

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y
EMPRESARIALES



TESIS DOCTORAL

**Patrones y determinantes de la innovación abierta en
economías emergentes: el caso de Colombia**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Yury Yohana Castillo Molina

Directores

María Isabel Álvarez González
Juan Carlos Salazar Elena

Madrid

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES



TESIS DOCTORAL

**PATRONES Y DETERMINANTES DE LA INNOVACIÓN ABIERTA EN
ECONOMÍAS EMERGENTES: EL CASO DE COLOMBIA**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR

Yury Yohana Castillo Molina

DIRECTORES

María Isabel Álvarez González

Juan Carlos Salazar Elena

Madrid, 2022

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES



**PROGRAMA DE DOCTORADO EN ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA
INNOVACIÓN**

TESIS DOCTORAL

**PATRONES Y DETERMINANTES DE LA INNOVACIÓN ABIERTA EN
ECONOMÍAS EMERGENTES: EL CASO DE COLOMBIA**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR

Yury Yohana Castillo Molina

DIRECTORES

María Isabel Álvarez González

Juan Carlos Salazar Elena

Madrid, 2022

Dedicatoria

*A mi padre, Eduardo Alberto Castillo,
quien hoy celebra conmigo desde la eternidad.
Siempre en mi corazón Copito de Nieve.*

AGRADECIMIENTOS

Cumplir este sueño hubiese sido muy difícil sin el apoyo de tantas personas que de una u otra manera me han acompañado en el proceso. Sea esta la oportunidad para manifestarles a todas a ellas mis más sinceros agradecimientos.

Quiero empezar agradeciendo a mis directores de tesis, Isabel Álvarez y Juan Carlos Salazar. Su confianza en mí, su compromiso en la orientación de mi trabajo, sus enseñanzas y sus consejos fueron fundamentales para alcanzar este propósito. Isabel, gracias por ser un gran referente para mí, por estar siempre dispuesta a ayudarme y darme una voz de aliento en los momentos de mayor presión. Juan Carlos, gracias por guiar mi trabajo con tanta paciencia y amabilidad, por hacer que la econometría pareciera sencilla, aunque no lo fuera; y por la tranquilidad que logra transmitir. Siempre les estaré agradecida por su enorme contribución a mi formación académica, así como a mi crecimiento personal.

A mi familia, especialmente a mi madre, María Nohemy Molina, quien es mi mayor motivación y mi gran amor. Gracias madre por orar siempre para que yo pudiera alcanzar esta meta. A mis hermanos: Lucely, Andrea, Mariluz, Oscar, Wilson y Jairo, así como a todos mis sobrinos, por entender y apoyar mis decisiones, por ser mi fuente de fortaleza en las situaciones más difíciles; por comprender mis ausencias, aún en los momentos cuando más debía estar a su lado.

A mis amigos y colegas del grupo de investigación Modelos Regionales de Competitividad de la Universidad del Cauca y el CREPIC. Adolfo Plazas, Luz Stella Pemberthy, Deycy Sánchez y Adriana Sánchez, gracias ser mis primeros maestros, por despertar en mí el interés y el cariño por la bonita labor de ser investigadora. Mi vida laboral no habría tomado este rumbo si no hubiera tenido la fortuna de conocerlos. Omaira Calvo y Cesar Gómez, no he podido tener mejores amigos y co-equiperos en este proceso de formación que nos ha brindado el GMRC, gracias por su apoyo, por cubrir mis tareas mientras terminaba mis estudios, y por ayudarme a desconectar cuando era necesario.

A esas personas especiales con quienes he tenido la fortuna de cruzarme en la vida, y que a pesar del tiempo y la distancia siempre han estado presentes cuando los he necesitado. Yerson Cruz, gracias por tu apoyo incondicional, por escucharme, por tu paciencia, por trasmitirme la alegría y buena energía que te caracterizan, especialmente en los momentos de mayor tensión. Ángela Castillo, Esnelsy Gómez y Marisol Roa, mil gracias por estar pendientes de mí y por el ánimo que me han enviado desde la distancia.

Asimismo, agradezco a Lisset Medina, Saraí López e Isabel Guerrero por escuchar mis angustias y alentarme, por compartir conmigo sus aprendizajes para que esta parte final del doctorado fuera más fácil, y por contribuir a que mi vida en Madrid fuera tan agradable.

Agradezco también al Instituto Complutense de Estudios Internacionales de la Universidad Complutense de Madrid (ICEI) por acogerme durante este proceso. A mis compañeros Celia, Julián y Hugo con quienes tantas veces compartimos las penas y alegrías de la vida académica. Al personal del ICEI por su amabilidad y por siempre estar dispuestos a facilitarme las cuestiones técnicas para que pudiera desarrollar mi trabajo.

Finalmente agradezco al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia por otorgarme la beca para financiar parcialmente mis estudios de doctorado, y a Colfuturo por facilitar los procesos administrativos de esta financiación.

Infinitas gracias a todos por ayudarme a cumplir este sueño.

Madrid, 2 de marzo de 2022
Yury Yohana Castillo Molina

ÍNDICE

RESUMEN	11
SUMMARY	16
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	21
1.1 Motivación	22
1.2 Objetivos e hipótesis de investigación	29
1.3 Estructura de la tesis.....	32
1.4 Referencias	37
Anexo 1.1 Descripción de base de datos usada.....	44
CAPÍTULO II: SUPERANDO LAS BARRERAS A LA INNOVACIÓN A TRAVÉS DE LA COLABORACIÓN.....	47
2.1 Introducción	47
2. 2. Revisión de la literatura e hipótesis.....	51
2.2.1 Los obstáculos para innovar como promotores de los acuerdos de colaboración	51
2.2.2 La superación de barreras para innovar a través de diferentes patrones de colaboración	56
2.3. Datos y métodos	61
2.3.1. Datos	62
2.3.2. Método.....	64
2.4. Resultados	66
2.5. Discusión y conclusiones	69
2.6 Referencias	72
Anexo 2.1 Matriz de correlación.....	80
CAPÍTULO III: EFECTOS DE LOS DIFERENTES PATRONES DE COOPERACIÓN SOBRE EL DESEMPEÑO INNOVADOR	81
3.1 Introducción	81
3.2 Revisión de la literatura.....	83
3.2.1 Los efectos de la cooperación en el desempeño innovador de las empresas.....	83
3.2.2 Efectos de la heterogeneidad organizacional en el desempeño innovador.....	85
3.3 Metodología	89

3.3.1 Datos	89
3.3. 2 Métodos	92
3. 5 Discusiones y conclusiones.....	98
3.6 Referencias	102
Anexo 3.1 Matriz de correlación.....	107
CAPÍTULO IV: LA ESTRATEGIA DE APROPIACIÓN COMO FACTOR CONDICIONANTE DE LA INNOVACIÓN ABIERTA	109
4.1. Introducción	109
4.2. Revisión de la literatura y desarrollo de hipótesis.....	111
4.2.1 Estrategia de apropiación y propensión a cooperar	111
4.2.2. Tipos de cooperación y mecanismos de apropiación	115
4. 3. Datos y métodos	118
4. 3.1 Datos.....	118
4.3.2 Método.....	121
4.4. Resultados	123
4. 5. Discusión.....	127
4. 6. Conclusiones	131
4.7. Referencias	133
Anexo 4.1 Matriz de correlación.....	138
CAPÍTULO V: TEMOR A LA IMITACIÓN, ESTRATEGIA DE APROPIACIÓN Y APERTURA	139
5.1 Introducción	139
5.2. Revisión de la literatura e hipótesis.....	141
5.2.1. El temor a la imitación como condicionante de la conformación de la estrategia de apropiación	141
5.2.2. Temor a la imitación, estrategia de apropiación y apertura de los procesos de innovación	145
5. 3. Datos y método.....	148
5. 3.1 Datos.....	148
5.3.2 Método.....	149
5.4 Resultados	151
5.4.1 Efectos del temor a la imitación en la conformación de la estrategia de apropiación	153
5.4.2 Efectos de la estrategia de apropiación sobre el grado de apertura de las empresas ..	155

5.5. Discusión y conclusiones	159
5.6. Limitaciones y futuras líneas de investigación	161
5.7 Referencias	162
Anexo 5. 1. Matriz de correlación.....	166
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES E IMPLICACIONES PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS	167
6.1 Conclusiones	167
6.2 Implicaciones para las políticas públicas	169
6.3 Limitaciones de la investigación	173
6.4 Futuras líneas de investigación	174
6.5 Referencias	175

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1 Estructura de la tesis.....	34
Tabla II.1 Estudios sobre el efecto de las barreras a la innovación en la propensión de las empresas a colaborar.....	57
Tabla II.2. Variables y estadísticas descriptivas.....	64
Tabla II.3. Efectos de las barreras a la innovación en la probabilidad de colaborar.....	67
Tabla II.4. Efectos de las barreras a la innovación sobre la probabilidad de colaborar, por tipo de socio.....	68
Tabla III.1: Descriptivos estadísticos.....	91
Tabla III.2 Tipos de cooperación y desempeño innovador.....	93
Tabla III.3 Tipos de cooperación y desempeño innovador. Robustez de resultados.....	96

Tabla III.4 Tipos de cooperación y desempeño innovador. Robustez de resultados 2.....	97
Tabla IV.1. Variables y descriptivos estadísticos.....	121
Tabla IV.2: Efectos de los mecanismos de apropiación sobre sobre la probabilidad de cooperar, por tipo de socio y objetivo de la cooperación	124
Tabla IV.3. Efectos de los mecanismos de apropiación sobre la probabilidad de cooperar. Robustez de los resultados.....	127
Tabla V.1. Descriptivos estadísticos.....	149
Tabla V. 2. Temor a la imitación y uso de mecanismos de apropiación.....	154
Tabla V.3. Relación entre la estrategia de apropiación y el grado de apertura.....	156

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico IV.1. Resumen de hipótesis	118
Gráfico V.1. Uso de mecanismos de apropiación.....	153
Gráfico V. 2. Relación entre el grado de apertura y la estrategia de apropiación.....	157
Gráfico V. 3. Relación entre el grado de apertura y mecanismos de apropiación formales y estratégicos	158

RESUMEN

PATRONES Y DETERMINANTES DE LA INNOVACIÓN ABIERTA EN ECONOMÍAS EMERGENTES: EL CASO DE COLOMBIA

TESIS DOCTORAL

Candidata a doctorado:

Yury Yohana Castillo Molina

Directores:

DRA. María Isabel Álvarez González

DR. Juan Carlos Salazar Elena

Aunque en la literatura especializada en materia de innovación abierta se ha alcanzado un amplio consenso sobre el impacto de esta estrategia en las capacidades innovadoras de las empresas (Bayona-Saez et al., 2017; Belderbos et al., 2004; Cheng y Huizing; 2014; Huang et al., 2018; Laursen y Salter, 2006), la mayor parte de estos esfuerzos de investigación se han concentrado en el análisis de la innovación abierta en economías industrializadas o en el contexto de actividades intensivas en tecnología o conocimiento (Bogers et al., 2019). Esta tesis pretende contribuir a este debate científico extendiendo el análisis a una economía emergente, contexto en donde tanto la práctica como la investigación acerca de la innovación abierta está rezagada con respecto al avance alcanzado en este campo en las economías desarrolladas. Los resultados de los análisis presentados en esta tesis, y su discusión con estudios previos, permiten mostrar la existencia de patrones específicos de contexto en el uso de la estrategia de innovación abierta en las empresas de países emergentes, específicamente del sector manufacturero de Colombia.

En este sentido, el propósito de esta tesis es estudiar los factores determinantes que afectan la práctica y los patrones de innovación abierta en el sector manufacturero de Colombia. Particularmente, la tesis aborda dos debates de importancia dentro de este campo de estudio: El primero de ellos tiene que ver con rol que desempeñan los obstáculos a la innovación como factores que motivan a las empresas para poner en práctica esta estrategia y a definir su cooperación con organizaciones de investigación (universidades, centros de investigación, etc.) o con otras empresas, evaluando aquí también cuál de estos tipos de cooperación tiene una mayor contribución en la mejora de las capacidades innovadoras de las empresas localizadas en economías emergentes, en donde existen características económicas y tecnológicas que pueden hacer que tanto los patrones de cooperación como sus efectos, difieran de los que se han encontrado en las economías desarrolladas. El segundo debate está relacionado con la compleja relación existente entre la necesidad de abrir los procesos de innovación, pero al mismo tiempo proteger los activos de conocimiento de posibles comportamientos oportunistas en economías con sistemas de propiedad intelectual que aún son incipientes.

Por lo tanto, el trabajo se divide en cuatro investigaciones que apuntan a distintos objetivos interrelacionados de manera secuencial:

- Estudiar las implicaciones que la selección de los socios tiene sobre los resultados de la actividad innovadora.
- Estudiar la incidencia de la estrategia de apropiación sobre la decisión de cooperar con agentes externos y sobre los patrones de cooperación, dada la intensidad de conocimiento/tecnológica inmersa en el objetivo de la cooperación.
- Analizar los factores que tienen influencia sobre la estructuración de la estrategia de apropiación, y el efecto de esta decisión sobre el grado de apertura de la empresa al conocimiento externo.

El resultado conjunto de los cuatro estudios que conforman esta tesis apunta a la existencia de un “*cuello de botella*” en el desarrollo de las capacidades innovadoras de las empresas manufactureras colombianas. En primer lugar, la distancia cognitiva entre las empresas y los agentes generadores de conocimiento científico/tecnológico (por ejemplo, universidades y centro públicos de

investigación) podría lastrar su capacidad de generar innovaciones con una mayor capacidad transformadora de su economía (es decir, innovaciones disruptivas). En segundo lugar, la conformación de la estrategia de apropiación podría, en algunos casos, generar un desincentivo a formación de alianzas para el desarrollo de proyectos de innovación, especialmente cuando esta estrategia está centrada principalmente en mecanismos estratégicos que, debido a su mayor hermetismo, pueden desalentar la cooperación. Esto podría genera un círculo de reproducción de la distancia cognitiva entre empresas y agentes generadores de conocimiento científico/tecnológico, debido a que los incentivos de estos últimos para implicarse en actividades de transferencia serían relativamente bajos. Las contribuciones teóricas de la investigación previa, discutidas en esta tesis, apuntan a que estos patrones podrían ser inherentes a un grupo más amplio de economías emergentes. En este sentido, su relevancia es trascendente más allá del caso que se estudia en la tesis. A continuación, se detallan estas contribuciones y el hilo conductor que las guía.

Una de las características de las economías emergentes, respecto de los países industrializados, es la relativamente baja intensidad tecnológica y de conocimiento de sus actividades productivas, lo cual abre una brecha entre las empresas y aquellos agentes que desarrollan tecnología y conocimiento de vanguardia. Los resultados de la **primera investigación** de esta tesis son consistentes con la idea de que la “distancia cognitiva” (Nooteboom et al., 2007) entre empresas y organismos de investigación (universidades y centros públicos de investigación) en economías emergentes, hace que las empresas tiendan a apoyarse menos en estas organizaciones, y más en otras empresas, para resolver sus barreras de acceso a conocimiento e incluso, a recursos para financiar la innovación. Estos resultados apuntan a que las empresas situadas en estas economías tienden a subutilizar el conocimiento local, en comparación con las empresas ubicadas en países industrializados, lo que podría estar relacionado con su baja capacidad de absorción de conocimiento, la cual está relacionada también con la baja intensidad tecnológica y de conocimiento de sus actividades productivas.

Los hallazgos de la primera investigación de esta tesis cobran una nueva dimensión con los resultados de la **segunda investigación** que proponemos, cuyo objetivo es estudiar la relación entre el desempeño innovador de las empresas colombianas y la elección del tipo de socios para

para llevar a cabo proyectos de innovación. Nuestros resultados apuntan a que, aunque la relevancia de la colaboración con otras empresas está más relacionada con la capacidad innovadora en el caso de las innovaciones incrementales de producto y las innovaciones de proceso, la innovación radical está más íntimamente asociada con la colaboración con organismos de investigación (universidades y centros públicos de investigación). En este sentido, el problema de la distancia cognitiva entre empresas y organismos de investigación en economías emergentes podría profundizar la brecha entre economías emergentes e industrializadas desde el punto de vista de la capacidad innovadora.

Uno de los aspectos más importantes de la gestión de la innovación en las empresas es la estrategia que apunta a protegerse de derramas no deseadas de conocimiento que puedan ser aprovechados por otros agentes de manera oportunista (por ejemplo, imitadores). Es decir, las empresas innovadoras deben desarrollar también una estrategia de apropiación de beneficios en el mercado (Teece, 1986). La **tercera investigación** de esta tesis muestra la relación entre el tipo de colaboración (tipo de socio e intensidad tecnológica/conocimiento del proyecto) y la estrategia de apropiación seguida por la empresa. Los resultados muestran que, en general, las empresas se apoyan menos en mecanismos legales de protección de la propiedad intelectual (patentes, modelos, copyright, etc.) que en otros mecanismos estratégicos (como el secreto, la complejidad de la innovación, o los acuerdos de confidencial entre socios). No obstante, los mecanismos legales de protección de la propiedad intelectual cobran una mayor relevancia en el caso de proyectos con un mayor grado de intensidad tecnológica/conocimiento, como es el caso de proyectos que involucran actividades de I+D o la colaboración con organismos de investigación. Estos resultados muestran la complejidad del problema de utilización de conocimiento científico en las actividades empresariales de innovación en economías emergentes, ya que al problema de distancia cognitiva entre empresas y organismos de investigación (estudiado en la primera investigación de esta tesis), se suma la necesidad de un marco institucional fuerte que sirva de guía para promover la colaboración entre estos agentes, y potenciar así la capacidad innovadora de las empresas. No obstante, como ha sido señalado en investigaciones previas, las débiles condiciones de los sistemas de propiedad intelectual en las economías emergentes condicionan el uso de estos mecanismos de protección (Barros, 2021; Campi et al., 2020).

En la **cuarta investigación** de esta tesis indagamos de manera más profunda en las implicaciones de los resultados de la tercera investigación, preguntándonos qué efectos tiene el uso más intensivo de mecanismos estratégicos de apropiación, por encima de los mecanismos legales. De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que este énfasis genera un “*cuello de botella*” en el aprovechamiento de la estrategia de innovación abierta debido a que, como muestra nuestro análisis, el efecto desfavorable que pueden ocasionar los mecanismos estratégicos sobre el grado de apertura de las empresas aparece antes que el de los mecanismos legales de protección de la propiedad intelectual. La explicación de este resultado puede relacionarse con reflexiones previas sobre los efectos del mayor hermetismo de este tipo de mecanismos, al imponer más restricciones que los mecanismos legales a la transferencia de conocimiento entre potenciales socios (Hall et al, 2014; Zobel et al., 2017).

En este sentido, el trabajo apunta claramente a patrones de acceso a conocimiento y aprovechamiento de la estrategia de innovación abierta en economías emergentes a través del caso de las empresas manufactureras colombianas. Aunque asumir que los resultados de un caso son transferibles a todo el conjunto de economías emergentes sería un error, esta tesis doctoral muestra que la vinculación de nuestros resultados con los debates teóricos planteados en la literatura científica, apuntan a patrones diferenciados entre economías avanzadas y emergentes que, a través de nuestro análisis, pueden ser sometidas a prueba para mostrar su contenido empírico y validez.

