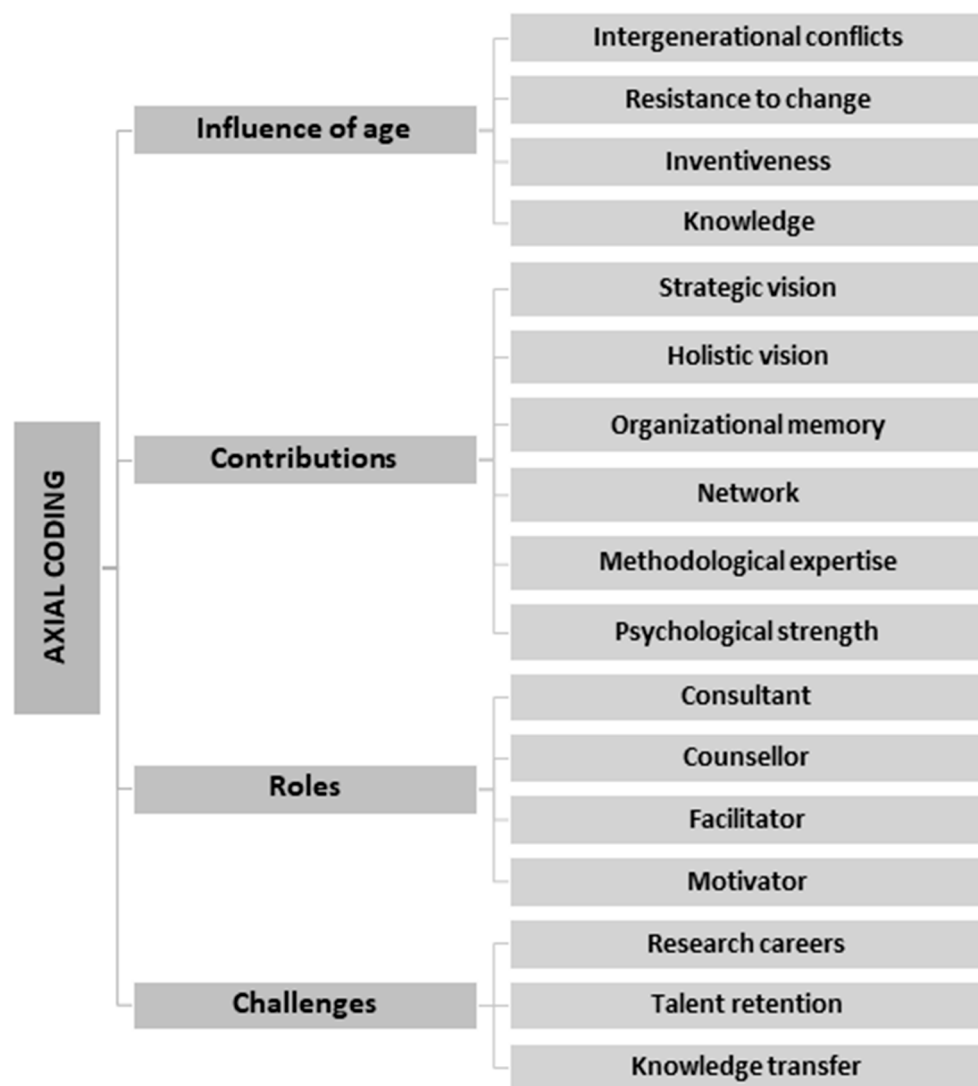


Figure 4. Axial coding of interviews.

Subsequently, the results obtained are shown and discussed based on three axes: Scientific productivity, Tacit contributions, and Roles performed.

4.1. Scientific Productivity along the Professional Career

All interviewees were considered to be great experts on their field by their research colleagues. However, none of them stated that scientific productivity had a clear rising trend over time when the scientific productivity was measured as the number of patents per period of time. In this sense, a group of interviewees clearly recognized that their productivity had decreased because they had moved towards managerial positions.

Among the interviewees that continued working on research after several years, only one of them clearly recognized a decrease in their productivity and who could not find an evident motivation to patent. For the rest of the active researchers, it was not possible to envisage any trend, since productivity was concentrated for them in certain years, coinciding with their participation in specific projects that, due to their characteristics, had given place to patent applications.

In general terms, it is stated that patenting is not an objective by itself, but rather a part of the job; and that the decisions to apply for a patent are generally taken by the organisation at higher levels instead of by the researchers or team leaders. In spite of that, it was understood that once the patent was granted, the researchers felt motivated because they realized that the organisation had appraised their work.

“For researchers to be productive in terms of patents and articles, first, the company has to decide if that is the most important thing, or if it is more important what might be accomplished within the company while, at the same time, it could be useful for the business.” (Interview number 8).

Table 2 presents a list of the motivations that might have a company for patenting, according to the opinion of the interviewees.

Table 2. Motivations to patent in a mature industrial company.

Personal Motivations	Organisational Motivations
<ul style="list-style-type: none"> • Economic recognition • Personal recognition • Freedom to research, collaborate, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Market recognition • Protection of products and services developed by the company • Protection of ideas susceptible for development • Know-how protection before starting an R&D collaboration

Clearly supporting the hypothesis no. 1 (H1), there was unanimity among all interviewees when considering the number of patents as an insufficient indicator to measure the individual productivity of an industrial researcher. Likewise, all of them recognized the difficulty of defining good indicators because, for example, a time perspective is needed when evaluating the impact that novel ideas have had either on the organisation or the market. Some indicators mentioned by the interviewees included: the number of projects being worked on, number of launched ideas, participation at different research forums, peer recognition, and support to young researchers in the organisation (mentoring).

A basic objective of this research work was to reveal the opinion that senior inventors have about the influence of age on different aspects of professional researchers' performance. It is worth mentioning that none of the interviewees considered that creativity diminishes over time, but rather that it is a matter of personality. On the other hand, concerning other capacities such as drive or energy at work, change resistance, or generation of disruptive ideas; there was no unanimity, although there was a majority position that establishes that age is not determinant on such parameters.

4.2. Tacit Contributions of Senior Researchers

When asked about the contributions that senior researchers can provide to their team and their organisation, almost all the interviewees agreed on the explicit knowledge that they hold: a senior is usually considered an expert.

“[Senior researchers] have a lot of knowledge and work with so many subjects.”

(Interview number 4)

“[Senior researchers] can avoid reinventing the wheel: that's also something I've faced with [young] people coming with a good idea, but such an idea has been already known for 20 years in another domain or in another lab, and they are reinventing the wheel. With more experienced people, they know what the real level of prior art is, not only inside the organisation, but outside as well.”

(Interview number 6)

Furthermore, the interviewees commented that older researchers do not only possess a good amount of knowledge about their area of expertise, but they also understand other fundamental issues that might be included in what has been called intangible or tacit knowledge. For instance, respondents were unanimous on the idea that seniors have a strategic and holistic vision of their area of study and the organisation market.

The second most commented aspect is that seniors have organisational memory: they have seen the results of several projects, including some that were successful and some others that did not come to fruition. Seniors comprehend the reasons for many of the

decisions that have been made over time, they know the resources of the organisation, and can anticipate the problems that may arise in a given project.

Half of the interviewees highlighted the abilities that most veteran researchers have in terms of research methodology, including the knowledge related to the proper way to expose the results when applying for a patent. The ability to plan and organise a research project was also highly valued, as was the mastery of the most appropriate techniques and the selection of the most interesting partners in research.

Finally, it is worth noting the importance that interviewees give to the network of contacts that a senior can offer, both within and outside the organisation. Senior researchers have had the chance to meet several people in events or have had multiple partners; they are able to offer such contacts for the benefit of the research.

Table 3 offers a compilation of the competencies, including tacit contributions, that were identified by the interviewees as the most relevant in industrial senior researchers.

Table 3. Specific competencies of senior researchers in an industrial organisation, as identified by the interviewees.

Specific Competencies of Senior Researchers in an Industrial Organisation	
<ul style="list-style-type: none"> • Identification of missing knowledge • Mastery of knowledge sources • Identification of R&D trends in the medium and long term • Identification of industry trends • Identification of key knowledge for the company • Ability to identify whether the ideas to be developed can have industrial applicability • Provision of context to knowledge (senior researchers are able to see the bigger picture) • Ability to establish connections between different domains of knowledge • Knowledge of the reasons why other projects have failed 	<ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of the strengths and weaknesses of the organisation • Ability to anticipate problems that may arise • Knowledge of the techniques for patenting • Ability to plan and organise a research project • Knowledge of the research methodology • Established network of contacts external to the organisation • Established network of people inside the organisation • Decisiveness • Patience • Resiliency

Part of these competencies coincide with the components that have been considered traditionally inside the concept of intellectual capital, as mentioned by authors like [Luthy \(1998\)](#) and [Choong \(2008\)](#).

Hypothesis H3 is observed in the results, as long as knowledge/tacit knowledge is the most mentioned characteristic of a senior researcher, like it was exposed in the interviews. Knowledge itself, identification of the missing one or the routes to get to it, were some of the attributes identified by the senior researchers about their tacit contributions.

4.3. Roles of Senior Researchers

The most frequent role of senior researchers, as mentioned explicitly or implicitly by the interviewees, is mentoring. Each and every one of them refer to this as the one that usually older researchers play, either as counsellors or consultants. Such frequent mention, supports the Hypothesis H4, meaning that mentoring-coaching is perceived as the main role that senior researchers play or could play in their organisations.