Palabras clave: Innovación abierta, cooperación, colaboración, obstáculos a la innovación, desempeño innovador, estrategia de apropiación, mecanismos de apropiación, paradoja de la apertura, economías emergentes.

SUMMARY

PATTERNS AND DETERMINANTS OF OPEN INNOVATION IN EMERGING ECONOMIES: THE CASE OF COLOMBIA

DOCTORAL DISSERTATION

Ph.D Candidate :

Yury Yohana Castillo Molina

Supervisors:

DRA. María Isabel Álvarez González

DR. Juan Carlos Salazar Elena

Although the specialized literature has reached a broad consensus on the impact of open innovation on the innovative capabilities of companies (Bayona-Saez et al., 2017; Belderbos et al., 2004; Cheng y Huizing; 2014; Huang et al., 2018; Laursen y Salter, 2006), most research efforts have focused on the analysis of open innovation in industrialized economies or in the context of technological or knowledge-intensive activities (Bogers et al., 2019). This thesis seeks to contribute to this scientific debate by extending the analysis to an emerging economy in which both research and practice in terms of open innovation lag behind the progress made in developed economies. The results of the analyses presented here and their comparison with previous studies reveal the existence of context-dependent patterns in the use the open innovation strategies in companies based in emerging countries, specifically in the Colombian manufacturing sector.

In short, the purpose of this thesis is to study the determining factors that affect the practice and open innovation patterns in the Colombian manufacturing sector. In particular, the thesis addresses

two significant debates within of this field of study. The first of these is related to obstacles to innovation, which can move companies to implement open innovation strategy and to define their cooperation with either *research organizations* (universities, research centers, etc.) or *other companies*; also relevant is the question of which type of cooperation may prove more successful in improving the innovative capacities of companies in emerging economies, where economic and technological characteristics can drive patterns of cooperation as well as their effects to digress from the effects observed in developed economies. The second debate is related to the complex relationship between the need for open innovation processes, but at the same time, the need to protect knowledge assets from opportunistic behavior in economies where intellectual property systems remain incipient.

To better pursue its general objective, this work is divided into four distinct investigations that point to different yet interrelated objectives in a sequential manner:

- To understand how the selection of partners for collaboration by Colombian companies is related to specific obstacles identified in the innovation process.
- To study the implications that the selection of partners may have on the results of innovative activity.
- To study the incidence of appropriation strategies on the decision to cooperate with external agents, as well as on patterns for cooperation, given the intensity of knowledge and technology immersed in the objective of cooperation.
- To analyze the factors that influence the structuring of an appropriation strategy and the effect of the decision to pursue such a strategy on the degree of openness of the company to external knowledge.

The joint results of the four studies that comprise this thesis point to the existence of a ‘bottleneck’ in the development of innovative capacities in Colombian manufacturing companies. In the first place, the cognitive distance between the companies under study and the agents that generate scientific and/or technological knowledge (for example, universities and public research centers) can hinder their ability to generate innovations with greater capacity to transform their economy (that is, disruptive innovations). Secondly, the creation of an appropriation strategy can, in some

cases, generate a disincentive to establish alliances for the development of innovation projects, especially when the strategy is focused mainly on strategic mechanisms that (due to heightened hermeticism) can discourage cooperation. This can in turn generate a cycle of reproduction of the cognitive distance between companies and the agents that produce scientific/technological knowledge, given that the latter would have less incentive to engage in transfer activities. The theoretical contributions of prior research, also discussed in this thesis, suggest that these patterns might be inherent to a broad group of emerging economies. In this sense, the relevance of this phenomenon may transcend the particular case of Colombia studied here. These contributions and the common threads that guide them are detailed below.

One of the characteristics of emerging economies, as compared to industrialized countries, is the relatively low technological and knowledge intensity of their productive activities, and this opens a gap between local companies and agents which develop cutting-edge technology and knowledge. The results of the **first investigation** of this thesis are consistent with the idea that the “cognitive distance” (Nooteboom *et al.*, 2007) between companies and research organizations in emerging economies compels companies to rely less on such organizations and more on other companies, in order to supersede barriers to acquisition of knowledge and the resources required to finance innovation. These results suggest that companies located in emerging economies tend to underuse local knowledge, as compared to companies located in industrialized countries, and this may be related to their lower capacity to absorb knowledge, which is also related to the relatively low technological intensity and knowledge of productive activities in an emerging economy.

The findings of the first investigation of this thesis take on a new dimension with the results of the **second investigation**, whose objective is to study the relationship between the innovative performance of Colombian companies and their choice of partners with which to carry out innovation projects. Our results suggest that, although collaboration with other companies is more closely related to innovative capacity in the case of incremental product and process innovations, truly radical innovation is more closely associated with collaboration with research organizations (universities and public research centers). In this sense, the problem of cognitive distance between companies and research organizations in emerging economies may deepen the gap between emerging and industrialized economies from the point of view of innovative capacity.

Among the most important aspects of management innovation in companies are strategies that aim to protect the companies from unwanted knowledge spillovers that can be opportunistically exploited by other agents (for example, imitators). In other words, innovative companies should also develop a strategy for appropriating benefits in the market (Teece, 1986). The **third investigation** of this thesis shows the relationship between the type of collaboration (both the type of partner and the project's technological and knowledge intensity) and the appropriation strategy followed by the company. The results show that, in general, companies in Colombia rely less on legal mechanisms for the protection of intellectual property (patents, models, copyright, etc.) than on other strategic mechanisms (such as secrecy, the complexity of the innovation, or confidentiality agreements between partners). However, the legal mechanisms for the protection of intellectual property become more relevant in the case of projects with higher degrees of technological and/or knowledge intensity, such as projects that involve R&D activities or collaborations with research organizations. These results reveal the potentially problematic complexity of the use of scientific knowledge in business innovation activities in emerging economies, since the problem of cognitive distance between companies and research organizations (studied in the first investigation) is complicated by the need for a strong institutional framework that serves to guide the promotion of collaboration between these agents to enhance innovative capacity. But as has been pointed out in previous research, the weak condition of intellectual property systems in emerging economies can affect the use of these protection mechanisms (Barros, 2021; Campi *et al.*, 2020).

In the **fourth investigation** of this thesis, we examine more deeply the implications of the results of the third investigation, asking what effects may be expected from more intensive use of strategic appropriation mechanisms as opposed to legal mechanisms. According to the results obtained, it is found that this emphasis generates a 'bottleneck' in the use of an open innovation strategy. Our analysis shows the unfavorable effects that strategic mechanisms can cause on a company's degree of openness appears before that of the effect caused by legal mechanisms for the protection of intellectual property. The explanation for this result can be related to prior reflections on the greater hermeticism of the former type of mechanism, which imposes more restrictions than legal mechanisms on the transfer of knowledge between possible partners (Hall *et al.*, 2014; Zobel *et al.*, 2017).

Overall, the work considers patterns of access to knowledge and the use of open innovation strategies in emerging economies by examination of the case of Colombian manufacturing companies. Although it would be a mistake to assume that the results of this case are transferable to all emerging economies, a link is detected between our results and the theoretical debates raised in the scientific literature, pointing to differentiated patterns distinguishing advanced and emerging economies. Through the analysis presented in this doctoral thesis, this distinction is tested in terms of both empirical content and validity.

Keywords: Open innovation, cooperation, collaboration, barriers to innovation, innovative performance, appropriation strategy, appropriation mechanisms, openness paradox, emerging economies.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Aunque en la literatura especializada en materia de innovación abierta se ha alcanzado un amplio consenso sobre el impacto de esta estrategia en las capacidades innovadoras de las empresas, la mayor parte de estos esfuerzos de investigación se han concentrado en el análisis de la innovación abierta en economías industrializadas, o en el contexto de actividades intensivas en tecnología o conocimiento. Esta tesis pretende contribuir a este debate científico extendiendo el análisis a una economía emergente, contexto en donde tanto la práctica como la investigación acerca de la innovación abierta está rezagada con respecto al avance alcanzado en este campo en las economías desarrolladas. Los resultados de los análisis presentados en esta tesis, y su discusión con estudios previos, permiten mostrar la existencia de patrones específicos de contexto en el uso de la estrategia de innovación abierta en las empresas de países emergentes, específicamente del sector manufacturero de Colombia.

En este sentido, el propósito de esta tesis es estudiar los factores determinantes que afectan la práctica y los patrones de innovación abierta en el sector manufacturero de Colombia. Particularmente, la tesis aborda dos debates de importancia dentro de este campo de estudio: El primero de ellos tiene que ver con rol que desempeñan los obstáculos a la innovación como factores que motivan a las empresas para poner en práctica esta estrategia y a definir su cooperación con organizaciones de investigación (universidades, centros de investigación, etc.) o con otras empresas, evaluando aquí también cuál de estos tipos de cooperación tiene mayor contribución en el desempeño innovador de las empresas localizadas en economías emergentes, en donde existen características económicas y tecnológicas que pueden hacer que tanto los patrones de cooperación como sus efectos, difieran de los que se han encontrado en las economías desarrolladas. El segundo debate está relacionado con la compleja relación existente entre la necesidad de abrir los procesos de innovación, pero al mismo tiempo proteger los activos de conocimiento de posibles comportamientos oportunistas en economías con sistemas de propiedad intelectual que aún son incipientes.

1.1 Motivación

Durante décadas la innovación fue considerada como un proceso interno y lineal (Chesbrough, 2003; Van de Vrande et al., 2009) que dependía enteramente de las capacidades y recursos propios de la empresa. Sin embargo, a partir de la década de los noventa, el entorno empresarial se enfrenta a cambios importantes tales como el aumento de la competencia, el acortamiento de los ciclos de vida de los productos, la aceleración tecnológica, el incremento de la oferta global, la mayor exigencia de los clientes y la creciente digitalización (Chesbrough y Bogers, 2014; Sağ et al., 2019). Estos cambios hacen que la innovación llegue a ser un proceso más desafiante, de mayor riesgo y más costoso para las empresas (Sağ et al., 2016).

Este entorno más competitivo lleva a las empresas a reconfigurar su estrategia de innovación, pasando del modo completamente cerrado a llevar sus procesos de innovación más allá de los límites organizacionales, a sabiendas de que los conocimientos y recursos necesarios para llevar a cabo este proceso están distribuidos entre muchos actores (Chesbrough, 2003). Por lo tanto, buscar un equilibrio entre los recursos asignados a los esfuerzos de innovación internos y a los que se dedican a buscar conocimientos provenientes del exterior, se convierte en un factor fundamental para el diseño de estrategias exitosas de innovación (Conti et al., 2013). Con estas premisas, aparece en la escena empresarial un nuevo enfoque que promueve la visión colaborativa de la innovación.

Sin embargo, la decisión de abrir sus procesos de innovación no es una decisión trivial para las empresas. Dicha decisión está condicionada por factores internos y externos que facilitan u obstaculizan no solo la decisión de colaborar, sino también la conformación de las redes de colaboración y los resultados que se puedan obtener de estas alianzas (Tether, 2002; Belderbos, et al., 2004; Carboni, 2013; Guerrero, et al., 2019). A este respecto, hay evidencia que confirma que el tamaño, la intensidad tecnológica, la inversión en I+D y la internacionalización de la empresa (Freel y Robson, 2017), son factores que generalmente tienen un efecto positivo sobre la decisión de cooperar. Además, se han identificado por lo menos tres razones que motivan la decisión de cooperación: acceder a conocimientos o tecnología complementarios, internalizar los posibles derrames de conocimientos, y compartir riesgos y costes (D'Este et al., 2012; Cassiman y

Veugelers, 2002; Mariti y Smiley, 1983; Teece, 1986; Spanos, 2021). Finalmente, la motivación principal de establecer redes de cooperación es la de mejorar el desempeño innovador y, por ende, la competitividad de las empresas.

No obstante, establecer relaciones de cooperación efectivas que permitan alcanzar el propósito de mejorar las capacidades de innovación, no es algo que esté asegurado a priori. El éxito de la innovación abierta está supeditado a condicionantes relacionados, tales como las capacidades internas de los participantes, la correcta conformación de las alianzas, y la gestión de los riesgos que éstas llevan implícitos. La literatura ha hecho amplios avances con respecto a la relación entre las capacidades de absorción y el éxito de las relaciones de cooperación (Cohen y Levinthal, 1990), pero se ha estudiado menos acerca de la importancia de la selección de los socios (Nieto y Santamaría, 2007) y los desafíos inherentes a esta estrategia (Greco et al., 2019).

La conformación de redes de colaboración implica para las empresas conocer específicamente cuáles son sus necesidades internas y encontrar un aliado externo que pueda suplirlas (Katila y Ahuja, 2002). Aquí se pone en juego la habilidad de la empresa para tomar decisiones informadas teniendo en cuenta el objetivo de la colaboración, la proximidad cognitiva, la contribución de cada socio y el nivel de influencia que este puede tener en el proceso de colaboración. Estos puntos son fundamentales para explicar el éxito o el fracaso de la estrategia de innovación abierta (Dahlander et al., 2016).

Una vez que la empresa decide poner en práctica esta estrategia, se verá en la necesidad de explorar proactivamente las posibilidades para llevar a cabo intercambios de conocimiento con socios que aporten a su estrategia de innovación. En este proceso de búsqueda, las empresas pueden participar activamente en ecosistemas de innovación que integran un conjunto diverso de actores (West y Bogers, 2014), aunque no todos los tipos de socios hacen igual contribución al desempeño innovador (Carree et al., 2019). Esto se explica, en cierta medida, por la diversidad en cuanto a conocimientos, capacidades, tecnología y demás recursos que cada uno posee (Huang et al., 2018), los cuales pueden resultar ser o no interesantes para la empresa dadas sus necesidades y objetivos de innovación, así como la proximidad/distancia cognitiva (Nooteboom et al., 2007) que la une o aleja de sus potenciales aliados.

Algunos estudios realizados en economías desarrolladas (Antonioli et al., 2017; Arranz et al., 2019) han encontrado que la escasez de personal calificado y de conocimientos tecnológicos en el interior de las empresas favorece la cooperación con universidades e institutos de investigación. Sin embargo, se tiene menos conocimiento acerca de si ese mismo patrón se presentará en las economías con menores niveles de desarrollo, o si puede verse afectado por otros factores tales como las diferencias en las estructuras organizativas, el deseo de obtener un conocimiento especializado (Kafouros et al., 2020), o la distancia cognitiva/tecnológica que puede existir entre las empresas y sus socios (Nooteboom et al., 2007). Este último es un factor que ha recibido poca atención en la literatura, aunque es fundamental para definir el éxito de la cooperación, dado que demasiada distancia podría dificultar la comunicación y la transferencia de conocimientos, mientras que muy poca distancia podría hacer que la colaboración sea redundante e improductiva (Chan, et al., 2018; Criscuolo, et al., 2017; Nooteboom et al., 2007).

Por otro lado, la posibilidad de establecer relaciones de cooperación para innovar y obtener un impacto positivo de las mismas, está también condicionado por el conocimiento y la gestión de los desafíos que le son inherentes a la innovación abierta. Estos no son muy conocidos en la literatura, porque mientras que la mayoría de los estudios se han centrado en resaltar los beneficios de esta estrategia, son pocos los que se han detenido a estudiar la complejidad implícita en el intercambio de conocimiento (Greco et al., 2019).

No obstante, la innovación abierta implica varios desafíos estratégicos, organizacionales y de gestión (Boschma, 2005; Cassiman y Valentini, 2016; Manzini y Lazzarotti, 2016). Entre otros, cabe destacar la gestión del riesgo de comportamientos oportunistas (Hagedoorn y Zobel, 2015), los spillovers o efectos de derrame indeseados (Arora et al., 2016) y los relacionados con el manejo de la propiedad intelectual de las partes implicadas (Hagedoorn y Zobel, 2015; Ullrich y Vladova, 2016). Estos desafíos pueden resumirse en la tensión existente entre la necesidad de abrir los procesos de innovación y al mismo tiempo proteger los activos claves de conocimiento de posibles comportamientos oportunistas de los socios; esto es lo que se conoce como la paradoja de la apertura (Laursen y Salter, 2014).

En la literatura relacionada hay bastante consenso acerca de la importancia del uso sistemático de mecanismos de apropiación formales o legales (patentes, registro de marca, etc.) y/o estratégicos (secretos industriales, acuerdos de confidencialidad, etc.). Este es un aspecto relevante para salvaguardar los activos de la empresa y para asegurar la apropiación del valor creado en alianzas (Hagedoorn y Zobel, 2015; Laursen y Salter, 2014; Stefan y Bengtsson, 2016; Zobel et al., 2017; Zhang y Groen, 2021). Sin embargo, no hay consenso y sigue existiendo controversia acerca del efecto que genera el uso de estos mecanismos sobre la posibilidad de cooperar.

Mientras los mecanismos de apropiación pueden brindar una mayor confianza a las empresas para que puedan participar en el establecimiento de las alianzas (Henttonen et al., 2016; Veer et al. 2016), su uso excesivo puede tener efectos contradictorios en la posibilidad de poner en práctica la innovación abierta (Alexy et al., 2009 ; Laursen y Salter, 2014). Por lo tanto, existe un punto óptimo entre la necesidad de proteger el conocimiento y la apertura (Laursen y Salter, 2014; Yu et al., 2020). A partir de este punto, es posible que se presenten rendimientos decrecientes en el efecto favorable que tiene el uso de una estrategia de apropiación sobre la apertura. No obstante, los estudios al respecto no diferencian el impacto según los tipos de mecanismos, formales y estratégicos, sobre el grado de apertura.

Además, la reducción de los efectos positivos está afectada, en gran medida, por las características implícitas en cada tipo de mecanismos, tales como el grado de protección de la imitación y el grado de divulgación de la información (Hall et al., 2014). Sin embargo, la literatura existente ha estudiado poco los efectos que estas contingencias ocasionan sobre la paradoja de la apertura. Por lo tanto, se requiere de una mayor comprensión del papel de la apropiación como aspecto que puede facilitar (u obstaculizar) la innovación abierta y sus efectos (West et al., 2014).

Lo que se ha expuesto anteriormente muestra que, a pesar de que la innovación abierta ha sido un campo prolífico de estudio, en el que se han producido una gran cantidad de investigaciones que han ayudado a mejorar el entendimiento sobre este paradigma, aún hay aristas en las que es necesario profundizar para tener un conocimiento más amplio y contextualizado del mismo. De acuerdo a Gambardella y Panico (2014) hay aún mucho potencial para ser explotado en la literatura

sobre sobre innovación abierta, sobre todo en los contextos geográficos donde hasta el momento esta dinámica ha sido poco estudiada (West y Bogers, 2017).