“Coaching is very important because you [might] have the knowledge, but you have some intangible things that you can only transfer by a strong day-to-day coaching. And that’s also one of the key qualities of a senior researcher: he’s to be able to spend time with the others, with the youngest researcher to transfer, to explain them, to help, to support, etc.; and that’s something [. . .] that should be part of the evaluation for a senior researcher: his/her ability not [only] to develop knowledge, but to let young engineers to grow and let

them develop knowledge in the future, it means: to share what he has learned, to share some way of working, to share ideas, etc.; this is a key for the collective improvement of the research in this company. It is key." (Interview number 5).

In second place, mentioned by two thirds of the interviewees, was the capacity to provide substantial time-savings. Technical knowledge possessed by the veterans, along with the learning-by-doing experience, made them experts in avoiding wrong paths on research that usually will not have fruitful results. It is one additional example of the valuable tacit knowledge they can contribute.

In a more residual way, other aspects were mentioned, such as support in difficult situations and the ability to teach building resilience skills in their younger peers. [Landaeta and Kotnour \(2008\)](#) have already exposed the psychological gains that a mentoring relationship, formal or informal, can bring to a young mentee.

"Almost by definition, part of the job of the senior is that: to share a bit of his experience with those who come to a team so this experience, along with the new skills, new tools and new energy of a young person, is then finally well routed and increased. I would say that it is practically a fundamental part of the work itself" (Interview number 9).

Table 4 shows a compendium of the senior roles that interviewees identified, most times, within the framework of a more or less formal mentoring.

Table 4. Roles that a senior researcher could play in an industrial organisation.

Roles of Senior Researchers in an Industrial Organisation	
<ul style="list-style-type: none"> • Expert • Consultant • Counsellor • Motivator • Organiser 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinator • Facilitator • Empower (of younger people) • Marshal person (who channels people and resources) • Resilience model person

The potential of mentoring to produce benefits, for both mentors and mentees, has been highlighted by several studies ([Hobson 2012](#)). In this research, some senior researchers have been able to recognize that a relationship with young researchers might also bring them great benefits, such as catching up on certain technological developments, or perceiving the enthusiasm and drive shown by juniors. The literature has already identified the self-esteem improvement and empowerment of mentors by the mere recognition as wise men to approach ([Dunham and Burt 2011](#)).

Figure 5 represents schematically the results of the characteristics a senior researcher usually has, concerning the roles he can assume, the challenges he usually faces, and the contributions he can propose to a research entity.

As corroborated in H1, the number of patent applications is not a sufficient indicator of productivity, therefore it cannot be used to assess the activity of senior researchers. Moreover, through Sections 4.2 and 4.3 it has been shown that their experience and perspective bring substantial advantages at both team and firm levels along with the inherent technical expertise. Such skills and contextual knowledge cannot be taught by formal education but only can be achieved through experience and development of personal relationships, constituting a clear advantage for seniors compared to junior workers. For those reasons, we feel that Hypothesis 2 (H2) is supported when we stated that seniors' productivity does not diminish with age but changes instead, as they provide other benefits that cannot be acquired by younger team members. As a result, it was demonstrated that new metrics for research productivity are needed in order to properly reflect the tacit contributions.