En este sentido, es necesario resaltar que tanto la práctica como el estudio de la innovación abierta ha estado principalmente concentrado en las economías desarrolladas (Agredo-Díaz et al., 2020; Bogers et al., 2019). En el caso de las economías emergentes, a pesar de que las empresas pueden presentar mayores obstáculos internos y externos para llevar a cabo el proceso de innovación en solitario (Hölzl y Janger, 2013), la práctica de innovación abierta es menor (Bernal-Torres y Frost-González, 2015; Bogers et al., 2019). Asimismo, aún es escasa la cantidad de estudios que tratan de entender el desarrollo del paradigma de la innovación abierta en estas economías, donde existen factores como la idiosincrasia propia del contexto, la escasa madurez de sus sistemas de innovación, la debilidad de sus sistemas de apropiación (Fu et al., 2014), y un conjunto de esfuerzos que intentan promover la conformación de alianzas entre el sector académico y el productivo, “que proporcionan un contexto muy rico y prolífico para estudiar empíricamente la innovación abierta” (Bogers et al., 2019, p.180).

Teniendo en cuenta lo anterior, la presente investigación contribuye a reducir estas brechas de conocimiento, mediante una profunda revisión de los antecedentes que enmarcan la definición de las hipótesis y su contraste a través de un análisis econométrico en el que se usan microdatos de las empresas del sector manufacturero de Colombia disponibles en la Encuesta de desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) aplicada de forma bianual por el Departamento Administrativo de Estadísticas de Colombia (DANE) a las empresas del sector manufacturero del país que se encuentran censadas en la Encuesta Anual Manufacturera EAM. En el anexo 1. se presenta una descripción detallada de la EDIT y de la forma que se complementaron algunos datos a partir de la segunda base de datos EAM.

El interés de realizar este estudio en Colombia, obedece a que este es un país, que al igual que varias de las economías emergentes de América Latina como Argentina, Chile y Brasil, entre otras, desde la década de los sesenta ha venido trabajando por incluir la ciencia y la tecnología como un pilar central del desarrollo económico y social del país (Colciencias y DNP, 2009). Este esfuerzo se ha visto materializado en una serie de acciones que buscan consolidar un marco normativo,

institucional, político y financiero para alcanzar este fin (CONPES, 2021). Dichas acciones inician en 1968 con la creación del Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas *Francisco José de Caldas* –Colciencias, convertido actualmente en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias y DNP, 2009); hasta el presente con la reestructuración del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y la promulgación de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2031. En todas ellas se han propuesto estrategias para fortalecer factores estructurales del sistema de innovación, tales como la disponibilidad de talento humano formado, los recursos financieros para apalancar la innovación, la generación y apropiación del conocimiento y la articulación entre los actores que conforman el sistema, entre otros.

A pesar de estos esfuerzos, el país sigue presentando varias deficiencias en términos de capacidad innovadora las cuales se reflejan en el alto número de empresas que no innovan- 74.5% en el sector manufacturero- (DANE, 2019); y en su pobre desempeño en el índice global de innovación, ya que el país ha venido perdiendo posiciones en este ranking desde el año 2013 (CONPES, 2021). Entre los muchos factores que pueden estar ocasionando esta situación, para los propósitos de este trabajo destacan aquellos relacionados con el bajo uso de servicios intensivos en conocimiento que hacen las empresas colombianas (Observatorio de Ciencia y Tecnología, 2019), y el bajo nivel de transferencia de conocimiento y tecnología hacia el sector productivo (CONPES, 2021). Estos dos factores a su vez revelan características propias de los agentes del sistema de innovación de las economías emergentes como la colombiana. Por un lado, está la estructura del sector productivo conformado principalmente por pequeñas y medianas empresas que están ubicadas principalmente en actividades tradicionales de baja intensidad tecnológica, centradas en la producción de bienes con poco valor agregado y las cuales no cuentan con las capacidades internas necesarias para demandar conocimiento y tecnología de su entorno (Vega Jurado et al., 2011), y aplicarlo en sus procesos productivos. Tradicionalmente en estos países de bajo nivel de desarrollo, solo hay un reducido número de empresas altamente innovadoras y dinámicas, que están conectadas con agentes internacionales, pero que tienen escaso relacionamiento con los actores locales, especialmente con las pequeñas empresas. Por estas razones, su contribución al cierre de la brecha tecnológica interna y a la generación de cambios relevantes en la estructura productiva es menor (Erbes et al., 2016).

Por otro lado, están las organizaciones de investigación (universidades y centros de investigación), estos actores son los principales generadores de conocimiento que sirve para atender las demandas del sector productivo y social (Guevara et al.,2013). Las universidades son las primeras llamadas a generar conocimiento que sea aplicable en el sector productivo, sin embargo, estas instituciones aún deben realizar la transición para pasar de instituciones dedicadas solo a la enseñanza a instituciones de educación basadas en mayor medida en la investigación (OCDE, 2014). Otros organismos como los centros de investigación públicos y autónomos, también desempeñan un rol fundamental como generadores de conocimiento, estos están especialmente vinculados a sectores productivos estratégicos del país (Guevara et al.,2013). Aunque Colombia ha hecho esfuerzos importantes para consolidar estos organismos, tanto al interior de las universidades como los que son autónomos, estos últimos aún están en procesos de consolidación, por lo que su aporte al desarrollo científico y tecnológico de los sectores productivos aún es escaso. Un caso similar ocurre con las universidades, que todavía no logran establecer una relación sistemática y productiva con las empresas del país (OCDE, 2014).

Por los motivos expuestos anteriormente, la articulación de los organismos de investigación con el sector productivo es una tarea que ha estado presente en la mayoría de propuestas públicas para aumentar los niveles de innovación del país. Ejercicios anteriores como los Comité Universidad Empresa- Estado, promovidos en 8 regiones del país desde el año 2007, han logrado poner en el punto de discusión tanto la necesidad de generar vínculos duraderos entre estos actores, como los inconvenientes que se deben afrontar para lograr este propósito (Morales- Gualdrón et al., 2015). En el más reciente referente de política pública de innovación de Colombia, como lo es la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2031, también se ha hecho énfasis en la necesidad de dinamizar el sistema de innovación a partir de las interrelaciones entre los agentes que lo conforman, y así facilitar la transferencia de tecnología entre los mismos (CONPES, 2021).

Aunque todavía se requieren muchos esfuerzos para consolidar la colaboración entre las organizaciones de investigación y el sector productivo, ya que el promedio de cooperación entre estos actores en Colombia es bajo, si compara con la puntuación promedio que obtienen las economías pertenecientes a la OCDE en la dimensión “colaboración universidad/industria para la investigación y desarrollo” del Índice Global de Innovación (WIPO, 2021); los esfuerzos que

vienen realizando este país desde hace más de una década le han servido para ocupar el sexto lugar de América Latina y el Caribe en este ranking, con el puesto 67 en la clasificación general y la posición 53 en la dimensión “colaboración universidad/industria para la investigación y desarrollo”, por encima de las economías más grandes de la región como son Argentina, Brasil, Chile y México, que ocupan la posición 91, 81, 77 y 84, respectivamente, en esta misma dimensión (WIPO, 2021).

Además, es necesario mencionar que aunque en Colombia se ha avanzado en la consolidación de un marco normativo que facilite y promueva la innovación, la normativa relacionada con la propiedad intelectual es aún incipiente y el sistema de propiedad intelectual colombiano es débil, lo que lleva a las empresas a preferir un mayor uso de mecanismos estratégicos de apropiación (Campi et al., 2018). Por las razones expuestas anteriormente, Colombia se convierte en un interesante caso de estudio que puede contribuir a entender los patrones y determinantes de la estrategia de innovación abierta en el contexto de las economías emergentes.

1.2 Objetivos e hipótesis de investigación

El desarrollo de la innovación requiere contar con un importante conjunto de conocimientos, tecnologías, recursos económicos y habilidades gerenciales, los que no siempre se encuentran en el interior de las empresas. De ahí que la cooperación con los demás actores que conforman los sistemas de innovación, tanto nacionales como internacionales, se convierta en una posible vía para afrontar esta escasez de recursos, que puede ser más pronunciada en las economías emergentes. En estos países, las empresas enfrentan altos retos para innovar tanto de tipo interno-relacionados con la escasa inversión en I+D, la falta de personal calificado, etc.-, como de tipo externo-relacionados con las políticas y factores del entorno que dificultan el proceso (Zanello et al., 2016).

La investigación empírica ha confirmado las bondades de abrir los procesos de innovación de las empresas a los flujos de conocimiento y demás recursos provenientes de una gran cantidad de actores. No obstante, pocos estudios se centran en estudiar los patrones y determinantes de la innovación abierta en contextos diferentes a las economías desarrolladas. Por lo tanto, aún existen

inquietudes por resolver, especialmente relacionadas con la práctica y resultados de esta estrategia en economías emergentes en las que, si bien las empresas, posiblemente necesiten más de la cooperación que sus contrapartes de países desarrollados, son las que menos la ponen en práctica. Algunas de estas preguntas son las siguientes: i) ¿Son los obstáculos que tienen las empresas para innovar aspectos que favorecen o limitan la cooperación?, ii) ¿Qué tipo de cooperación es más efectivo para afrontar cada tipo de obstáculo a la innovación?, iii) ¿Todos los tipos de cooperación favorecen de la misma forma el desempeño innovador?, iv) En economías con sistemas de propiedad intelectual débil, ¿el uso de mecanismos de apropiación facilita o dificulta el establecimiento de la innovación abierta?, v) ¿Existen diferencias en el impacto que causa el uso de diferentes tipos de mecanismos de apropiación sobre la posibilidad de que las empresas cooperen con su entorno?, si es así ¿de qué depende ese efecto diferenciado?. Teniendo en cuenta estas cuestiones, el objetivo general de esta tesis de doctorado es estudiar los factores determinantes que afectan la práctica y los patrones de innovación abierta en el sector manufacturero de Colombia.

Para desarrollar este objetivo, se formularon cuatro objetivos específicos. El primero es comprender cómo la selección de socios para la colaboración de las empresas colombianas se relaciona con obstáculos específicos que ellas identifican en el proceso de innovación. Un primer planteamiento que se propone aquí es que la cooperación es una forma de explotar conocimiento externo, pero es también una forma de hacer frente a los desafíos que enfrentan las empresas a la hora de innovar. Por lo tanto, se espera que las empresas que dan una alta prioridad a los obstáculos de financieros, de conocimiento, y/o de mercado, estarán más dispuesta a colaborar para enfrentarlos. Además, teniendo en cuenta la heterogeneidad de recursos y capacidades que existe entre los diferentes socios, especialmente entre las organizaciones de investigación y los socios empresariales, se propone que dependiendo del obstáculo que enfrenten las empresas priorizarán uno u otro tipo de cooperación. Aunque estudios previos llevados a cabo en países desarrollados han comprobado que las empresas que enfrentan obstáculos de conocimiento cooperarán principalmente con organizaciones de investigación, aquí se propone que en las economías emergentes estos patrones podrían resultar diferentes, debido a la distancia cognitiva que puede existir entre los agentes. El análisis empírico aquí se realiza con un panel de datos para el periodo 2007-2018.

El segundo objetivo es estudiar las implicaciones que la selección de los socios tiene sobre los resultados de la actividad innovadora. Teniendo en cuenta que no hay consenso generalizado sobre los efectos que causa la cooperación con actores externos sobre las capacidades de innovación de las empresas, que la literatura al respecto en economías emergentes es escasa y que estudios previos han sugerido que los efectos de la cooperación con organizaciones de investigación, que es muy promovida en las economías emergentes, podría tener efectos débiles sobre el desempeño innovador; aquí se propone los efectos de la cooperación sobre el desempeño innovador difieren dependiendo del tipo de cooperación que establezca la empresa, pero que también la magnitud del efecto está condicionada por el tipo y grado de novedad de las innovaciones. En especial la cooperación con organizaciones de investigación será más importante para empresas dedicadas a la innovación radical debido a que este tipo de innovación demanda una serie de conocimientos y desarrollos tecnológicos más complejos, que es posible encontrar en el sector científico. Por otro lado, las empresas dedicadas a la innovación incremental se verán más beneficiadas de la cooperación con otras empresas (clientes y proveedores), con sus competidores y con organizaciones extranjeras. En esta parte el análisis empírico se lleva a cabo con datos de panel, al igual que en el primer objetivo.

El tercer objetivo es estudiar la incidencia de la estrategia de apropiación sobre la decisión de cooperar con agentes externos y sobre los patrones de cooperación, dada la intensidad de conocimiento/tecnológica inmersa en el objetivo de la cooperación. En el proceso de cooperación, uno de los mayores riesgos que enfrentan las empresas es la fuga de conocimientos claves y la imitación por parte de la competencia actual o potencial. Teniendo en cuenta estos riesgos, además de las características propias de las economías emergentes- limitadas capacidades de innovación, baja cultura de protección de la propiedad intelectual y débiles sistemas de propiedad-, aquí se propone que, si bien la estrategia de apropiación es uno de los factores que influye positivamente en la determinación de las empresas de cooperar, un énfasis excesivo en mecanismos formales, como las patentes, podría tener efectos negativos sobre esta decisión. Por lo tanto, las empresas que usan mecanismos estratégicos, como el secreto industrial, tendrá una mayor propensión a colaborar. Asimismo, dado que el riesgo de imitación y de fuga de conocimiento difiere con cada tipo de socio, se espera que el efecto de la estrategia de apropiación también cambie dependiendo del tipo de cooperación que se establezca. Finalmente, se considera que la cooperación para

realizar actividades de alta intensidad de conocimiento/tecnológica, tales como la I+D, implica un mayor riesgo de fuga de conocimiento e imitación, especialmente cuando se coopera con clientes y/o proveedores; por lo tanto, lo que se propone es que estarán más dispuestas a cooperar en esta actividad aquellas empresas que cuenten con mecanismos formales. En este caso, el análisis empírico se lleva a cabo con datos de sección cruzada.

El cuarto y último objetivo es analizar los factores que tienen influencia sobre la estructuración de la estrategia de apropiación, y el efecto de esta decisión sobre el grado de apertura de la empresa al conocimiento externo. Por lo tanto, este objetivo incluye dos propósitos interrelacionados: (i) explorar si el temor a la imitación condiciona la elección de los mecanismos de apropiación, teniendo en cuenta sus diferencias en la capacidad para generar barreras a la imitación, y; (ii) evaluar cómo la estrategia de apropiación, condicionada indirectamente por el temor a la imitación, afecta el grado de apertura de las empresas, indagando si hay diferencias representativas entre los efectos ocasionados por los diferentes tipos de mecanismos. En este sentido, se propone que en las economías emergentes existe un fuerte temor a la imitación que condiciona la elección de los mecanismos de apropiación, pero que ante este temor las empresas se inclinarán principalmente por el uso de mecanismos estratégicos, debido a su mayor capacidad para disminuir el riesgo de imitación. También se propone que las características que diferencian a los dos tipos de mecanismos de apropiación, genera efectos diferenciados sobre el grado de apertura. Debido a que los mecanismos estratégicos implican un mayor nivel de hermetismo para divulgar información, sus efectos decrecientes sobre el grado de apertura aparecerán antes que el de los formales. En este análisis, al igual que en el tercer objetivo, se usan datos de sección cruzada.

La tabla I.1 resume los objetivos, las hipótesis y la metodología utilizada en esta tesis, además de la estrategia de publicación de los artículos resultantes. Se puede encontrar información detallada sobre la metodología en el capítulo correspondiente a cada capítulo.

1.3 Estructura de la tesis

La tesis se divide en cinco capítulos adicionales a esta introducción: El capítulo II, contiene un análisis acerca de la influencia que tienen las barreras a la innovación sobre la

propensión a colaborar , y sobre la decisión del tipo de socio con el que se colabora para tratar de superarlas. En el capítulo III se lleva a cabo la evaluación de los diferentes tipos de cooperación sobre el desempeño innovador, representado a través de tres medidas: innovación radical, innovación incremental e innovación de procesos. El capítulo IV está dedicado al estudio de la conformación de la estrategia de apropiación, concentrada en mecanismo formales o estratégicos, y cómo tiene una influencia diferenciada sobre la decisión de las empresas de comprometerse en la cooperación y sobre la elección de los tipos de colaboración que establece, supeditado esto también a la intensidad de conocimiento/tecnológica inmersa en el objetivo de la cooperación. En el Capítulo V se presenta un estudio exploratorio de la relación existente entre el temor a la imitación, la estructuración de la estrategia de apropiación, y entre esta última y sus efectos diferenciados sobre el grado de apertura de las empresas. Finalmente, el capítulo VI recapitula las principales conclusiones de la investigación, las implicaciones políticas y limitaciones del estudio, así como las propuestas sobre futuras líneas de investigación.

Tabla I.1 Estructura de la tesis

OBJETIVO GENERAL	Estudiar los factores determinantes que afectan la práctica y los patrones de innovación abierta en el sector manufacturero de Colombia		
Objetivos específicos	Hipótesis	Metodología	Estrategia de publicación
Comprender cómo la selección de socios para la colaboración de las empresas colombianas se relaciona con obstáculos específicos que ellas identifican en el proceso de innovación	• Las barreras financieras, de conocimiento y de mercado se relacionan positivamente con la propensión de las empresas a colaborar • Las empresas que enfrentan barreras financieras están más dispuestas a colaborar con organizaciones de investigación que con otras empresas • Las empresas que enfrentan barreras de conocimiento están más dispuestas a colaborar con otras empresas que con organizaciones de investigación. • Las empresas que enfrentan barreras de mercado están más dispuestas a colaborar con otras empresas que con organizaciones de investigación	• Revisión de la literatura • Análisis cuantitativo usando datos de panel (2007-2018) • Aplicación de modelos probit para determinar el efecto de los obstáculos a la innovación sobre la probabilidad de cooperar. • Aplicación de modelos probit para determinar el efecto diferenciado de cada tipo de obstáculos, dependiendo del tipo de cooperación	Artículo: “Overcoming innovation barriers through collaboration in emerging countries: the case of Colombian manufacturing firms” En segunda ronda de evaluación en la revista <i>Industry and Innovation</i> Revista clasificada en el Q1 en el área de Economía, de acuerdo al Factor de Impacto. (JCR)
Estudiar las implicaciones que la selección de los socios tiene sobre los resultados de la actividad innovadora	• En la innovación radical la cooperación con organizaciones de investigación tiene un mayor efecto positivo que la cooperación con otras empresas • En la innovación incremental la cooperación con otras empresas tiene un mayor efecto positivo que la cooperación con organizaciones de investigación • La cooperación con los competidores tiene efecto positivo en la innovación incremental, pero un efecto negativo en la innovación radical	• Revisión de la literatura • Análisis cuantitativo usando datos de panel (2007-2018) • Aplicación de modelos probit para determinar el efecto de los diferentes tipos de innovación sobre las tres medidas de desempeño innovador	Artículo: “How does technological cooperation affect the firms’ innovative performance in emerging economies? An empirical analysis of Colombian manufacturing industries” Primera versión presentada en 17th Globelics

	• La cooperación con socios internacionales tiene un mayor efecto positivo en la innovación incremental que en la innovación radical		International Conference, 2021 Segunda versión en preparación para el envío a evaluación
Estudiar la incidencia de la estrategia de apropiación sobre la decisión de cooperar con agentes externos y sobre los patrones de cooperación, dada la intensidad de conocimiento/tecnológica inmersa en el objetivo de la cooperación	• El uso de ambos tipos de mecanismos de apropiación (formales y estratégicos) tienen una relación positiva con la probabilidad de cooperar • El efecto de los mecanismos estratégicos es mayor que el de los formales sobre la probabilidad de cooperar. • Cuando el objeto de cooperación es la I+D, ambos tipos de mecanismos de apropiación tienen efecto positivo sobre la probabilidad de cooperar, pero es mayor el efecto de los formales. • El uso de ambos tipos de mecanismos de apropiación (formales y estratégicos) tienen una relación positiva con la probabilidad de cooperar con otras empresas. • El efecto de los mecanismos estratégicos es mayor que el de los formales sobre la probabilidad de cooperar con otras empresas. • Cuando el objeto de cooperación es la I+D, ambos tipos de mecanismos tienen efecto positivo sobre la probabilidad de cooperar con otras empresas, pero es mayor el efecto de los formales • El uso de ambos tipos de mecanismos de apropiación	• Revisión de la literatura • Análisis cuantitativo usando datos de sección cruzada • Aplicación de modelos Probit para determinar el efecto de la estrategia de apropiación sobre la probabilidad de cooperar, teniendo en cuenta el objetivo de la cooperación. • Aplicación de modelos Biprobit para determinar el efecto de la estrategia de apropiación sobre la probabilidad de llevar a cabo cooperación con otras empresas y/o con organizaciones de investigación, teniendo en cuenta el objetivo de la cooperación.	Artículo: “Innovación abierta y apropiación en el sector manufacturero de Colombia” Aceptado en la segunda ronda de evaluación (pendiente del resultado del filtro de originalidad) en la revista <i>Innovar</i> Revista clasificada en Q4 en el área de estrategia y gestión (SJR)

	(formales y estratégicos) tienen una relación positiva con la probabilidad de cooperar con organizaciones de investigación • El efecto de los mecanismos estratégicos sobre la probabilidad de cooperar con organizaciones de investigación es mayor que el de los formales, independientemente de si la cooperación es para todas las ACTI o solo para I+D.		
Analizar los factores que tienen influencia sobre la estructuración de la estrategia de apropiación, y el efecto de esta decisión sobre el grado de apertura de la empresa al conocimiento externo	• Ante el temor a ser imitadas, las empresas aumentarán el uso de mecanismos de apropiación • Ante el temor a la imitación la probabilidad del uso de mecanismos estratégicos será mayor que el de los formales, debido a que los primeros pueden prevenir la imitación mediante la no divulgación de la información. • La relación entre el uso de mecanismos de apropiación y la apertura es curvilínea • Los efectos negativos de los mecanismos estratégicos aparecen antes que los de los mecanismos formales, debido a que los primeros implican un mayor hermetismo	• Revisión de la literatura • Análisis cuantitativo usando datos de sección cruzada • Aplicación de modelos Poisson para determinar el efecto del temor a la imitación sobre la configuración de la estrategia de apropiación. • Aplicación de modelos Poisson para determinar el efecto de las diferentes estrategias de apropiación sobre el grado de apertura.	Artículo “Profundizando en la paradoja de la apertura: El efecto diferenciado de los mecanismos de apropiación” En proceso de revisión para envío a evaluación.

1.4 Referencias

- Agredo-Díaz, M.L; Ramírez-Ordoñez, F.A. Tabarquino-Muñoz, R.A. (2020). Open innovation and public policies in developing counties. *International Journal for Quality Research*, 14(3), 787–804. DOI: 10.24874/IJQR14.03-09
- Antonioli, D., Marzucchi, A., & Savona, M. (2017). Pain shared, pain halved? Cooperation as a coping strategy for innovation barriers. *The Journal of Technology Transfer*, 42(4), 841-864. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9545-9>
- Alexy, O., Criscuolo, P., & Salter, A. (2009). Does IP Strategy Have to Cripple Open Innovation? *Manament Intellectual Property*, 51(1), 70–77.
- Aloini, D., Lazzarotti, V., Manzini, R., & Pellegrini, L. (2017). IP, openness, and innovation performance: an empirical study. *Management Decision*, 55(6), 1307–1327. <https://doi.org/10.1108/MD-04-2016-0230>
- Arora, A., Athreye, S., & Huang, C. (2016). The paradox of openness revisited: Collaborative innovation and patenting by UK innovators. *Research Policy*, 45(7), 1352–1361. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.03.019>
- Arora, A., & Gambardella, A. (2010). Ideas for rent: An overview of markets for technology. *Industrial and Corporate Change*, 19(3), 775–803. <https://doi.org/10.1093/icc/dtq022>
- Baldwin, C. Y., & Henkel, J. (2015). Modularity and intellectual property protection. *Strategic Management Journal Strat. Mgmt. J*, 36, 1637–1655. <https://doi.org/10.1002/smj.2303>
- Barros, H. M. (2021). Neither at the cutting edge nor in a patent-friendly environment: Appropriating the returns from innovation in a less developed economy. *Research Policy*, 50(1), 104097. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104097>
- Bayona-Saez, C., Cruz-Cázares, C., García-Marco, T., & Sánchez García, M. (2017). Open innovation in the food and beverage industry. *Management Decision* (Vol. 55, Issue 3). <https://doi.org/10.1108/MD-04-2016-0213>
- Belderbos, R., Carree, M., Diederen, B., Lokshin, B., & Veugelers, R. (2004). Heterogeneity in R&D cooperation strategies. *International Journal of Industrial Organization*, 22(8–9), 1237–1263. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2004.08.001>
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2004). Cooperative R&D and firm performance. *Research Policy*, 33(10), 1477–1492. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2004.07.003>
- Blind, K., Edler, J., Frietsch, R., & Schmoch, U. (2006). Motives to patent: Empirical evidence from Germany. *Research Policy*, 35(5), 655–672. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2006.03.002>
- Bogers, M. (2011). The open innovation paradox: Knowledge sharing and protection in R&D collaborations. *European Journal of Innovation Management*, 14(1), 93–117. <https://doi.org/10.1108/14601061111104715>
- Bogers, M., Burcharth, A., & Chesbrough, H. (2019). Open Innovation in Brazil: Exploring oportunities and challenges. *International Journal of Innovation*, 7(2), 178–191.

- Boschma, R. (2005). Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies*, 39(1), 61–74. <https://doi.org/10.1080/0034340052000320887>
- Campi, M., Antonio, M., & Esterling, D. (2018). ¿El fortalecimiento de los derechos de propiedad intelectual estimula la innovación? Un análisis exploratorio de la dinámica de patentamiento por sectores industriales en Colombia, 1980-2010. *Cuadernos de Administración*, 33, 1900–7205.
- Capponi, G., Criscuolo, P., Martinelli, A., & Nuvolari, A. (2019). Profiting from innovation: Evidence from a survey of Queen’s Awards winners. *Structural Change and Economic Dynamics*, 49, 155–169. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2019.02.002>
- Carree, M., Lokshin, B., & Alvarez Alvarez, H. (2019). Technology partnership portfolios and firm innovation performance: Further evidence. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 54, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2019.07.001>
- Castillo-Vergara, M., & Torres Aranibar, E. (2019). El papel de la Cooperación para Desarrollar Innovación Tecnológica en la PYME. *Journal of Technology Management & Innovation*, 14(4), 41–53. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242019000400041>
- Cheng, C. C. J., & Huizingh, E. K. R. E. (2014). When is open innovation beneficial? The role of strategic orientation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(6), 1235–1253. <https://doi.org/10.1111/jpim.12148>
- Chen, H., Zeng, S., Yu, B., & Xue, H. (2020). Complementarity in Open Innovation and Corporate Strategy: The Moderating Effect of Ownership and Location Strategies. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(3), 754–768. <https://doi.org/10.1109/TEM.2018.2889804>
- Chesbrough, H., & Bogers, M. (2014). Explicating Open Innovation: Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation. In H. Chesbrough, W. Vanhaverbek, & J. West (Eds.), *New Frontiers in Open Innovation* (Oxford Uni, pp. 3–28).
- Chesbrough, H., Lettl, C., & Ritter, T. (2018). Value Creation and Value Capture in Open Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 35(6), 930–938. <https://doi.org/10.1111/jpim.12471>
- Cohen, W. M., Goto, A., Nagata, A., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2002). RandD spillovers, patents and the incentives to innovate in Japan and the United States. *Research Policy*, 31(8–9), 1349–1367. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00068-9](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00068-9)
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152.
- Colciencias y DNP. 2009. Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación-CONPES 3582. Departamento Nacional de Planeación. Bogotá. <https://minciencias.gov.co/node/301>
- Colombelli, A., Grilli, L., Minola, T., & Mrkajic, B. (2020). To what extent do young innovative companies take advantage of policy support to enact innovation appropriation mechanisms? *Research Policy*, 49(10), 103797. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.05.006>
- Conpes (2021). Política nacional de ciencia, tecnología e innovación 2022-2031. <https://minciencias.gov.co/conpes-politica-ctei-2021-2030/>

- Conti, R., Gambardella, A., & Novelli, E. (2013). Research on Markets for Inventions and Implications for R&D Allocation Strategies. *The Academy of Management Annals*, 7(1), 717–774. <https://doi.org/10.1080/19416520.2013.787709>
- Dahlander, L., O'Mahony, S., & Gann, D. M. (2016). One Foot i, One foot out: How does individual's external search breadth affect innovation outcomes? *Strategic Management Journal*, 37, 280–302.
- DANE. (2019). Boletín Técnico EDIT 2017 - 2018. 1–60. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/boletin_EDIT_manufacturera_2017_2018.pdf
- Erbes, A., Katz, J., & Suarez, D. (2016). Aportes latinoamericanos para la construcción del enfoque del SNI. El énfasis en el desarrollo. In A. Erbes & D. Suárez (Eds.), *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Ediciones UNGS.
- Foege, J. N., Lauritzen, G. D., Tietze, F., & Salge, T. O. (2019). Reconceptualizing the paradox of openness: How solvers navigate sharing-protecting tensions in crowdsourcing. *Research Policy*, 48(6), 1323–1339. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.01.013>
- Foege, J. N., Piening, E. P., & Salge, T. O. (2017). Don't get caught on the wrong foot: A resource-based perspective on imitation threats in innovation partnerships. *International Journal of Innovation Management*, 21(3). <https://doi.org/10.1142/S1363919617500232>
- Freel, M., & Robson, P. J. (2017). Appropriation strategies and open innovation in SMEs. *International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship*, 35(5), 578–596. <https://doi.org/10.1177/0266242616654957>
- Gambardella, A., & Panico, C. (2014). On the management of open innovation. *Research Policy*, 43(5), 903–913. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2013.12.002>
- Guevara, A., Bueno, E., Colorado, L., Salazar, M., y Lucio, J. Análisis de los centros autónomos de I+DT desde las áreas de la ciencia y la tecnología. En J. Lucio (Ed), *Observando el Sistema Colombiano de Ciencia, Tecnología e Innovación: sus actores y sus productos*. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- González-Álvarez, N., & Nieto-Antolín, M. (2007). Appropriability of innovation results: An empirical study in Spanish manufacturing firms. *Technovation*, 27(5), 280–295. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2006.12.004>
- Greco, M., Grimaldi, M., & Cricelli, L. (2019). Benefits and costs of open innovation: The BeCO framework. *Technology Analysis and Strategic Management*, 31(1), 53–66. <https://doi.org/10.1080/09537325.2018.1484442>
- Hagedoorn, J., & Zobel, A. K. (2015). The role of contracts and intellectual property rights in open innovation. *Technology Analysis and Strategic Management*, 27(9), 1050–1067. <https://doi.org/10.1080/09537325.2015.1056134>
- Hall, B., Helmers, C., Rogers, M., & Sena, V. (2014b). The choice between formal and informal intellectual property: A review. *Journal of Economic Literature*, 52(2), 375–423. <https://doi.org/10.1257/jel.52.2.375>

- Henttonen, K., Hurmelinna-Laukkanen, P., & Ritala, P. (2016). Managing the appropriability of R&D collaboration. *R and D Management*, 46, 145–158. <https://doi.org/10.1111/radm.12121>
- Herstad, S. J., Aslesen, H. W., & Ebersberger, B. (2014). On industrial knowledge bases, commercial opportunities and global innovation network linkages. *Research Policy*, 43(3), 495–504. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.08.003>
- Hertzfeld, H. R., Link, A. N., & Vonortas, N. S. (2006). Intellectual property protection mechanisms in research partnerships. *Research Policy*, 35(6), 825–838. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.04.006>
- Holgersson, M., Granstrand, O., & Bogers, M. (2018). The evolution of intellectual property strategy in innovation ecosystems: Uncovering complementary and substitute appropriability regimes. *Long Range Planning*, 51(2), 303–319. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.08.007>
- Huang, S., Chen, J., & Liang, L. (2018). How open innovation performance responds to partner heterogeneity in China. *Management Decision*, 56(1), 26–46. <https://doi.org/10.1108/MD-04-2017-0452>
- Hurmelinna-laukkanen, P. (2009). The availability, strength and efficiency of appropriability mechanisms – protecting investments in knowledge creation. *International Journal Technology Management*, 45, 282–290.
- Hurmelinna-Laukkanen, P., & Puumalainen, K. (2007). Nature and dynamics of appropriability: Strategies for appropriating returns on innovation. *R and D Management*, 37(2), 95–112. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2007.00460.x>
- Jugend, D., Jabbour, C. J. C., Alves Scaliza, J. A., Rocha, R. S., Junior, J. A. G., Latan, H., & Salgado, M. H. (2018). Relationships among open innovation, innovative performance, government support and firm size: Comparing Brazilian firms embracing different levels of radicalism in innovation. *Technovation*, 74–75(February), 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.02.004>
- Kafouros, M., Love, J. H., Ganotakis, P., & Konara, P. (2020). Experience in R&D collaborations, innovative performance and the moderating effect of different dimensions of absorptive capacity. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119757. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119757>
- Katila, R., & Ahuja, G. (2002). Something Old, Something New: A Longitudinal Study of Search Behavior and New Product. *The Academy of Management Journal*, 45(6), 1183–1194.
- Laursen, K., & Salter, A. (2006). Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, 27(2), 131–150. <https://doi.org/10.1002/smj.507>
- Laursen, K., & Salter, A. J. (2014). The paradox of openness: Appropriability, external search and collaboration. *Research Policy*, 43(5), 867–878. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.004>

- Löfsten, H., & Lindelöf, P. (2005). Environmental hostility, strategic orientation and the importance of management accounting - An empirical analysis of new technology-based firms. *Technovation*, 25(7), 725–738. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.01.007>
- Milesi, D., Petelski, N., & Verre, V. (2013). Innovation and appropriation mechanisms: Evidence from Argentine microdata. *Technovation*, 33(2–3), 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.12.001>
- Miozzo, M., Desyllas, P., Lee, H. F., & Miles, I. (2016). Innovation collaboration and appropriability by knowledge-intensive business services firms. *Research Policy*, 45(7), 1337–1351. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.03.018>
- Morales-Gualdrón, S., Giraldo-Gómez, A. (2015). Análisis de una innovación social: el Comité Universidad Empresa Estado del Departamento de Antioquia (Colombia) y su funcionamiento como mecanismo de interacción. *Innovar*, 25(56):141-152. <https://doi.org/10.15446/innovar.v25n56.48996>
- Neuhäusler, P. (2012). The use of patents and informal appropriation mechanisms - Differences between sectors and among companies. *Technovation*, 32(12), 681–693. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.07.004>
- Nieto, M. J., & Santamaría, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 27(6–7), 367–377. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2006.10.001>
- Nooteboom, B., Van Haverbeke, W., Duysters, G., Gilsing, V., & Van den Oord, A. (2007). Optimal cognitive distance and absorptive capacity. *Research Policy*, 36(7), 1016-1034. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.04.003>
- Observatorio de Ciencia y Tecnología. (2019). Informe Anual de Indicadores de Ciencia y Tecnología 2018. <https://ocyt.org.co/productos2/>
- OCDE. (2014). Estudios de la OCDE de las Políticas de Innovación: Colombia. <https://www.oecd.org/sti/inno/colombia-innovation-reviewassessmentandrecommendations-spanish.pdf>
- OCDE. (2018). Manual de OSLO: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. In OECD/Comunidades Europeas (4th ed., Vol. 66). <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001708.pdf>
- Olander, H., Vanhala, M., & Hurmelinna-Laukkanen, P. (2014). Reasons for choosing mechanisms to protect knowledge and innovations. *Management Decision*, 52(2), 207–229. <https://doi.org/10.1108/MD-11-2012-0791>
- Ordover, J. A. (1991). A patent system for both diffusion and exclusion. *Journal of Economic Perspectives*, 5(1), 43–60.
- Pollok, P., Lüttgens, D., & Piller, F. T. (2019). Attracting solutions in crowdsourcing contests: The role of knowledge distance, identity disclosure, and seeker status. *Research Policy*, 48(1), 98–114. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2018.07.022>

- Ray, S., & Ray, P. K. (2021). Innovation strategy of latecomer firms under tight appropriability regimes: The Indian pharmaceuticals industry. *Journal of International Management*, 27(1), 100820. <https://doi.org/10.1016/j.intman.2020.100820>
- Sağ, S., Sezen, B., & Alpan, L. (2019). Determinants of Open Innovation and their Interrelations. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 16(4), 1–20. <https://doi.org/10.1142/S0219877019400017>
- Sağ, S., Sezen, B., & Güzel, M. (2016). Factors That Motivate or Prevent Adoption of Open Innovation by SMEs in Developing Countries and Policy Suggestions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 235(October), 756–763. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.11.077>
- Salazar-Elena, J. C., López, A., Guimón De Ros, J., & Cancino, C. A. (2020). Sincerity is a dangerous thing: On how appropriability regimes shape innovation strategies. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 38(5), 5521–5528. <https://doi.org/10.3233/JIFS-179643>
- Stefan, I., & Bengtsson, L. (2016). Appropriability: A key to opening innovation internationally? *International Journal of Technology Management*, 71(3–4), 232–252. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2016.078570>
- Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15(February), 285–305. https://doi.org/10.1142/9789812833181_0005
- Van de Vrande, V., de Jong, J. P. J., Vanhaverbeke, W., & de Rochemont, M. (2009). Open innovation in SMEs: Trends, motives and management challenges. *Technovation*, 29(6–7), 423–437. <https://doi.org/10.1016/J.TECHNOVATION.2008.10.001>
- Vega Jurado, J.; Manjarres Henríquez, L.; Castro Martínez, E. & Fernández De Lucio, I. (2011). Las relaciones Universidad-Empresa: Tendencias y desafíos en el marco del Espacio Iberoamericano del conocimiento. *Revista Iberoamericana de Educación* (57), 109-124. <https://doi.org/10.35362/rie570488>
- West, J., & Bogers, M. (2014). Leveraging external sources of innovation: A review of research on open innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(4), 814–831. <https://doi.org/10.1111/jpim.12125>
- West, J., & Bogers, M. (2017). Innovation Organization & Management Open innovation: current status and research opportunities Open innovation: current status and research opportunities. *Innovation: Organization and Management*, 19(1), 43–50. <https://doi.org/10.1080/14479338.2016.1258995>
- West, J., Salter, A., Vanhaverbeke, W., & Chesbrough, H. (2014). Open innovation: The next decade. *Research Policy*, 43(5), 805–811. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.03.001>
- WIPO. (2021). Global Innovation Index 2021. In S. Dutta, B. Lanvin, L. Rivera-León, & S. Wunsch-Vicent (Eds.), Malaysian Science and Technology Information Centre (MASTIC) (Issue June). https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf
- Yacoub, G., Storey, C., & Haefliger, S. (2020). Appropriability mechanisms for manufacturing and service firms: the contingencies of openness and knowledge intensity. *R and D Management*, 50(5), 551–572. <https://doi.org/10.1111/radm.12411>