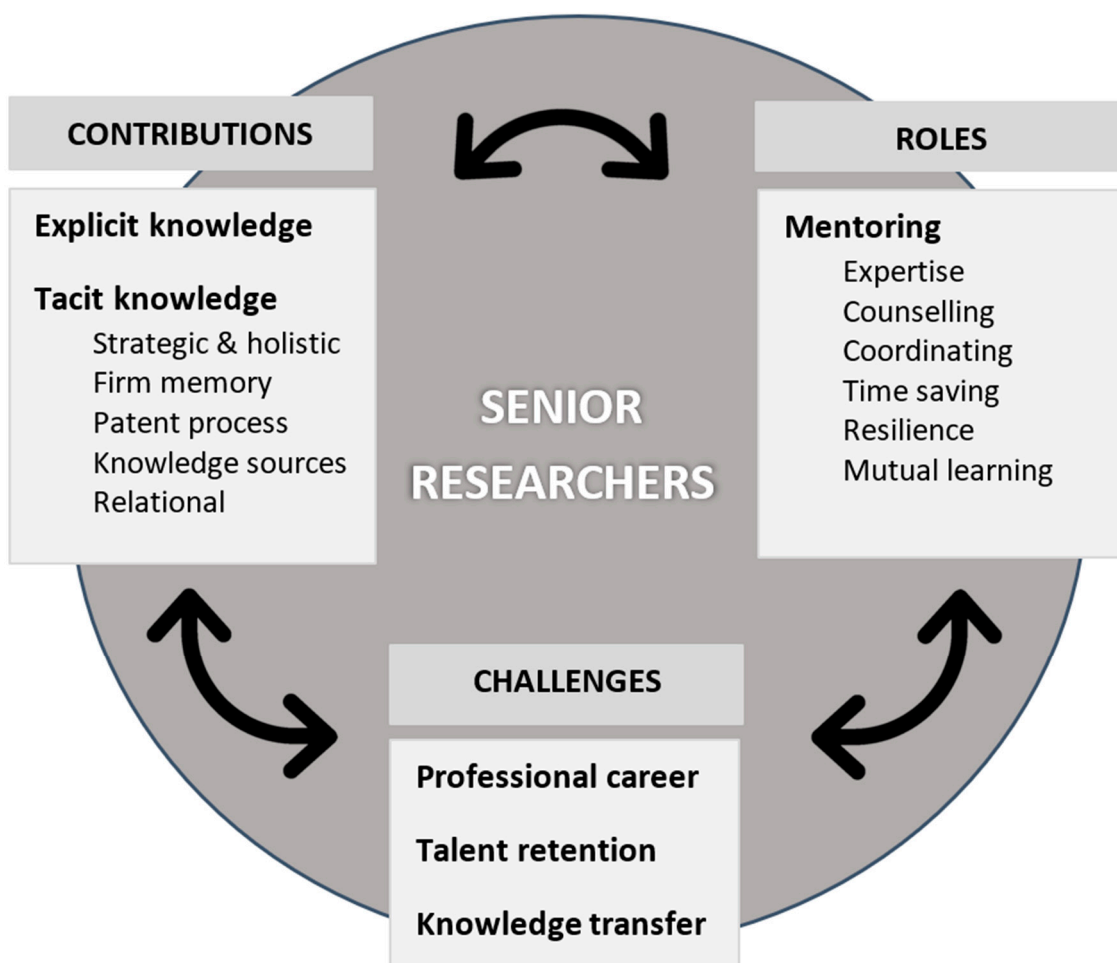


Figure 5. Synthesis of results for the study.

5. Challenges around Senior Researchers

Interviewees acknowledged that many people drop out of research positions after a certain period of time. There was not a single reason for career/position transformation among researchers, as some of them did not like the area of study anymore or they just wanted to try new domains. A few of them moved to the academic sector, and many stayed in the company in positions such as production, quality, commercial, etc. The studied organisation is a big enterprise, so it is relatively easy to change positions: this circumstances can be positive, since the literature has confirmed that intra-company mobility contributes to tacit knowledge sharing and ideas recombination which, in turn, leads to the improvement of innovation results in distributed organisations (Choudhury 2017).

However, one of the main reasons discussed in the study is the lack of professional career evolution. As mentioned by the interviewees, it is assumed that people who stay in R&D is not going to be promoted in the company, and their prospects are limited. Therefore, the development of a purely research professional career, where some type of recognition, visibility or reward is more formally integrated, seems today to be an evident challenge.

Professional career and talent retention complement each other. Senior researchers, in their mentoring role, can help integrating young talent into the organisation. According to Short (2014), mentoring is not only about adding value to the workforce development strategies, but also helping with a wider range of issues such as retention, engagement, absence prevention and well-being.

Some interviewees highlighted the managerial role that seniors have. As an example, they mentioned the importance of becoming good managers, as well as having the necessary

support from their top management to undertake newer and more novelty research areas or to patent/publish more.

“A person in R&D has different needs than somebody with a different vocation: having the freedom to investigate and to search, to increase his knowledge and to open new lines of work, are subjects that R&D people value more than those in other sectors.” (Interview number 8)

“Regarding money, after a certain limit where you cover all your needs, other factors enter to fill the job satisfaction, as an example, some work that becomes technically interesting.” (Interview number 2)

The last major challenge identified by the interviewees is knowledge transfer: in the studied organisation there are databases with documentation, projects, articles, etc.; several computer tools have been developed, as well as numerous meetings to exchange knowledge. However, there does not seem to be a clear system for the transfer of knowledge linked to experience. Knowledge transfer in this organisation depended largely on the will of the researchers themselves or very specific managers, who usually did not have much time to invest.

Interviewees did not concur on the best system for tacit knowledge transfer: most comments in the interviews related to the work with intergenerational teams and mentoring.