- Yu, M. J., Chuang, H. J., Hsu, M. Y., & Lin, P. F. (2020). Firm heterogeneity, appropriability, and innovation collaboration. *Technology Analysis and Strategic Management*, 32(10), 1156–1168. <https://doi.org/10.1080/09537325.2020.1747609>
- Zhang, J., & Groen, A. (2021). Informal and formal open activities: Innovation protection methods as antecedents and innovation outputs as consequences. *Technological Forecasting and Social Change*, 167(August 2019), 120696. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120696>
- Zobel, A. K., Lokshin, B., & Hagedoorn, J. (2017). Formal and informal appropriation mechanisms: The role of openness and innovativeness. *Technovation*, 59(October 2014), 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.10.001>

Anexo 1.1 Descripción de base de datos usada

Para realizar la investigación se utilizó la información recolectada en la cuarta Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico de Colombia (EDIT), que realiza el Departamento Administrativo de Estadística (DANE) a las empresas manufactureras del país. La EDIT acoge conceptos sobre innovación y pautas de medición de la misma establecidas en el Manual de Oslo y el Manual de Bogotá para hacer el seguimiento de las actividades de innovación llevadas a cabo por las empresas manufactureras ubicadas en Colombia. La encuesta se subdivide en seis capítulos:

Capítulos	Descripción
I. Innovación y su impacto en la empresa	Captura información acerca de las innovaciones que realizó la empresa y los principales propósitos que persigue con ello; identifica los impactos que ha tenido sobre la empresa la realización de innovaciones; determina el estado de avance de los resultados de las innovaciones, e indaga sobre los factores que obstaculizan el logro de la innovación.
II. Inversión en actividades científicas, tecnológicas y de innovación ACTI	Recoge información sobre las distintas actividades que realiza la empresa en su proceso de innovación, así como el monto de recursos que invierte anualmente en cada una de las actividades.
III. Financiamiento de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación	Caracteriza la estructura de financiamiento de la empresa para la realización de ACTI; obtiene información sobre los montos financiados mediante programas de cofinanciación y crédito proveniente de distintas fuentes, y detecta posibles obstáculos en el acceso al financiamiento público y a los incentivos tributarios existentes.
IV. Personal ocupado relacionado con ACTI	Cuantifica y caracteriza el personal ocupado promedio de la empresa y el personal ocupado promedio que participó en ACTI por nivel educativo. También caracteriza el personal en ACTI según áreas funcionales y nivel educativo e identifica el número total de personas que recibieron, a cuenta de la empresa, tanto capacitación como formación especializada con recursos de ACTI.
V. Relaciones con actores del Sistema SNCTI y cooperación para la innovación	Indaga sobre las fuentes de ideas para la innovación, las relaciones de la empresa con los demás actores del Sistema nacional de Ciencia Tecnología e Innovación-SNCTI- que apoyan la realización de ACTI, y obtiene información sobre las relaciones de cooperación para la innovación que se desarrollaron entre las empresas y los demás actores del SNCTI, según los objetivos perseguidos.
VI. Propiedad intelectual, certificaciones de calidad	Indaga sobre los distintos tipos de protección de propiedad intelectual solicitados o utilizados por la empresa, así como los posibles obstáculos que encontró para utilizar el sistema de protección de la propiedad intelectual. También se pregunta sobre la obtención de certificaciones de calidad de proceso o producto, y el grado de importancia que para la empresa significó la obtención de estas certificaciones.
VII. Gestión Empresarial (Solo se incluye en las dos últimas ediciones de la EDIT para los periodos 2015-2016 y 2017-2018.)	Se caracteriza y relaciona el tipo de propietario(a) de la empresa con la toma de decisiones, se indaga sobre la forma en que la empresa soluciona problemas en sus procesos productivos, uso y frecuencia de revisión de indicadores de monitoreo de las actividades de la empresa, cumplimiento metas de producción, uso de políticas de bonos de desempeño para el personal y políticas de ascenso.

La encuesta se realiza cada dos años, en la investigación se usaron las 6 oleadas de la EDIT: EDIT IV (2007-2008), EDIT V (2009-2010), EDIT VI (2011-2012), EDIT VII (2013-2014), EDIT VIII (2015-2016), EDIT IX (2017-2018). Las tres primeras versiones de la EDIT usadas aquí, no contienen datos sobre las ventas y exportaciones, por este motivo fue necesario obtener estos datos de una segunda base de datos que es la Encuesta Anual Manufacturera, llevada a cabo también por el DANE, y que si contiene esta información para el mismo universo de empresas que se tienen en la EDIT. De esta manera para la EDIT IV (correspondiente al periodo 2007-2008) se tomaron los valores de las ventas y exportaciones el año 2008 de la EAM, no se consideró los de 2007 ni hacer promedio entre los dos años porque el año 2007 tiene demasiados datos perdidos en estas variables. De forma similar la EDIT V (2009-2010) no tiene los datos los datos de estas variables de ventas y exportaciones, por lo que nuevamente se recurrió a la EAM para obtener estos datos y hacer el promedio para los dos años para dar valor a estas variables. La EDIT VI (2011-2012) solo tiene las venta y exportaciones correspondientes al año 2012, lo cual se trabajó con ese dato.

CAPÍTULO II: SUPERANDO LAS BARRERAS A LA INNOVACIÓN A TRAVÉS DE LA COLABORACIÓN

2.1 Introducción

Las contribuciones seminales sobre el enfoque sistémico de la innovación (Freeman, 1987; Lundvall, 1988) y los beneficios de la innovación abierta (Chesbrough, 2003), generaron una cantidad significativa de producción científica que ha analizado el vínculo entre colaboración y capacidad innovadora de las empresas (Belderbos et al., 2004a; Chen et al., 2011; Greco et al., 2016; Laursen y Salter, 2006; Spanos, 2021), y las motivaciones que están detrás de la creación de redes de colaboración (Belderbos et al., 2004b; Carboni, 2013; Guerrero et al., 2019; Tether, 2002).

Un aspecto en el que en la actualidad se ha alcanzado un alto nivel de acuerdo general es que la colaboración no solo es una parte clave de la estrategia de las empresas para complementar el conocimiento interno y explotar el conocimiento externo (Cohen y Levinthal, 1990; Von Hippel, 1994), sino que también puede ser entendida como un mecanismo que permite a las empresas enfrentar y superar obstáculos presentes en el desarrollo de proyectos de innovación complejos, de alto riesgo y/o costosos (Arranz et al., 2019; Dachs et al., 2008; D'Este et al., 2012; Kanama y Nishikawa, 2017; Miotti y Sachwald, 2003). La mayor parte de estudios de esta línea de investigación se han centrado principalmente en las economías industrializadas y de alto ingreso, aunque algunos estudios han demostrado que los obstáculos a la innovación se perciben con mayor frecuencia en los países menos avanzados tecnológicamente (Hölzl y Janger, 2013). Lo anterior se debe, en parte, a que el nivel de desarrollo alcanzado por los países no solo está asociado a los factores determinantes del crecimiento de los ingresos, sino también a la estabilidad institucional que puede garantizar condiciones sociales y políticas más estables que favorezcan un entorno innovador. En esta dirección, un mayor nivel de desarrollo permite a las empresas disfrutar de una mejor regulación y condiciones de mercado, así como un mejor y constante acceso a recursos financieros, a activos de conocimiento, así como a habilidades avanzadas y específicas (Zanello et al., 2016). Todos estos elementos deben entenderse como facilitadores cruciales del desempeño innovador de las empresas.

En los países en vía de desarrollo, las empresas enfrentan carencias y barreras específicas o más notables, y esto es un aspecto condicional de sus procesos de innovación. De hecho, una alta dependencia de recursos externos para llevar a cabo innovaciones por parte de las empresas se justifica más claramente en contextos en desarrollo como los países de América Latina (De Fuentes y Dutrénit, 2016). Si bien los gobiernos de estas economías han realizado esfuerzos notables para promover la colaboración entre diferentes actores dentro de los sistemas nacionales de innovación, y especialmente entre organizaciones de investigación y las empresas (Moraes Silva et al., 2020), la comprensión y práctica actual de la estrategia de innovación abierta aún es limitada en estos países, en comparación con la dinámica seguida en los países desarrollados (Bogers et al., 2019). Un análisis profundo de los aspectos específicos que se relacionan con los patrones de colaboración, considerando las capacidades internas de las empresas para innovar, puede contribuir a explicar las motivaciones diferenciadas de la práctica de la innovación abierta en contextos en desarrollo.

Estudios comparativos en países industrializados muestran que la percepción de las empresas sobre la escasez de conocimientos y habilidades, las induce a priorizar la colaboración con organizaciones de investigación, en lugar de la colaboración con otras empresas (Amoroso, 2017; Antonioli et al., 2017; Arranz et al., 2019; Belderbos et al., 2004b). El estudio reciente de Moraes Silva et al. (2020) llama la atención sobre la posibilidad de que la percepción de las empresas sobre la contribución que las organizaciones de investigación, tales como universidades e instituciones públicas de investigación, realizan a la superación de los obstáculos de innovación pueda ser menos relevante en las economías emergentes. Sin embargo, este trabajo no realiza un análisis comparativo por tipo de socio ni evalúa el efecto de barreras externas como las de mercado, que también son importantes para las empresas de países emergentes. La provisión de nueva evidencia que considere estos aspectos puede contribuir a comprender tanto la importancia relativa de los socios como las razones explicativas subyacentes de las preferencias de las empresas a la hora de poner en práctica la estrategia de innovación abierta.

Entre las razones que podrían explicar la menor contribución de las organizaciones de investigación para superar las barreras para innovar en las empresas de países emergentes, se encuentra la distancia tecnológica/cognitiva (Nooteboom et al., 2007) existente entre las

organizaciones cooperantes. En esta línea, algunas contribuciones sugieren que la distancia cognitiva entre las empresas y los organismos de investigación puede ser alta, debido a que, por ejemplo, el sistema de incentivos de las universidades no está alineado con el de la empresa innovadora (Criscuolo et al.; 2017b). Adicionalmente, las universidades y otras organizaciones de investigación están más enfocadas en la investigación básica (Galati y Bigliardi, 2017) que en la investigación aplicada, siendo esta última de mayor interés para las empresas. Ante estas diferencias, es probable que las empresas colaboren con otro tipo de socios como proveedores y clientes, con quienes tienen mayor proximidad cognitiva (O' Connor et al., 2020).

Además, la posibilidad de una distancia cognitiva óptima entre socios potenciales puede depender del contexto, dadas las desigualdades entre regiones en cuanto a las capacidades de absorción de las empresas y las capacidades de investigación de las universidades e institutos públicos de investigación (Arundel et al., 2021). Por lo tanto, es relevante resaltar que estas interacciones entre empresas y organismos de investigación (incluidas las universidades) pueden variar según los niveles previos de las capacidades tecnológicas de las empresas, ya que aquellas con mayor nivel obtendrán mayores beneficios de estas interacciones (Fernández de Lucio et al. al., 2000). Sin embargo, las capacidades tecnológicas y de innovación de la mayoría de las empresas en las economías en desarrollo son más limitadas (Zanello et al., 2016), entre otras razones, porque la mayoría de ellas están ubicadas en industrias tradicionales o en actividades de bajo contenido tecnológico en las que la demanda de conocimiento científico o tecnológico no es tan representativa (Vega Jurado et al., 2011). Por esta razón, las empresas no ven a las organizaciones de investigación como una fuente primaria de conocimiento y como un socio para innovar (De Fuentes y Dutrénit, 2012). Podrían preferir entonces, la colaboración con otros actores con los que perciben una mejor relación coste-beneficio (Kafouros et al., 2020) para superar los obstáculos y mejorar su desempeño innovador. En relación con esto, algunos estudios sugieren un vínculo más débil entre las colaboraciones universitarias y el desempeño innovador en las regiones menos desarrolladas (Qiu et al., 2017; Qiu y Yang, 2018; Temel et al., 2013).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, aún es necesario realizar esfuerzos para generar mayor evidencia empírica que, a partir de las economías emergentes, permita detectar si existen motivaciones y patrones diferenciados de innovación abierta, posibilitando además aportar

argumentos válidos que los expliquen. Del mismo modo, es posible contrastar si la idea extendida de que las empresas que enfrentan obstáculos de conocimiento priorizan la colaboración con organizaciones de investigación es adecuada en el caso de economías emergentes, y en qué medida la distancia cognitiva puede afectar este patrón. Sin embargo, faltan estudios que analicen este problema, a pesar de su relevancia desde el punto de vista de las políticas públicas de innovación.

Esta investigación tiene como objetivo contribuir a este debate, estudiando el vínculo entre la propensión a colaborar con diferentes tipos de socios y obstáculos a la innovación que enfrentan las empresas en una economía emergente. Para el análisis empírico se usaron datos longitudinales de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica de Colombia (EDIT, 2007-2018). Los resultados obtenidos de las estimaciones econométricas brindan un soporte sólido que permite confirmar el hecho de que las empresas utilizan la colaboración con otros agentes como un mecanismo para superar barreras específicas en el proceso de innovación. Además, estos resultados muestran la existencia de patrones de innovación abierta que revelan diferencias al compararlos con lo hallado en estudios previos realizados en economías industrializadas. Específicamente, la colaboración con organizaciones de investigación es un mecanismo menos relevante para aliviar las barreras a la innovación en Colombia. Por lo tanto, es posible argumentar que la combinación entre los obstáculos de innovación que las empresas consideran relevantes y los socios preferidos para enfrentarlos, contribuyen a explicar la existencia de patrones diferenciados de innovación abierta. Además, que la distancia cognitiva entre socios potenciales (por ejemplo, entre empresas y organizaciones de investigación) es una de las razones que guía la elección de los patrones de colaboración de las empresas estudiadas. Estos resultados, que también pueden extenderse a otros países emergentes, no solo invitan a replicar este tipo de análisis empírico, sino también a buscar explicaciones adicionales.

Este capítulo se organiza de la siguiente manera. En el apartado 2 se presenta el debate científico y los antecedentes de la literatura que esta investigación contribuye a ampliar, así como el desarrollo de hipótesis que orientan el análisis. Los datos y métodos utilizados se explican en la sección 3, y en la sección 4 se presenta los resultados. Finalmente, la sección 5 ofrece algunas observaciones finales e implicaciones para la política de innovación.

2. 2. Revisión de la literatura e hipótesis

Desde el artículo seminal de Cohen y Levinthal (1990), se acepta la capacidad de absorción de las empresas para utilizar el conocimiento externo, es un componente crucial de sus capacidades innovadoras, mientras que la colaboración o el establecimiento de acuerdos de cooperación es visto como el principal canal formal para desarrollar esta capacidad (Miotti y Sachwald, 2003).

Partiendo de estos dos supuestos, entre las aproximaciones más extendidas en el estudio de la colaboración para actividades innovadoras, se destacan dos líneas de investigación. Por un lado, están los estudios centrados en el análisis del vínculo entre colaboración y desempeño innovador (Belderbos et al., 2004a; Laursen y Salter, 2006; Mowery, 1998; Spanos, 2021). Por otro, se encuentran aquellos estudios que identifican los factores determinantes de la decisión de las empresas de colaborar para desarrollar proyectos innovadores (Carboni, 2013; Miotti y Sachwald, 2003; Moraes Silva et al., 2020; Tether, 2002). Si bien la diferencia entre estas dos líneas de investigación puede parecer sutil, dado que los beneficios esperados de la colaboración muy probablemente serán parte fundamental de la base de las decisiones de las empresas para participar en este tipo de acuerdos, estas líneas generalmente están ubicadas en dos agendas de investigación diferentes. Esta división se adopta desde el punto de vista metodológico: en la primera, el desempeño innovador se explica por la colaboración y otras variables; mientras que, en la segunda, ciertas características y percepciones de los agentes explican la decisión de colaborar. Este estudio tiene como objetivo contribuir al debate sobre esta segunda línea de investigación. En particular, aquí se muestra que el análisis de la colaboración para innovar es un aspecto dependiente del contexto y que este puede tener implicaciones significativas para el estudio de las decisiones de las empresas de participar en acuerdos de cooperación, por lo que existen connotaciones específicas cuando se aplica a economías emergentes.

2.2.1 Los obstáculos para innovar como promotores de los acuerdos de colaboración

Hay tres razones fundamentales detrás de la decisión de las empresas de colaborar que, al menos teóricamente, la literatura ha identificado hasta el momento: primero, el acceso a nuevos conocimientos o tecnología complementarios; en segundo lugar, la internalización de posibles

derrames de conocimientos, y; tercero, el objetivo de compartir con otros agentes los riesgos y costes asociados a los desarrollos tecnológicos (Cassiman y Veugelers, 2002; D'Este et al., 2012; Mariti y Smiley, 1983; Spanos, 2021; Teece, 1986). En consecuencia, la idea de que la colaboración es una forma de superar un conjunto de obstáculos a la innovación ha ido ganando terreno entre los académicos y es ampliamente argumentada en varios estudios (Barge-Gil, 2010; D'Este et al., 2012; López, 2008).

Una inmersión en la complejidad del proceso innovador lleva necesariamente a aceptar que las empresas enfrentan un conjunto diverso de obstáculos, y además que estos obstáculos pueden variar según el contexto donde se localizan las empresas. Los obstáculos para innovar son de naturaleza muy diversa, van desde dificultades puramente financieras hasta problemas relacionados con la disponibilidad de habilidades condicionadas por la característica de los mercados laborales, así como los activos de conocimiento disponibles dentro de la organización. La literatura al respecto diferencia entre *barreras internas*- tales como las resistencias organizacionales o capacidades de la empresa- (Hölzl y Janger, 2013), y *barreras externas*, referidas al entorno institucional en el que opera la empresa (Pereira-Cabral et al., 2020). La tercera edición del Manual de Oslo (OCDE, 2005) contiene una taxonomía que clasifica los obstáculos para innovar en cuatro categorías: costes, conocimiento, mercado y barreras institucionales. Estas categorías son comúnmente adoptadas por la metodología de las encuestas de innovación, como es el caso de la Encuesta de Innovación de la Comunidad Europea (CIS por sus siglas en inglés). Asimismo, recopilaciones de datos sobre innovación en economías emergentes también han aplicado el mismo método (encuestas tipo CIS). La mayoría de los análisis empíricos cuantitativos sobre los distintos tipos de barreras u obstáculos para innovar que perciben las empresas se construyen con los micro datos procedentes de estas encuestas de innovación. De hecho, los obstáculos a la innovación se estudiaron inicialmente como variables explicativas del desempeño innovador de las empresas (Canepa y Stoneman, 2008; D'Este et al., 2012; Freel, 2000; Hall et al., 2016). Pero, otros esfuerzos de investigación que abordan la identificación de factores determinantes de la propensión a colaborar, han también introducido estos obstáculos como una posible explicación de la misma (Amoroso, 2017; Carboni, 2013; Miotti y Sachwald, 2003; Veugelers y Cassiman, 2005).