“Even if it is a difficult duty to be performed by the researchers in the organisation, there should exist a task that consists of generating research management structures in inter-generational teams, so that any [knowledge] transfer is done naturally and not within a month of departure notice [in the case of retirement or job change], in which is impossible to share a whole working life or long years of work” (Interview number 1)

6. Conclusions and Future Research

Senior researchers hold extensive knowledge. On the one hand, tangible knowledge, coming from a rather technological nature, seems to be more closely linked to experience in a certain position than to age itself. On the other hand, tacit knowledge, which is more related to the number of years in which the scientist/engineer has carried out his/her role as researcher, and therefore, it is more related to age. Senior workers can become more valuable to an organisation because of their tacit knowledge, instead of their tangible knowledge or their work in the laboratory.

Contributions of senior researchers identified in this study coincided, at least in part, with the aspects found in the literature as part of the intellectual capital of an organisation. As a consequence, it could be stated that seniors contribute intensely to the intellectual capital of the company in which they work.

In the industrial field, traditional indicators of scientific productivity do not fit well. Organisations are not always interested in publishing or patenting and, moreover, not all research topics have the same potential for patentability. In addition, senior researchers use to acquire new roles, in a formal or informal way, related to mentoring and knowledge transfer.

This work provides the vision of senior research workers of a multinational industrial company. Their point of view, not extensively studied to date, is the result of a long and productive research career, and not the one of stereotypes linked to age. Based on this research, those responsible for research teams and human resources have more elements to design strategies and make the most of the senior researchers' contributions.

Finally, as all interviewees belong to the same company, the results obtained in this research might be influenced by their corporate culture and sector's idiosyncrasy, despite its size and multinational nature. Therefore, this study should be consolidated with broader studies, both qualitative and quantitative, incorporating organisations of different sizes and economic sectors.

Author Contributions: Conceptualization, A.P.-E. and M.A.V.B.; methodology, A.P.-E.; software, A.P.-E.; validation, W.P.V., A.P.-E. and M.A.V.B.; formal analysis, A.P.-E. and M.A.V.B.; investigation, W.P.V.; resources, W.P.V.; data curation, M.A.V.B.; writing—original draft preparation, W.P.V. and A.P.-E.; writing—review and editing, W.P.V.; visualization, W.P.V.; supervision, A.P.-E.; project administration, M.A.V.B.; funding acquisition, M.A.V.B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was funded by the Foundation for the Promotion of Applied Scientific Research and Technology in Asturias, grant number AYUD/2021/50953.

Institutional Review Board Statement: Not applicable.

Informed Consent Statement: Not applicable.

Data Availability Statement: Not applicable.

Acknowledgments: The authors wish to thank all respondents of the interviews for allowing us to get to know their position as senior researchers, being noticeable their interest on the subject and the possibility of feedback for improvement on their own performance.

Conflicts of Interest: W.P.V. certifies that has no conflict of interest but is an employee of the investigated organisation at the moment of the research. A.P.-E. certifies that has no conflict of interest, no affiliations with or involvement in any organisation or entity with any financial or non-financial interest. M.A.V.B. certifies that has no conflict of interest but is a service supplier of the investigated organisation at the moment of the research.