Estos estudios generalmente agrupan las barreras en tres categorías: barreras financieras, de conocimiento y de mercado. Las primeras suelen hacer referencia a la falta de fondos o recursos financieros disponibles dentro de la empresa y a la falta de fuentes de financiación externas, así como a las dificultades para acceder a ellas. Las barreras de conocimiento están asociadas con los recursos humanos y la calificación de la mano de obra (particularmente cuando domina el personal poco calificado), y la falta de información sobre las tecnologías disponibles (D’Este et al. 2012; Pellegrino y Savona 2017). Finalmente, las barreras de mercado se derivan de la falta de información sobre mercados potenciales o demanda de nuevos productos, y también pueden referirse a las limitaciones o falta de acceso a los mismos. Mientras que las barreras financieras y de conocimiento generalmente se consideran barreras internas, las de mercado se clasifican como externas (Hadjimanolis, 2003; Moraes Silva et al., 2020).

Siguiendo los argumentos encontrados en los trabajos pioneros de Nelson (1959) y Arrow (1962), la literatura científica ha enfatizado tradicionalmente en los obstáculos financieros como una de las principales barreras que impiden la innovación; estos pueden ser incluso más acuciantes en las economías en desarrollo, donde las empresas pueden estar operando en condiciones y limitaciones financieras más extremas. Sin embargo, estudios más recientes han llamado la atención sobre otros factores, como los mercados, la regulación y el conocimiento, que también pueden actuar como barreras importantes que enfrentan las empresas para innovar. Vale la pena mencionar que, aunque los tipos de barreras se pueden considerar alternativamente, también se pueden dar simultáneamente, pudiendo coexistir. Por lo tanto, es plausible pensar que las empresas establecidas en el contexto de economías emergentes pueden presentar una combinación particular de barreras, mientras que también las condiciones para superarlas, a través de vínculos de colaboración específicos, pueden diferir del caso de las empresas ubicadas en países más desarrollados.

En la literatura relacionada se encuentran varios ejercicios empíricos que han mostrado cómo los obstáculos financieros pueden dificultar los resultados de la innovación tanto en los países desarrollados (Canepa y Stoneman, 2008; Pellegrino y Savona, 2017; Savignac, 2008) como también en los países en desarrollo (Arza y López, 2021; Broome et al. al., 2018). En este último grupo, la percepción de restricciones relacionadas con obstáculos financieros es de alta

importancia para la mayoría de las empresas, como es el caso de México (Santiago et al., 2017), Brasil (Moraes Silva et al., 2020) y Argentina. (Arza y López, 2021), entre otros. En estos países, el bajo nivel de inversión en I+D (Álvarez y Crespi, 2015) implica un acceso más limitado a una mayor diversidad de fuentes de financiación (Guerrero et al., 2019); además existe un mayor nivel de volatilidad e incertidumbre (Wright et al., 2005) que limita la actuación de las empresas. Para superar este tipo de obstáculos, existen varios estudios que prestan atención al hecho de que las alianzas externas pueden contribuir a compartir los costes y riesgos involucrados en el proceso de innovación (Belderbos et al., 2004a; Hagedoorn et al., 2000;). Por lo tanto, las empresas que perciben los obstáculos financieros como importantes están más dispuestas a establecer acuerdos de cooperación para compartir los costes de innovar. De hecho, Fu et al. (2014) y Antonioli et al. (2017) encontraron que los obstáculos financieros mejoran la apertura y la propensión de las empresas a colaborar, respectivamente. De acuerdo con estos argumentos, se propone la siguiente hipótesis:

H1a: Las barreras financieras se relacionan positivamente con la propensión de las empresas a colaborar

Con respecto a los obstáculos de conocimiento, estudios previos como el realizado en España por Madrid-Guijarro et al. (2009) han encontrado que la falta de recursos humanos cualificados tiene un efecto negativo en los procesos de innovación. En la misma línea, Galia y Legros (2004) encuentran que la falta de personal cualificado es uno de los obstáculos más importante para innovar en Francia. Las barreras de conocimiento podrían afectar principalmente a las empresas de países pequeños y en desarrollo (Pereira- Cabral et al., 2020), debido a las mayores dificultades que enfrentan las empresas para contratar recursos humanos calificados o acceder a nuevas tecnologías, lo que también está relacionado con la brecha tecnológica existente entre países desarrollados y en desarrollo (Zanello et al., 2016). Por lo tanto, los obstáculos de conocimiento cobran tanta importancia como los obstáculos financieros o de mercado en estos países (De-Oliveira y Rodil-Marzábal, 2019). Al respecto, varios estudios han encontrado que la falta de conocimiento es una barrera muy importante para que las empresas ubicadas en este contexto lleven a cabo procesos de innovación (Arza y López, 2021; Bukstein et al., 2019; Ocampo-Wilches et al., 2020). Además, algunos estudios realizados en países desarrollados (Arranz et al., 2019),

han encontrado que cuando las empresas consideran que el conocimiento es un obstáculo relevante para innovar, están más dispuestas a comprometerse con socios externos para superarlo. Por lo tanto, se propone la siguiente hipótesis

H1b. Las barreras del conocimiento se relacionan positivamente con la propensión de las empresas a colaborar

En lo referente a los obstáculos de mercado, Pellegrino y Savona (2017) han encontrado que una estructura de mercado altamente concentrada y la falta de demanda son algunas limitaciones importantes, similares a las financieras, cuando las empresas deciden comprometerse en actividades de innovación. Según Pereira-Cabral et al.(2020) las empresas establecidas en economías con grandes mercados no se verán afectadas por los obstáculos del mercado ya que tienen una demanda interna suficientemente grande; aunque, este no es necesariamente el caso en la mayoría de los países en desarrollo, “donde las empresas enfrentan una ubicación desfavorable y tamaño limitado para elegir nichos de mercado” (De-Oliveira y Rodil-Marzábal, 2019, p. 307); además de infraestructuras de transportes y de comunicación ineficientes, aspectos que limitan su acceso a mercados más grandes (Zanello et al., 2016). Por lo tanto, es difícil para las empresas de estos países llevar sus innovaciones al mercado, lo que las desalienta a innovar, como lo han confirmado los estudios de Bukstein et al. (2019) y Arza y López (2021). Cuando las empresas se enfrentan a la incertidumbre del mercado, suelen definir acuerdos de cooperación con los clientes o usuarios porque éstos pueden proporcionar información que les ayude a definir innovaciones más acordes a las necesidades y gustos de los potenciales clientes, lo que favorece la reducción del riesgo asociado a su introducción en el mercado (Arranz et al., 2019; Tether, 2002). Teniendo en cuenta lo anterior, se propone la siguiente hipótesis:

H1c. Las barreras del mercado están positivamente relacionadas con la propensión de las empresas a colaborar

2.2.2 La superación de barreras para innovar a través de diferentes patrones de colaboración

La literatura sobre las barreras a la innovación aún ha explorado poco si las percepciones que las empresas tienen sobre los obstáculos a la innovación modifican su estrategia de innovación (Antonioli et al., 2017; Arranz et al., 2019; D'Este et al., 2012), especialmente en el contexto de las economías emergentes y en desarrollo. Cuando las empresas enfrentan barreras internas y externas para llevar a cabo sus actividades de innovación, podrían superarlas a través de fuentes complementarias de conocimientos y capacidades (Moraes Silva et al., 2020), y mejorar así su desempeño innovador. Existen numerosas contribuciones empíricas y teóricas que destacan los beneficios de utilizar fuentes de conocimiento externas (Chesbrough, 2003; Cohen y Levinthal, 1990; Damioli et al., 2021; Laursen y Salter 2006; Sofka y Grimpe, 2010; Wang et al., 2015). Sin embargo, existen pocos estudios que evalúen qué tipo de cooperación establecen las empresas cuando enfrentan obstáculos específicos para innovar. Teniendo en cuenta que la colaboración implica una decisión guiada por las necesidades de las empresas (Belderbos et al., 2004b), un conocimiento más profundo acerca de cómo los obstáculos a la innovación afectan los patrones de colaboración de las empresas, se convierte en un importante tema de estudio que puede contribuir a la definición de políticas de innovación más adecuadas para las economías en desarrollo.

La literatura especializada que aborda el efecto de los obstáculos a la innovación sobre la propensión de las empresas a colaborar, encuentra una relación positiva e identifica los obstáculos financieros como la barrera más influyente. Varios de estos estudios no distinguen entre tipos de socios, algunos se centran en la colaboración con organizaciones de investigación, mientras que solo unos pocos realizan análisis comparativos entre organizaciones de investigación (OI) y otras empresas (OE). En estos últimos análisis, la cooperación con OI es generalmente la propensión a la colaboración más afectada por barreras de innovación conocidas. La Tabla II.1 presenta una muestra de esta literatura especializada.

Tabla II.1 Estudios sobre el efecto de las barreras a la innovación en la propensión de las empresas a colaborar.

Artículo	País	Efecto de las barreras	Barrera(s) más significantes	Socio más significativo (OI vs OE)
Tether (2002)	Reino Unido	Positivo	Financieras y de mercado	—
Miotti y Sachwald (2003)	Francia	N. S	—	—
Belderbos et al.(2004d)	Holanda	Positivo	Financieras y de conocimiento	OI
Veugeliers y Cassiman (2005)	Bélgica	Mixto	Financieras	—
López-Fernández et al. (2008)	España	Positivo	Financieras	—
Dachs, B., et al. (2008)	Austria y Finlandia	Positivo	Financieras	N.D
Serrano-Bedia et al. (2010)	España	Positivo	Financieras	—
Aristei et al. (2016)	7 países europeos	Positivo	Financieras	N.D
Kanama y Nishikawa (2017)	Japón	Positivo	Financieras y de mercado	—
Antonioli et al. (2017)	Francia	Positivo	Financieras y de conocimiento	OI
Amoroso (2017)	Holanda	Positivo	Financieras y de mercado	OI
Canêdo-Pinheiro et al. (2018)	Brasil	Negativo	Financieras y de conocimiento	OE
Arranz et al. (2019)	España	Positivo	Financieras, de conocimiento y de mercado	OI
Moraes Silva et al. (2020)	Brasil	Positivo	Financieras	—

Fuente: Elaboración Propia

Nota: N. S= No significativo, OI= Organizaciones de investigación, OE= Otras empresas, N. D= No hay diferencias

Como muestra esta tabla, una característica importante de esta literatura es el hecho de que la gran mayoría de estos análisis se han realizado en el contexto de las economías industrializadas europeas. No obstante, también se han realizado algunos esfuerzos para comprender la relación entre las barreras y el desempeño innovador en las economías emergentes, aunque todavía son escasos. En particular, existen algunos estudios que analizan esta cuestión en países latinoamericanos como Argentina (Arza y López, 2021), Brasil (Pereira-Cabral et al., 2020; Siqueira-Rapini et al., 2017), Chile (Álvarez y Crespi, 2015; Canales y Álvarez, 2017; Zahler et al., 2018), Ecuador (De-Oliveira y Rodil-Marzábal, 2019; Rubalcaba et al., 2017), Uruguay

(Bukstein et al., 2019), Colombia (Ocampo-Wilches et al., 2020). Asimismo, se encuentran pocos trabajos de investigación centrados en países asiáticos y africanos, como China (Fu et al., 2014), Indonesia (Hartono, 2018) y Ghana (Oduro, 2020). Sin embargo, como se muestra en la Tabla II. 1, solo dos de ellos: Canêdo-Pinheiro et al. (2018) y Moraes Silva et al. (2020), han abordado el análisis de la relación entre obstáculos a la innovación y colaboración, que es el objetivo principal de esta investigación. Por lo tanto, para el caso de los países de América Latina hay evidencia solo para Brasil.

Asimismo, muy pocos estudios evalúan cómo la percepción sobre los obstáculos para innovar puede contribuir a definir patrones de cooperación en aquellos contextos donde las capacidades innovadoras de las empresas son limitadas (Milesi et al., 2013), siendo estas dependientes en mayor medida de recursos externos para llevar a cabo sus procesos de innovación (De Fuentes y Dutrénit, 2016). Algunas características como la proximidad cognitiva- relacionada con la existencia de una base de conocimiento y experiencia similar (Boschma, 2005) entre los socios, así como con la similitud de objetivos o sistemas de incentivos (Criscuolo et al., 2017b; Dooley et al., 2016)-, también pueden influir en la elección de los socios para innovar. En este aspecto, las empresas pueden preferir colaborar con aquellos socios con los que son más cercanos cognitivamente porque esto facilitará la comunicación y transferencia de conocimiento (O' Connor et al., 2020).

Algunos estudios realizados en economías desarrolladas muestran que cuando las empresas enfrentan obstáculos financieros, están más dispuestas a colaborar con organizaciones de investigación que con otras empresas (Antonioli et al., 2017; Arranz et al., 2019). Este patrón podría ser similar en las economías emergentes donde el acceso al crédito privado para la innovación es más difícil para las empresas, debido a la insuficiencia en cuanto a préstamos bancarios o mercados de capital de riesgo (Santiago et al., 2017); y donde las alianzas con organizaciones de investigación son, en muchos casos, un aspecto obligatorio para acceder a recursos públicos para apalancar la innovación (Cohen et al., 2002; Guerrero et al., 2019). Debido a estas condiciones, algunas empresas prefieren usar fuentes internas para desarrollar la innovación que fuentes externas como otras empresas o bancos; además, podrían estar más dispuestas a colaborar con universidades para acceder a subsidios gubernamentales (Guerrero y Urbano, 2017).

Aunque es muy común que exista una gran distancia cognitiva entre empresas y organismos de investigación, conseguir recursos económicos para innovar puede convertirse en un incentivo común para las dos partes; por lo tanto, podrían estar más dispuestos a colaborar. En uno de los pocos ejercicios realizados sobre esta relación en un país emergente, Moraes Silva et al. (2020) apoyan parcialmente la hipótesis de que los obstáculos financieros fomentan la cooperación con organizaciones de investigación; sin embargo, estos autores no compararon entre diferentes tipos de socios. Para continuar construyendo en esta dirección, se propone la siguiente hipótesis:

H2a: Las empresas que enfrentan barreras financieras están más dispuestas a colaborar con organizaciones de investigación que con otras empresas.

Antonioli et al. (2017) sugieren que la escasez de conocimientos y habilidades puede llevar a las empresas a priorizar la cooperación con las organizaciones de investigación. Sin embargo, la escasa evidencia disponible sobre empresas ubicadas en países emergentes puede sugerir un patrón diferente. Específicamente, el impacto que tienen esos obstáculos identificados sobre la propensión a colaborar con organizaciones de investigación parece ser sustancialmente menor en las economías emergentes (Cânedo-Pinheiro et al., 2019; Moraes Silva et al., 2020). Estos resultados son consistentes con evidencia previa que sugiere una relación más débil entre la colaboración con OI y el desempeño innovador en las economías emergentes (Qiu et al., 2017; Qiu y Yang, 2018; Sun et al., 2020; Temel et al., 2013). Esta evidencia podría estar relacionada con dos problemas diferentes. El primero podría ser la existencia de una distancia cognitiva muy alta entre los socios potenciales en los acuerdos de colaboración. Por ejemplo, Qiu y Yang (2018) sugieren que es menos probable que los líderes científicos en las economías emergentes participen en proyectos de innovación colaborativos con empresas locales. El segundo problema podría ser el contrario: una distancia cognitiva muy baja que les impide ver cuáles podrían ser los beneficios de la colaboración. Sun et al. (2020) muestran que la baja calidad de los resultados de investigación de las universidades dificulta la transferencia de tecnología a través de acuerdos de colaboración.

Uno de los principales problemas para comprender las barreras a la transferencia de conocimiento en los países menos desarrollados es la brecha de conocimiento entre las organizaciones de investigación y las empresas (Arundel et al., 2021). Esta brecha se ve afectada por características

estructurales de los países, como la calidad de su sistema de investigación y la capacidad de absorción de las empresas (Guimón, 2021). Otro factor que influye en esta relación es el tipo de conocimiento que demandan las empresas y si este es más fácil de conseguir en empresas del mismo sector o en universidades que, al menos en el caso de las economías emergentes, no suelen tener una base sólida sobre la que construir y obtener resultados de investigación de alta calidad (Guerrero et al., 2019; Álvarez et al., 2020) que sean de interés para la industria. Por esta razón, las empresas no ven a las organizaciones de investigación como una fuente primaria de conocimiento y un socio preferencial para las actividades de innovación (De Fuentes y Dutrénit, 2012), solo aquellas empresas más innovadoras y dinámicas de las economías emergentes, podrían tener interés en demandar conocimiento de las organizaciones de investigación locales y colaborar con ellas para llevar a cabo proyectos de innovación, dada la menor brecha cognitiva entre ellas; pero en las economías emergentes son pocas las empresas de este tipo, y en su mayoría están conectadas con agentes internacionales y tienen escaso relacionamiento con los actores locales (Erbes et al., 2016). Ante estas circunstancias, el establecimiento de acuerdos es más factible con empresas que cuentan con estructuras organizativas similares y con las que también es más factible acceder rápidamente al conocimiento especializado (Kafouros et al., 2020). Además, según Dooley et al. (2016), aquellas fuentes de conocimiento que son cognitivamente próximas están dentro de las cadenas de suministro existentes (es decir, proveedores y clientes), los socios como los proveedores pueden tener conocimiento sobre nuevas especificaciones tecnológicas en diseño y fabricación (Hsieh et al., 2018). Mientras tanto, las universidades y las organizaciones de investigación tienen más distancia cognitiva y esto puede dificultar la colaboración. Para contribuir a este debate, se propone la siguiente hipótesis:

H2b: Las empresas que enfrentan barreras de conocimiento están más dispuestas a colaborar con otras empresas que con organizaciones de investigación.