References

- Abbidin, Norhasni Zainal. 2006. Mentoring and Coaching: The Roles and Practices. *SSRN Electronic Journal*. [CrossRef]
- Al-Zoubi, Mohammad Orsan, Ala'Aldin Alrowwad, and Raed Masadeh. 2019. Exploring the relationships among tacit knowledge sharing, mentoring and employees' abilities. The case of Al-Hikma pharmaceutical company in Jordan. *VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems* 50: 34–56. [CrossRef]
- Appelbaum, Steven H., Richard Wenger, Carolina Pachon Buitrago, and Ravneet Kaur. 2016. The effects of old-age stereotypes on organizational productivity (part one). *Industrial and Commercial Training* 48: 181–88. [CrossRef]
- Baker, Sarah Elsie, and Rosalind Edwards. 2012. How Many Qualitative Interviews Is Enough? Expert Voices and Early Career Reflections on Sampling and Cases in Qualitative Research. Working Paper. National Centre of Research Methods Review Paper. Available online: https://eprints.ncrm.ac.uk/id/eprint/2273/4/how_many_interviews.pdf (accessed on 25 July 2022).
- Blind, Knut, Ellen Filipović, and Luisa K. Lazina. 2022. Motives to Publish, to Patent and to Standardize: An Explorative Study Based on Individual Engineers' Assessments. *Technological Forecasting and Social Change* 175: 121420. [CrossRef]
- Bryant, Scott E. 2005. The Impact of Peer Mentoring on Organizational Knowledge Creation and Sharing. *Group & Organization Management* 30: 319–38. [CrossRef]
- Buenechea-Elberdin, Marta. 2017. Structured literature review about intellectual capital and innovation. *Journal of Intellectual Capital* 18: 262–85. [CrossRef]
- Chatterjee, Sheshadri, Ranjan Chaudhuri, Alkis Thrassou, and Georgia Sakka. 2022. Impact of firm's intellectual capital on firm performance: A study of Indian firms and the moderating effects of age and gender. *Journal of Intellectual Capital* 23: 103–26. [CrossRef]
- Chen, Mavis Yi-Ching, Yung Shui Wang, and Vicky Sun. 2012. Intellectual capital and organizational commitment: Evidence from cultural creative industries in Taiwan. *Personnel Review* 41: 321–39. [CrossRef]
- Choong, Kwee Keong. 2008. Intellectual capital: Definitions, categorization and reporting models. *Journal of Intellectual Capital* 9: 609–38. [CrossRef]
- Choudhury, Prithwiraj. 2017. Innovation Outcomes in a Distributed Organization: Intrafirm Mobility and Access to Resources. *Organization Science* 28: 339–54. [CrossRef]
- Cohen, Joshua G., Alexander E. Sherman, Tuyen K. Kiet, Daniel S. Kapp, Kathryn Osann, Lee-May Chen, Patricia S. O'Sullivan, and John K. Chan. 2012. Characteristics of success in mentoring and research productivity—A case-control study of academic centers. *Gynecologic Oncology* 125: 8–13. [CrossRef] [PubMed]
- Costas, Rodrigo, Thed N. van Leeuwen, and María Bordons. 2010. A bibliometric classificatory approach for the study and assessment of research performance at the individual level: The effects of age on productivity and impact. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 61: 1564–81. [CrossRef]
- Dunham, Annette H., and Christopher D. B. Burt. 2011. Organizational memory and empowerment. *Journal of Knowledge Management* 15: 851–68. [CrossRef]
- Eaton, Thelma. 1964. Bibliographical Research, Library Trends 13 (1) 1964: Research Methods in Librarianship: 42–53. Graduate School of Library and Information Science. University of Illinois at Urbana-Champaign. Available online: <http://hdl.handle.net/2142/6162> (accessed on 3 March 2022).

- Edvinsson, Leif, and Michael S. Malone. 1997. *Intellectual Capital: Realizing Your Company's True Value by Finding Its Hidden Brainpower*. New York: Harper Collins.
- Eisenhardt, Kathleen M., and Melissa E. Graebner. 2007. Theory Building from Cases: Opportunities And Challenges. *Academy of Management Journal* 50: 25–32. [\[CrossRef\]](#)
- Fallah, M. Hosein, Piyasi Choudhury, and Tugrul U. Daim. 2012. Does movement of inventors between companies affect their productivity? *Technology in Society* 34: 196–206. [\[CrossRef\]](#)
- Frosch, Katharina H. 2011. Workforce Age and Innovation: A Literature Survey. *International Journal of Management Reviews* 13: 414–30. [\[CrossRef\]](#)
- Ginesti, Gianluca. 2019. Top management characteristics and intellectual capital performance in small Italian companies. *Corporate Governance* 19: 1153–66. [\[CrossRef\]](#)
- Gonzalez-Brambila, Claudia, and Francisco M. Veloso. 2007. The determinants of research output and impact: A study of Mexican researchers. *Research Policy* 36: 1035–51. [\[CrossRef\]](#)
- Goodwin, Thomas H., and Raymond D. Sauer. 1995. Life Cycle Productivity in Academic Research: Evidence from Cumulative Publication Histories of Academic Economists. *Southern Economic Journal* 61: 728–43. [\[CrossRef\]](#)
- Hall, Bronwyn, Christian Helmers, Mark Rogers, and Vania Sena. 2014. The Choice between Formal and Informal Intellectual Property: A Review. *Journal of Economic Literature* 52: 375–423. [\[CrossRef\]](#)
- Hobson, Andrew J. 2012. Fostering Face-to-face Mentoring and Coaching. In *The SAGE Handbook of Mentoring and Coaching in Education*. Edited by Sarah J. Fletcher and Carol A. Mullen. London: SAGE, pp. 59–73.
- Hopkins-Thompson, Peggy A. 2000. Colleagues Helping Colleagues: Mentoring and Coaching. *NASSP Bulletin* 84: 29–36. [\[CrossRef\]](#)
- Jotabá, Mariana Namen, Cristina I. Fernandes, Marjaana Gunkel, and Sascha Kraus. 2022. Innovation and human resource management: A systematic literature review. *European Journal of Innovation Management* 25: 1–18. [\[CrossRef\]](#)
- Kram, Kathy E. 1983. Phases of the Mentor Relationship. *Academy of Management Journal* 26: 608–25. [\[CrossRef\]](#)
- Kristandl, Gerhard, and Nick Bontis. 2007. Constructing a definition for intangibles using the resource based view of the firm. *Management Decision* 45: 1510–24. [\[CrossRef\]](#)
- Landaeta, Rafael E., and Timothy G. Kotnour. 2008. Formal mentoring: A human resource management practice that supports knowledge transfer across projects. *International Journal of Learning and Intellectual Capital* 5: 455–75. [\[CrossRef\]](#)
- Lee, Ahreum, Ram Mudambi, and Marcelo Cano-Kollmann. 2016. An analysis of Japan's connectivity to the global innovation system. *Multinational Business Review* 24: 399–423. [\[CrossRef\]](#)
- Luthy, D. H. 1998. Intellectual capital and its measurement. Paper presented at Asian Pacific Interdisciplinary Research in Accounting Conference (APIRA), Osaka, Japan, July 1–3; pp. 16–17.
- Manolopoulos, Dimitris, Pavlos Dimitratos, and Emmanouil Sofikitis. 2011. Predictors of career preferences of MNC knowledge professionals. *Personnel Review* 40: 466–84. [\[CrossRef\]](#)
- Mariani, Myriam, and Marzia Romanelli. 2007. "Stacking" and "picking" inventions: The patenting behavior of European inventors. *Research Policy* 36: 1128–42. [\[CrossRef\]](#)
- Mathew, Mary, and Nilanjana Bhaduri Nee Chakraborty. 2012. Aspirations of Indian inventors moderated by patenting experience, age and sector. *The Journal of High Technology Management Research* 23: 71–81. [\[CrossRef\]](#)
- McAdam, Rodney, Bob Mason, and Josephine McCrory. 2007. Exploring the dichotomies within the tacit knowledge literature: Towards a process of tacit knowing in organizations. *Journal of Knowledge Management* 11: 43–59. [\[CrossRef\]](#)
- McNiff, Kath. 2016. *What Is Qualitative Research? The NVivo Blog*. Burlington: QSR International.
- Merriam, Sharan B., and Robin S. Grenier. 2002. *Qualitative Research in Practice: Examples for Discussion and Analysis*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Miles, Matthew B., A. Michael Huberman, and Johnny Saldaña. 2020. *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*, 4th ed. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- Mothe, Caroline, and Thuc Uyen Nguyen-Thi. 2021. Does age diversity boost technological innovation? Exploring the moderating role of HR practices. *European Management Journal* 39: 829–43. [\[CrossRef\]](#)
- Nonaka, Ikujiro. 1994. A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. *Organization Science* 5: 14–37. [\[CrossRef\]](#)
- Ogura, Seiritsu, and Mihajlo Jakovljević. 2014. Health Financing Constrained by Population Aging: An Opportunity to Learn from Japanese Experience. *Serbian Journal of Experimental and Clinical Research* 15: 175–81. [\[CrossRef\]](#)
- Ortt, J. Roland, and Patrick A. van der Duin. 2008. The evolution of innovation management towards contextual innovation. *European Journal of Innovation Management* 11: 522–38. [\[CrossRef\]](#)
- Osinski, Marilei, Paulo Mauricio Selig, Florinda Matos, and Darlan José Roman. 2017. Methods of evaluation of intangible assets and intellectual capital. *Journal of Intellectual Capital* 18: 470–85. [\[CrossRef\]](#)
- Parise, Marc R., and Monica L. Forret. 2008. Formal mentoring programs: The relationship of program design and support to mentors' perceptions of benefits and costs. *Journal of Vocational Behavior* 72: 225–40. [\[CrossRef\]](#)
- Park, Jisung, and Seongsu Kim. 2015. The differentiating effects of workforce aging on exploitative and exploratory innovation: The moderating role of workforce diversity. *Asia Pacific Journal of Management* 32: 481–503. [\[CrossRef\]](#)
- Pedro, Eugénia, João Leitão, and Helena Alves. 2018. Intellectual capital and performance: Taxonomy of components and multi-dimensional analysis axes. *Journal of Intellectual Capital* 19: 407–52. [\[CrossRef\]](#)
- Polanyi, Michael. 1958. *Personal Knowledge: Towards a Post-Critical Philosophy*. Chicago: Routledge & Kegan Paul Ltd.