En cuanto a las barreras del mercado, es difícil para las empresas controlarlas por completo ya que son consideradas principalmente como una barrera externa. Sin embargo, la percepción sobre los obstáculos para alcanzar mercados potenciales o impulsar la demanda de nuevos productos, podría alentar a las empresas a colaborar con otras empresas como clientes o proveedores (Tether, 2002), aunque también este tipo de obstáculos podría alentar la colaboración con organizaciones de

investigación (Arranz et al., 2019). Al respecto, Antonioli et al. (2017) no encuentran que los obstáculos del mercado puedan influir en ningún tipo de cooperación. Sin embargo, la colaboración en la cadena de suministro, en la que la empresa coopera con sus clientes y/o proveedores (Miotti y Sachwald, 2003; Tether, 2002), puede resultar un mejor acceso a la información referente a precios o a los comportamientos de los usuarios (Arranz y Fernández de Arroyabe, 2008). Además, la colaboración con proveedores y clientes puede facilitar la entrada a nuevos mercados (Arranz et al., 2019) y la proximidad cognitiva entre empresas y proveedores y clientes es alta (Dooley et al., 2016). Por otro lado, si bien la relación con las organizaciones de investigación puede tener un efecto positivo cuando las empresas intentan desarrollar innovaciones radicales dirigidas a mercados especializados, la contribución de estas organizaciones no está impulsada por obstáculos de mercado sino por cuestiones de conocimiento o tecnológicas. Además, esta situación es más común en las industrias basadas en conocimiento (Belderbos et al., 2004b) que son relativamente más escasas en las economías emergentes. Por lo tanto, es plausible proponer la siguiente hipótesis:

H2c. Las empresas que enfrentan barreras de mercado están más dispuestas a colaborar con otras empresas que con organizaciones de investigación.

El interés en la confirmación o refutación de este último conjunto de hipótesis radica en la posibilidad de que existan patrones diferenciados para las estrategias de innovación abierta de las empresas en las economías emergentes. La existencia de diferencias permitiría defender el argumento construido sobre la distancia cognitiva entre empresas y organismos de investigación y también aportar nueva evidencia que contribuya a hacer la distinción de patrones de colaboración entre contextos desarrollados y en desarrollo. En la siguiente sección se explican los datos y métodos utilizados para analizar el contenido empírico de estas hipótesis.

2.3. Datos y métodos

Para probar las hipótesis propuestas se sigue el método de investigación que se utiliza comúnmente en la literatura científica para estudiar el vínculo entre los obstáculos a la innovación y la colaboración de las empresas (Antonioli et al., 2017; Aristei et al., 2016; Arranz et al., 2019; Dachs

et al., 2008; Miotti y Sachwald, 2003; Veugelers y Cassiman, 2005). Las principales características de esta estrategia, que se describen en este apartado, consisten en utilizar datos de la encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico de Colombia (EDIT 2007-2018) para estimar el impacto de la percepción de diferentes tipos de barreras a la innovación sobre la propensión a colaborar, a través de modelos de regresión de respuesta binaria.

2.3.1. Datos

Para el análisis empírico se usaron datos longitudinales de seis oleadas de la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica de Colombia (EDIT, 2007-2018), capturada cada dos años por el Departamento Nacional de Estadística de Colombia (DANE). La muestra consta de 1.876 empresas manufactureras que aparecen en al menos tres oleadas de la encuesta. Esto permite contar con una muestra total de 7.433 observaciones. La muestra incluye solo empresas que han innovado o tratado de innovar en el período 2007-2018. Este criterio encuentra apoyo en estudios previos que han demostrado que eliminando de la muestra aquellas empresas que no están dispuestas a innovar, se contribuye a reducir la correlación positiva encontrada entre los esfuerzos de innovación de las empresas y los obstáculos a la innovación (D’Este et al., 2012; Pellegrino y Savona, 2017; Savignac, 2008).

Como ya se ha mencionado, el objetivo principal de este estudio es explicar el efecto de las barreras a la innovación en la propensión a la colaboración y sobre la definición de los patrones de innovación de las empresas manufactureras colombianas. Para lograr este objetivo, se utilizaron tres variables de respuesta binaria sobre cooperación. La primera, denominado *Coop*, indica si la empresa ha cooperado con algún tipo de socio, dentro de once posibles tipos de socios que son captados por la EDIT. En segundo lugar, la variable *Coop_Firm* se refiere a la cooperación con otras empresas (como clientes, proveedores o competidores). Finalmente, la variable *Coop_OI* indica la cooperación con universidades y centros de investigación.

La EDIT también incluye 14 tipos de obstáculos a la innovación. Sin embargo, en lugar de tomar todo este conjunto de obstáculos individualmente, se seleccionaron las barreras a la innovación más comunes en la literatura, luego estas fueron agrupadas en tres tipos de obstáculos como sigue:

Los obstáculos financieros (*Obs_fin*) incluyen la escasez de recursos propios, la baja rentabilidad de la innovación y las dificultades para acceder a financiamiento externo. Por otro lado, los obstáculos de conocimiento (*Obs_know*) agrupan la falta de personal calificado, la escasa información sobre mercados y escasa información sobre tecnología disponible. Finalmente, los obstáculos del mercado (*Obs_market*) capturan la incertidumbre sobre la demanda de nuevos productos. Cada tipo de obstáculos es una variable binaria que toma el valor de 1 cuando las empresas brindan una alta importancia a cualquiera de los obstáculos incluidos en esa categoría, y cero (0) en caso contrario.

De acuerdo con el enfoque empírico tradicional de esta línea de investigación, se incluyen en el estudio varias variables de control. En particular, el logaritmo natural de las ventas de la empresa (*tamaño*) para controlar el tamaño de las empresas debido a que las empresas más grandes podrían estar más dispuestas a colaborar (Veugelers y Cassiman, 2005); la relación entre el gasto en I + D sobre las ventas (*rd_int*) para controlar el esfuerzo de I + D y el cual también está relacionado con la capacidad de absorción de las empresas (Laursen y Salter, 2004; Veugelers y Cassiman, 2005). También se incluyen otras variables de control que se refieren a financiación pública (*fin_pub*), ya que las empresas que tienen acceso a subvenciones públicas destinadas a promover actividades de I+D tienden a cooperar más (Miotti y Sachwald, 2003; Segarra-Blasco y Arauzo-Carod, 2008); exportaciones (*export*) porque cuando las empresas operan en mercados internacionales es más probable que se involucren en acuerdos de cooperación para enfrentar el alto nivel de competencia que caracteriza a estos mercados (Narula y Zanfei, 2003); el uso de mecanismos legales como patentes, marcas, etc., (*legal_protect*) para proteger la propiedad intelectual (PI) así como también el uso de mecanismos estratégicos (como lead-time, secreto, etc.) para este mismo fin (*strat_protect*), porque aquellas firmas que cuentan con una estrategia de apropiación son más propensas a involucrarse en acuerdos de cooperación (Laursen y Salter, 2014). Finalmente se incluye la relativa sofisticación tecnológica de la actividad considerando los sectores de alta intensidad tecnológica (*htec*), media-alta intensidad (*mhtec*) y media-baja (*mltec*); según estudios previos, las empresas con alta intensidad tecnológica tienen una mayor probabilidad de establecer relaciones de cooperación (Bayona et al., 2001). La Tabla II.2 muestra una breve descripción y estadísticas descriptivas de las variables incluidas en el análisis. La matriz de correlación se presenta en el Anexo 2.1.

Tabla II. 2. Variables y estadísticas descriptivas

Variables	Descripción	Mean	Std. Err.
Coop	Cooperación con cualquier socio (dummy)	0,422	0,0057
Coop_Firm	Cooperación con otras empresas (dummy)	0,355	0,0055
Coop_OI	Cooperación con organizaciones de investigación (dummy)	0,147	0,0041
Obs_fin	Percepción de los obstáculos financieros (dummy)	0,567	0,0057
Obs_know	Percepción de los obstáculos de conocimiento (dummy)	0,583	0,0057
Obs_market	Percepción de los obstáculos de mercado (dummy)	0,375	0,0056
tamaño	Logaritmo natural de las ventas*	4,695	0,0148
rd_int	% de inversión en I+D sobre las ventas	0,003	0,0002
finan_pub	Financiación pública para innovar (dummy)	0,046	0,0024
export	Exportaciones (dummy)	0,552	0,0058
legal_protect	Uso de mecanismos legales de protección de la PI (dummy)	0,556	0,0058
strat_protect	Uso de mecanismos estratégicos (dummy)	0,418	0,0057
htec	Industrias de alta intensidad tecnológica (dummy)	0,006	0,0009
mhtec	Industrias de media-alta intensidad tecnológica (dummy)	0,290	0,0053
mltec	Industrias de media baja intensidad-tecnológica (dummy)	0,230	0,0049

2.3.2. Método

Dado que las medidas de colaboración usadas aquí toman solo el valor de cero (0) o uno (1), se usa un modelo de respuesta binaria donde el valor esperado de la variable dependiente se define como una probabilidad: $E(y)=Pr(y=1)$.

El modelo Probit que se propone adopta la siguiente expresión formal:

$$Pr(Coop_{it} = 1) = f \left(\alpha_i + \beta Coop_{i(t-1)} + \sum_{k=1}^3 \gamma_k x_{itk} + \sum_{j=1}^9 \delta_j z_{itj} \right)$$

Donde, $Coop_{it}$ es la variable de respuesta binaria que indica si la i-ésima empresa ha colaborado con otros socios para innovar en el período t. En el caso de la prueba para analizar las hipótesis 1 (H1a, b, c), esta variable será $Coop$. Para probar las hipótesis 2 (H2a, b, c), que implican la comparación entre tipos de socios, se estimará un modelo para $Coop_Firm$ y $Coop_OI$, respectivamente (ver Tabla II.4).

x_{itk} , para $k = 1, \dots, 3$, es un vector de variables que identifica tres tipos diferentes de obstáculos a la innovación (financieros, de conocimiento y de mercado). Con respecto a z_{itj} , para $j = 1, \dots, 9$, se trata de un vector que contiene nueve variables de control (tamaño, intensidad de I + D, financiación pública, exportaciones, protección legal y estratégica de la innovación, y contenido tecnológico de las industrias). El primer retardo de la variable de cooperación, $Coop_{i(t-1)}$, también se incluye como una variable de control adicional que permite captar la posibilidad de inercia en la decisión de cooperar con otros agentes. $\alpha_i, \beta, \gamma_k$ (para $k=1, \dots, 3$), y δ_j (para $j=1, \dots, 9$) son parámetros que se estimarán mediante el análisis de regresión. Finalmente, la función $f(\cdot)$ es la distribución normal estándar que vincula la combinación lineal de variables explicativas con la probabilidad de colaboración. El modelo se estima utilizando el método de máxima verosimilitud.

Dado que el objetivo es estudiar la significancia estadística de la γ_k , (para $k=1, \dots, 3$), se estimaron tres modelos, cada uno con una de las variables dependientes disponibles: *Coop*, *Coop_Firm*, and *Coop_OI*, respectivamente. El primero de los tres modelos permite estudiar las hipótesis 1 (H1a, b, c), mientras que los dos modelos restantes permiten analizar el contenido empírico de las segundas hipótesis (H2a, b, c).

En la siguiente sección, dedicada a los resultados de la estimación, en lugar de presentar el valor de los coeficientes estimados, γ_k , se muestran los efectos de un cambio de unidad de cada variable explicativa, x_k , sobre la probabilidad de colaboración con socios externos, $Pr(Coop_{it} = 1)$, estableciendo el resto de variables explicativas en su valor medio. Este efecto marginal, Mx_k , es obtenido de la siguiente forma:

$$Mx_k = \frac{\partial Pr(Coop = 1)}{\partial x_k} = f' \cdot \gamma_k$$

Donde f' es la función de densidad normal (es decir, la primera derivada de la función de distribución normal). Por lo tanto, es posible indicar que la percepción del obstáculo k aumenta la probabilidad de colaboración en Mx_k .

Para analizar las hipótesis 1, el modelo propuesto analiza el efecto que cualquier tipo de obstáculos puede tener sobre la propensión a la colaboración de las empresas, independientemente del tipo de

socios. Para las Hipótesis 2, se analiza el efecto de las barreras del conocimiento sobre la propensión a la colaboración especificando el tipo de socios (ya sean organismos de investigación u otras empresas). Como prueba de robustez, se proponen especificaciones alternativas de los modelos.

2.4. Resultados

La Tabla II.3 presenta los resultados de las estimaciones considerando la propensión a la colaboración independientemente del tipo de socio. Se presentan especificaciones de modelos alternativos para analizar la robustez de los coeficientes estimados. En el Modelo 1, solo se incluyen dos variables de control: el tamaño de la empresa y la intensidad de I + D. En el Modelo 2 se incorporan las demás variables de control. El modelo 3 considera la posibilidad de inercia en la decisión de colaborar al incluir el rezago de un período de la variable dependiente. Los modelos 4, 5 y 6 estiman el efecto aislado de cada tipo de obstáculo dado el posible sesgo asociado con la multicolinealidad (ver matriz de correlación en el Anexo 2.1).

Los resultados confirman las Hipótesis 1a y 1b. En todos los modelos estimados tanto los obstáculos financieros como los de conocimientos muestran un impacto significativo y positivo sobre la probabilidad de cooperar, estos resultados son similares a los encontrados por Antonioli et al. (2017) y Arranz et al. (2019). Las barreras de innovación más relacionadas con la decisión de colaborar son las de conocimiento, su efecto sobre la probabilidad de cooperación varía de 0,08 a 0,108 (es decir, de 8% a 10,8%), dependiendo de la especificación del modelo. Los obstáculos financieros también son relevantes, pero su efecto sobre la propensión a cooperar es menor (menos de 0,04 en la mayoría de los modelos). El efecto de los obstáculos del mercado no es estadísticamente significativo excepto en el caso del Modelo 6, lo cual tiene sentido porque este modelo excluye los obstáculos financieros y de conocimiento. Ante estos resultados, se rechaza la hipótesis H1c.

Tabla II.3. Efectos de las barreras a la innovación en la probabilidad de colaborar

Variables explicativas	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
Obs_fin	0,032**	0,029**	0,031*	0,065***	-	-
Obs_know	0,105***	0,108***	0,080***	-	0,090***	-
Obs_market	-0,003	-0,003	-0,012	-	-	0,033**
Coop (t-1)	-	-	0,199***	0,199***	0,206***	0,206***
tamaño	0,072***	0,052***	0,060***	0,059***	0,057***	0,055***
rd_int	1,401***	0,949***	4,328***	4,362***	4,455***	4,577***
finan_pub	-	0,148***	0,129***	0,130***	0,129***	0,132***
export	-	0,024*	0,009	0,009	0,010	0,011
legal_protect	-	0,037***	0,012	0,012	0,009	0,008
strat_protect	-	0,145***	0,149***	0,149***	0,150***	0,151***
htec	-	0,040	0,042	0,046	0,034	0,040
mhtec	-	0,037**	0,052***	0,052***	0,053***	0,053***
mltec	-	0,013	0,016	0,017	0,015	0,016
Cons.	0,091***	0,077***	0,035***	0,022***	0,043***	0,054***
Num. Observaciones	7.433	7.433	3.218	3.218	3.218	3.218
Num. Empresas	1.876	1.876	853	853	853	853
Pseudo-R2	0,057	0,096	0,170	0,169	0,166	0,163

Nota: Los símbolos (***), (**) y (*) representan una confianza del 99%, 95% y 90%, respectivamente. En la tabla se presentan los efectos marginales.

Entre las variables de control, se puede observar que el tamaño de las empresas y los esfuerzos en I + D se asocian positivamente con la relevancia de los obstáculos, siendo mayor el coeficiente correspondiente a estos últimos. La financiación pública, la protección estratégica de las innovaciones, así como las industrias de contenido tecnológico medio-alto también son significativas en los 6 modelos analizados y sus estimaciones revelan los signos esperados.

Por otro lado, la Tabla II.4 presenta el efecto de las barreras a la innovación sobre la propensión a cooperar, por tipo de socio. Debido a la posibilidad de problemas de multicolinealidad entre las variables que representan a los obstáculos, se estiman especificaciones alternativas. Teniendo en cuenta que los resultados anteriores muestran que las barreras que más influyen la cooperación son las de conocimiento, en el modelo 1 se evalúa solo el efecto de esta barrera sobre los tipos de cooperación, y en los modelos 2 y 3 se adicionan las otras barreras.

Tabla II.4. Efectos de las barreras a la innovación sobre la probabilidad de colaborar, por tipo de socio

Variables explicativas	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	<i>Coop_Firm</i>	<i>Coop_OI</i>	<i>Coop_Firm</i>	<i>Coop_OI</i>	<i>Coop_Firm</i>	<i>Coop_OI</i>
Obs_know	0,086***	0,036***	0,070***	0,032**	0,063***	0,029*
Obs_fin	-	-	0,036*	0,007	0,042**	0,006
Obs_market	-	-	-	-	-0,010	0,009
Coop (t-1)	0,120***	0,187***	0,119***	0,187***	0,201***	0,186***
tamaño	0,052***	0,044***	0,053***	0,045***	0,051***	0,044***
rd_int	4,005***	2,628***	3,966***	2,625***	3,981***	2,620***
finan_pub	0,050	0,115***	0,049	0,114***	0,051	0,115***
export	0,026	0,010	0,025	0,009	0,020	0,010
legal_protect	0,011	0,026*	0,011	0,026*	0,008	0,026*
strat_protect	0,151***	0,088***	0,151***	0,087***	0,142***	0,087***
htec	-0,014	0,053	-0,020	0,052	-0,029	0,050
mhtec	0,038*	0,033**	0,039*	0,033**	0,037*	0,032**
mltec	-0,016	0,031	-0,017	0,031	-0,011	0,031*
Cons.	0,036***	0,002***	0,033***	0,002***	0,032***	0,002***
Num. Obs	3.218	3.218	3.218	3.218	3.218	3.218
Num. Empresas	853	853	853	853	853	853
Pseudo-R2	0,127	0,222	0,128	0,222	0,162	0,221

Nota: Los símbolos (***), (**) y (*) representan una confianza del 99%, 95% y 90%, respectivamente. En la tabla se presentan los efectos marginales.

El efecto de los obstáculos financieros sobre la propensión a colaborar solo es relevante en el caso de la cooperación con otras empresas, resultados en parte contrarios a Moraes et al. (2020) que encontraron que los obstáculos financieros tienen una fuerte influencia en la cooperación con universidades, aunque solo para el caso de las pymes intensivas en conocimiento. Aunque se suponía que la necesidad de obtener recursos financieros podría acortar las distancias cognitivas entre las empresas y las organizaciones de investigación y, así, aumentar la posibilidad de cooperación entre ellos, los resultados no apoyan este supuesto. Por lo tanto, se debe rechazar la hipótesis H2a.

Se confirma nuevamente que las barreras más influyentes son las de conocimiento. También es relevante señalar que su efecto sobre la propensión a colaborar con otras empresas es al menos dos veces mayor (dependiendo de la especificación del modelo) que su efecto sobre la propensión a colaborar con organismos de investigación. Estos resultados permiten aceptar la hipótesis H2b, y

descartan la idea, por lo menos para los países emergentes, de que ante al enfrentar una carencia de conocimiento, las empresas estarán más dispuestas a cooperar con organizaciones de investigación. Dada su mayor cercanía cognitiva con las otras empresas, ante este obstáculo, al igual que sucedió con los obstáculos financieros, las empresas privilegian la cooperación con sus pares.

La Tabla II.4 también muestra que la variable de obstáculos de mercado sigue sin ser significativa también en estos modelos, por lo que es necesario rechazar la hipótesis H2c. En cuanto a las variables de control, la experiencia de cooperación parece ser un buen impulsor explicativo en los dos casos, mientras que el tamaño y la intensidad de I + D se mantienen como en los modelos anteriores. Además, los mecanismos estratégicos de protección y la intensidad tecnológica media-alta persisten también como variables de control importantes.