- Rietzschel, Eric F., Hannes Zacher, and Wolfgang Stroebe. 2016. A Lifespan Perspective on Creativity and Innovation at Work. *Work, Aging and Retirement* 2: 105–29. [CrossRef]
- Rorstad, Kristoffer, and Dag W. Aksnes. 2015. Publication rate expressed by age, gender and academic position—A large-scale analysis of Norwegian academic staff. *Journal of Informetrics* 9: 317–33. [CrossRef]
- Saldaña, Johnny. 2021. *The Coding Manual for Qualitative Research*. Newbury Park: SAGE Publications Ltd.
- Schettino, Francesco, Alessandro Sterlacchini, and Francesco Venturini. 2013. Inventive productivity and patent quality: Evidence from Italian inventors. *Journal of Policy Modeling* 35: 1043–56. [CrossRef]
- Senker, Jacqueline. 2008. The contribution of tacit knowledge to innovation. *Ai & Society* 7: 208–24. [CrossRef]
- Short, Tom William. 2014. Workplace mentoring: An old idea with new meaning (part 1). *Development and Learning in Organizations: An International Journal* 28: 8–11. [CrossRef]
- Simonton, Dean Keith. 1997. Creative productivity: A predictive and explanatory model of career trajectories and landmarks. *Psychological Review* 104: 66. [CrossRef]
- Singh, Val, Divindra Bains, and Susan Vinnicombe. 2002. Informal Mentoring as an Organisational Resource. *Long Range Planning* 35: 389–405. [CrossRef]
- Single, Peg Boyle, and Carol B. Muller. 2001. When Email and Mentoring Unite: The Implementation of a Nationwide Electronic Mentoring Program. In *Creating Mentoring and Coaching Programs*. Edited by Linda K. Stromei. Alexandria: American Society for Training & Development. Available online: www.uvm.edu/~jpbsingle (accessed on 8 August 2022).
- St-Pierre, Josée, and Josée Audet. 2011. Intangible assets and performance. *Journal of Intellectual Capital* 12: 202–23. [CrossRef]
- Sturman, Michael C. 2003. Searching for the Inverted U-Shaped Relationship Between Time and Performance: Meta-Analyses of the Experience/Performance, Tenure/Performance, and Age/Performance Relationships. *Journal of Management* 29: 609–40. [CrossRef]
- Sugimoto, Cassidy R., Thomas J. Sugimoto, Andrew Tsou, Staša Milojević, and Vincent Larivière. 2016. Age stratification and cohort effects in scholarly communication: A study of social sciences. *Scientometrics* 109: 997–1016. [CrossRef]
- Sung, Sun Young, and Jin Nam Choi. 2021. Contingent effects of workforce diversity on firm innovation: High-tech industry and market turbulence as critical environmental contingencies. *The International Journal of Human Resource Management* 32: 1986–2012. [CrossRef]
- Swap, Walter, Dorothy Leonard, Mimi Shields, and Lisa Abrams. 2001. Using Mentoring and Storytelling to Transfer Knowledge in the Workplace. *Journal of Management Information Systems* 18: 95–114. [CrossRef]
- Thomas, Asha, and Vikas Gupta. 2022. Tacit knowledge in organizations: Bibliometrics and a framework-based systematic review of antecedents, outcomes, theories, methods and future directions. *Journal of Knowledge Management* 26: 1014–41. [CrossRef]
- Tremblay, Michel, Thierry Wils, and Caroline Proulx. 2002. Determinants of career path preferences among Canadian engineers. *Journal of Engineering and Technology Management* 19: 1–23. [CrossRef]
- Tschang, F. Ted, and Gokhan Ertug. 2016. New Blood as an Elixir of Youth: Effects of Human Capital Tenure on the Explorative Capability of Aging Firms. *Organization Science* 27: 873–92. [CrossRef]
- Wang, Zhining, and Nianxin Wang. 2012. Knowledge sharing, innovation and firm performance. *Expert Systems with Applications* 39: 8899–908. [CrossRef]
- Wang, Yong, Cheng-Hung Tsai, David D. Lin, Oyunjargal Enkhbuyant, and Juan Cai. 2019. Effects of Human, Relational, and Psychological Capitals on New Venture Performance. *Frontiers in Psychology* 10: 1071. [CrossRef]
- Wikström, Ewa, Ellinor Eriksson, Lejla Karamehmedovic, and Roy Liff. 2018. Knowledge retention and age management—Senior employees' experiences in a Swedish multinational company. *Journal of Knowledge Management* 22: 1510–26. [CrossRef]
- Woo, Hyung Rok. 2017. Exploratory Study Examining the Joint Impacts of Mentoring and Managerial Coaching on Organizational Commitment. *Sustainability* 9: 181. [CrossRef]
- Yaseen, Saad G., Dima Dajani, and Yasmeeen Hasan. 2016. The impact of intellectual capital on the competitive advantage: Applied study in Jordanian telecommunication companies. *Computers in Human Behavior* 62: 168–75. [CrossRef]
- Yin, Robert K. 2017. *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- Zwick, Thomas, Katharina Frosch, Karin Hoisl, and Dietmar Harhoff. 2017. The power of individual-level drivers of inventive performance. *Research Policy* 46: 121–37. [CrossRef]