2.5. Discusión y conclusiones

Un punto de partida significativo de este análisis con respecto a estudios previos es que esta investigación se lleva a cabo centrándose en el contexto de una economía emergente. En este sentido, se resaltan principalmente dos contribuciones. En primer lugar, el estudio muestra que las barreras a la innovación que perciben las empresas también están relacionadas con la decisión de cooperar para llevar a cabo actividades de innovación en el contexto de los países en desarrollo. Estos resultados son consistentes con la mayoría de las investigaciones científicas realizadas en economías industrializadas, aunque existen diferencias en la importancia relativa de la percepción de las empresas sobre el tipo de barreras. Al igual que este estudio, algunas evidencias recientes muestran que los obstáculos de conocimiento tienen un mayor impacto relativo en la propensión a colaborar (Aristei, 2016; Kanama y Nishikawa, 2017; Moraes Silva et al., 2020), mientras que otros estudios señalan que los obstáculos financieros son las barreras más relevantes (Amoroso, 2017; Antonioli et al., 2017; Arranz et al., 2019).

En segundo lugar, los resultados muestran que para aquellas empresas ubicadas en economías emergentes y que enfrentan tanto obstáculos financieros como de conocimiento, la prioridad de colaboración es con otras empresas y no la colaboración con organismos de investigación; este

hallazgo es contrario a los estudios realizados en economías industrializadas. Esto está en línea con un estudio reciente realizado por Moraes Silva et al. (2020), autores que llaman la atención sobre la posibilidad de que la cooperación con organismos de investigación sea menos relevante en países emergentes. Sin embargo, su estudio no realiza un análisis comparativo por tipo de socios. Se puede notar que este último aspecto es efectivamente uno de los aportes más importantes de la presente investigación y también puede tener implicaciones desde el punto de vista de la definición de políticas de innovación en las economías en desarrollo que tienen como objetivo la construcción de ecosistemas innovadores.

Asimismo, los resultados podrían estar relacionados con evidencia empírica reciente que sugiere que la relación entre el desempeño innovador y la colaboración con organizaciones de investigación tienden a ser más débiles en las economías emergentes (Qiu et al., 2017; Qiu y Yang, 2018; Sun et al., 2020; Temel et al., 2013;). Si bien, el descubrimiento de las razones detrás de estas diferencias está fuera del alcance de este trabajo, la explicación puede estar relacionada con algunas debilidades estructurales como el tamaño de las empresas y los bajos niveles de productividad, así como la baja intensidad tecnológica y de conocimiento de las actividades productivas de las empresas en los países emergentes. Estas características pueden contribuir, por muchas razones, a generar una brecha cognitiva entre socios potenciales en acuerdos de colaboración relacionados con la innovación, y esta brecha podría ser una deficiencia crítica que causa que los flujos de comunicación y transferencia de conocimiento entre ellos sean muy complejos e incluso improductivos (Chan et al., 2018; Criscuolo et al., 2017; Nooteboom et al., 2007).

Por lo tanto, se argumenta que la combinación de obstáculos a la innovación, y las decisiones de colaboración a la innovación que pueden contribuir a definir patrones de innovación abierta, está mediada por la distancia cognitiva relativa de los socios potenciales involucrados en los acuerdos de cooperación. La complejidad que se esconde detrás de los diferentes patrones entre las empresas ubicadas en los países industrializados con respecto a las economías en desarrollo se puede acortar o relajar si se toma en conjunto la combinación de los obstáculos más relevantes para que las empresas innoven y la elección de sus socios. Estas conclusiones permiten señalar no solo que existe una interesante agenda de investigación que subyace al análisis comparativo de diferentes

patrones de colaboración; sino que además estos aspectos pueden contribuir, con más investigación, a una mejor comprensión de las diferencias estructurales entre las economías industrializadas y emergentes, en lo que respecta a las estrategias de innovación abierta de las empresas. Y finalmente, también se pueden tomar explícitamente como ideas que pueden contribuir a detectar las implicaciones clave en la definición e implementación de políticas de innovación.

En el estudio se encontraron las siguientes limitaciones que pueden ser tenidas en cuenta para el planteamiento de futuras investigaciones sobre la materia. En primer lugar, no es posible medir si la importancia que las empresas otorga a cada tipo de socios influye en los patrones de cooperación, porque la EDIT no recoge esta información. En segundo lugar, el estudio de los efectos de la distancia cognitiva sobre los procesos de colaboración, requerían un estudio más profundo, apoyado principalmente en información primaria con la que no se cuenta. Por esta razón, no se pueden obtener mayores conclusiones sobre este aspecto. En tercer lugar, el estudio se limita a estudiar una sola economía y ante los pocos estudios sobre el particular es difícil hacer contraste de los resultados, por lo cual futuras investigaciones pueden abordar otras economías emergentes. En tercer lugar, siendo Colombia un país con tantas heterogeneidades internas, aquí no se ha podido evaluar cómo las características de las regiones en donde están situadas las empresas, afectan tanto la percepción que tienen de los obstáculos como la tendencia a cooperar.

2.6 Referencias

- Álvarez, R., Crespi, G. A. (2015). Heterogeneous effects of financial constraints on innovation: Evidence from Chile. *Science and Public Policy*, 42(5), 711–724. <https://doi.org/10.1093/scipol/scu091>
- Álvarez, I. Natera, J.M., Suárez, D. (2020) Science, technology and innovation policies looking backwards, forwards and beyond: Developmental challenges and opportunities for Ibero-America in the era of COVID-19. *Revista de Economía Mundial*, 56, 115-133. <http://dx.doi.org/10.33776/rem.v0i56>
- Amoroso, S. (2017). Multilevel heterogeneity of R&D cooperation and innovation determinants. *Eurasian Business Review*, 7(1), 93-120. [DOI:10.1007/S40821-015-0041-1](https://doi.org/10.1007/S40821-015-0041-1)
- Antonioli, D., Marzucchi, A., & Savona, M. (2017). Pain shared, pain halved? Cooperation as a coping strategy for innovation barriers. *The Journal of Technology Transfer*, 42(4), 841-864. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9545-9>
- Aristei, D., Vecchi, M., & Venturini, F. (2016). University and inter-firm R&D collaborations: propensity and intensity of cooperation in Europe. *The Journal of Technology Transfer*, 41(4), 841-871. <https://doi.org/10.1007/s10961-015-9403-1>
- Arranz, Nieves, & Fenández. de Arroyabe, J. C. (2008). The choice of partners in R&D cooperation: An empirical analysis of Spanish firms. *Technovation*, 28(1–2), 88–100. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2007.07.006>
- Arranz, N., Arroyabe, M. F., & de Arroyabe, J. C. F. (2019). Obstacles of innovation and institutional support in the cooperation agreements: The Spanish case. *European Journal of Innovation Management*, 23, 696–712. <https://doi.org/10.1108/EJIM-12-2018-0275>
- Arrow, K. (1962). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In R. Nelson (Ed), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* (pp. 609-626). Princeton University Press.
- Arundel, A., Athreye, S., & Wunsch-Vincent, S. (Eds.). (2021). *Harnessing Public Research for Innovation in the 21st Century: An International Assessment of Knowledge Transfer Policies*. Cambridge University Press.
- Arza, V., & López, E. (2021). Obstacles affecting innovation in small and medium enterprises: Quantitative analysis of the Argentinean manufacturing sector. *Research Policy*, 50(9). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104324>
- Bayona, C., García-Marco, T., & Huerta, E. (2001). Firms' motivations for cooperative R&D: an empirical analysis of Spanish firms. *Research Policy*, 30(8), 1289–1307. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00151-7](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00151-7)
- Barge-Gil, A. (2010). Cooperation-based innovators and peripheral cooperators: An empirical analysis of their characteristics and behavior. *Technovation*, 30(3), 195-206. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2009.11.004>
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2004a). Cooperative R&D and firm performance. *Research Policy*, 33(10), 1477-1492. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.07.003>

- Belderbos, R., Carree, M., Diederen, B., Lokshin, B., & Veugelers, R. (2004b). Heterogeneity in R&D cooperation strategies. *International journal of industrial organization*, 22(8-9), 1237-1263. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2004.08.001>
- Belderbos, R., Duysters, G., & Sabidussi, A. (2012). R&D collaboration and innovative performance. In: Martin Andersson, Börje Johansson, Charlie Karlsson, and Hans Löf (Ed), *Innovation and growth: from R&D strategies of innovating firms to economy-wide technological change* (pp. 160-181). Oxford University Press.
- Bogers, M., Burcharth, A., & Chesbrough, H. (2019). Open Innovation in Brazil: Exploring oportunities and challenges. *International Journal of Innovation*, 7(2), 178–191. <http://dx.doi.org/10.5585/iji.v7i2.417.2318-9975>
- Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: a critical assessment. *Regional Studies*, 39(1), 61-74. <https://doi.org/10.1080/0034340052000320887>
- Bukstein, D., Hernández, E., & Usher, X. (2019). Assessing the impacts of market failures on innovation investment in Uruguay. *Journal of Technology Management and Innovation*, 14(4), 137–157. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242019000400137>
- Broome, T., Moore, W., & Alleyne, P. (2018). Financing constraints and the R&D decision in the Caribbean. *Entrepreneurship and Regional Development*, 30(9–10), 964–986. <https://doi.org/10.1080/08985626.2018.1515820>
- Canales, M., & Álvarez, R. (2017). Impacto de los obstáculos al conocimiento en la innovación de las empresas Chilenas. *Journal of Technology Management and Innovation*, 12(3), 78–85. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242017000300008>
- Cânedo-Pinheiro, M., Lage de Sousa, F., & Barcelos, V. (2019). Barriers to Innovation in the Brazilian Economy: Impacts and Lessons for Public Policy. Inter-American Development Bank Discussion Paper.
- Canepa, A., & Stoneman, P. (2008). Financial constraints to innovation in the UK: evidence from CIS2 and CIS3. *Oxford economic papers*, 60(4), 711-730. <https://doi.org/10.1093/oep/gpm044>
- Carboni, O. A. (2013). Heterogeneity in R&D collaboration: An empirical investigation. *Structural Change and Economic Dynamics*, 25 (C), 48-59. DOI: 10.1016/j.strueco.2013.02.003
- Cassiman, B., & Veugelers, R. (2002). R&D cooperation and spillovers: some empirical evidence from Belgium. *American Economic Review*, 92(4), 1169-1184.
- Chan, K. W., Li, S. Y., & Zhu, J. J. (2018). Good to be novel? Understanding how idea feasibility affects idea adoption decision-making in crowdsourcing. *Journal of Interactive Marketing*, 43, 52-68. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2018.01.001>
- Chen, J., Chen, Y., & Vanhaverbeke, W. (2011). The influence of scope, depth, and orientation of external technology sources on the innovative performance of Chinese firms. *Technovation*, 31(8), 362-373. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2011.03.002>
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press.

- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative science quarterly*, 35(1), 128-152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Cohen, W. M., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2002). Links and impacts: The influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, 48(1), 1-23. <https://doi.org/10.1287/mnsc.48.1.1.14273>
- Criscuolo, P., Dahlander, L., Grohsjean, T., & Salter, A. (2017a). Evaluating novelty: The role of panels in the selection of R&D projects. *Academy of Management Journal*, 60(2), 433-460. <https://doi.org/10.5465/amj.2014.0861>
- Criscuolo, P., Laursen, K., Reichstein, T. and Salter, A. (2017b), "Winning combinations: search strategies and innovativeness in the UK". *Industry and Innovation*, 25, 115-143. <https://doi.org/10.1080/13662716.2017.1286462>
- Dachs, B., Ebersberger, B., & Pyka, A. (2008). Why do firms cooperate for innovation? A comparison of Austrian and Finnish CIS3 results. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, 4(3-4), 200-229. <https://doi.org/10.1504/IJFIP.2008.017577>
- Damioli, G., Ghisetti, C., Vertesy, D., & Vezzulli, A. (2021). Open for growth? Evidence on EU countries and sectors. *Economics of Innovation and New Technology*, 30(2), 197-219. <https://doi.org/10.1080/10438599.2019.1688459>
- De Fuentes, C., & Dutrénit, G. (2012). Best channels of academia-industry interaction for long-term benefit. *Research Policy*, 41(9), 1666-1682. DOI 10.1016/J.RESPOL.2012.03.026
- De Fuentes, C., & Dutrénit, G. (2016). Geographic proximity and university-industry interaction: the case of Mexico '. *Journal of Technology Transfer*, 41, 329-348. <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9364-9>
- De-Oliveira, F., & Rodil-Marzábal, Ó. (2019). Structural characteristics and organizational determinants as obstacles to innovation in small developing countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 140, 306-314. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2018.12.021>
- D'Este, P., Iammarino, S., Savona, M. and Von Tunzelmann, N. (2012), "What hampers innovation? Revealed barriers versus deterring barriers". *Research Policy*, 41 (2), 482-488. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.09.008>
- Dooley, L., Kenny, B. and Cronin, M. (2016). Interorganizational innovation across geographic and cognitive boundaries: does firm size matter?". *R&D Management*, 46, 227-243. <https://doi.org/10.1111/radm.12134>
- Erbes, A., Katz, J., & Suarez, D. (2016). Aportes latinoamericanos para la construcción del enfoque del SNI. El énfasis en el desarrollo. In A. Erbes & D. Suárez (Eds.), *Repensando el desarrollo latinoamericano. Una discusión desde los sistemas de innovación*. Ediciones UNGS.
- Fernández De Lucio, I.; Castro Martínez, E.; Conesa Cesagarra, F. y Gutiérrez Gracia, A. (2000). Las relaciones universidad -empresa: entre la transferencia de resultados y el aprendizaje regional. *Espacios*, 21(2), 1-18. <http://hdl.handle.net/10261/13382>

- Freeman, C. (1987). *Technology and Economic Performance: Lessons from Japan*. Pinter.
- Freel, M. S. (2000). Barriers to product innovation in small manufacturing firms. *International Small Business Journal*, 18(2), 60-80. <https://doi.org/10.1177/0266242600182003>
- Fu, X., Li, J., Xiong, H., & Chesbrough, H. (2014). Open innovation as a response to constraints and risks: evidence from China. *Asian Economic Papers*, 13(3), 30-58. https://doi.org/10.1162/ASEP_a_00289
- Galati, F. & Bigliardi, B. (2017). Does different NPD project's characteristics lead to the establishment of different NPD networks? A knowledge perspective. *Technology Analysis and Strategic Management*, 29, 1196-1209. <https://doi.org/10.1080/09537325.2016.1277581>
- Galia, F., & Legros, D. (2004). Complementarities between obstacles to innovation: Evidence from France. *Research Policy*, 33(8), 1185-1199. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.06.004>
- Guerrero, M., Urbano, D. (2017). The impact of Triple Helix agents on entrepreneurial innovations' performance: An inside look at enterprises located in an emerging economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 119, 294-309. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.015>
- Guerrero, M., Urbano, D., & Herrera, F. (2019). Innovation practices in emerging economies: Do university partnerships matter?. *The Journal of Technology Transfer*, 44(2), 615-646. <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9578-8>
- Guimón, J. (2021). Review of the book "Harnessing Public Research for Innovation in the 21st Century: An International Assessment of Knowledge Transfer Policies", *Research Policy*, 50(9), 104342. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104342>
- Greco, M., Grimaldi, M., & Cricelli, L. (2016). An analysis of the open innovation effect on firm performance. *European Management Journal*, 34(5), 501-516. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2016.02.008>
- Hadjimanolis, A. (2003). "The Barriers Approach to Innovation." In L. V. Shavinina (Ed.), *The International Handbook on Innovation*, (pp.559-573). Elsevier.
- Hagedoorn, J., Link, A. N., & Vonortas, N. S. (2000). Research partnerships. *Research Policy*, 29(4-5), 567-586. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00090-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00090-6)
- Hall, B. H., Moncada-Paternò-Castello, P., Montresor, S., & Vezzani, A. (2016). Financing constraints, R&D investments and innovative performances: new empirical evidence at the firm level for Europe. *Economics of Innovation and New Technology*, 25 (3), 183-196. <https://doi.org/10.1080/10438599.2015.1076194>
- Hartono, A. (2018). Do innovation barriers drive a firm to adopt open innovation? Indonesian firms' experiences. *Academy of Strategic Management Journal*, 17(6), 1-13.
- Hsieh, W.-L., Ganotakis, P., Kafourous, M. & Wang, C. (2018). Foreign and domestic collaboration, product innovation novelty, and firm growth. *Journal of Product Innovation Management*, 35, 652-672. <https://doi.org/10.1111/jpim.12435>

- Hölzl, W., & Janger, J. (2013). Does the analysis of innovation barriers perceived by high growth firms provide information on innovation policy priorities? *Technological Forecasting and Social Change*, 80(8), 1450-1468. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.05.010>
- Kafouros, M., Love, J. H., Ganotakis, P., & Konara, P. (2020). Experience in R&D collaborations, innovative performance and the moderating effect of different dimensions of absorptive capacity. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119757. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119757>
- Kanama, D., & Nishikawa, K. (2017). What type of obstacles in innovation activities make firms access university knowledge? An empirical study of the use of university knowledge on innovation outcomes. *The Journal of Technology Transfer*, 42(1), 141-157. <https://doi.org/10.1007/s10961-015-9459-y>
- Laursen, K., & Salter, A. (2004). Searching high and low: What types of firms use universities as a source of innovation? *Research Policy*, 33(8), 1201–1215. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.07.00>
- Laursen, K., & Salter, A. (2006). Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms. *Strategic management journal*, 27(2), 131-150. <https://doi.org/10.1002/smj.507>
- Laursen, K., & Salter, A. J. (2014). The paradox of openness: Appropriability, external search and collaboration. *Research Policy*, 43(5), 867–878. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.004>
- López, A. (2008). Determinants of R&D cooperation: Evidence from Spanish manufacturing firms. *International Journal of Industrial Organization*, 26(1), 113–136. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2006.09.006>
- López-Fernández, M. C., Serrano-Bedia, A. M., & García-Piqueres, G. (2008). Exploring determinants of company-university R&D collaboration in Spain: A contrast between manufacturing and service sectors. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 19. (3), 361-373. <https://doi.org/10.1108/17410380810853786>
- Lundvall, B.-Å. (1988), ‘Innovation as an interactive process: From user-producer interaction to the National Innovation Systems’, in Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R.R., Silverberg, G. and Soete, L.(eds.), *Technology and economic theory* (pp.61-83). Pinter Publishers
- Madrid-Guijarro, A., D. Garcia, and H. Van Auken. 2009. “Barriers to Innovation among Spanish Manufacturing SMEs.” *Journal of Small Business Management*, 47 (4): 465–488. doi:10.1111/jsbm.2009.47.issue-4.
- Mariti, P., & Smiley, R. H. (1983). Co-operative agreements and the organization of industry. *The Journal of industrial economics*, 31(4), 437-451. <https://doi.org/10.2307/2098340>
- Miotti, L., & Sachwald, F. (2003). Co-operative R&D: Why and with whom? An integrated framework of analysis. *Research Policy*, 32(8), 1481–1499. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00159-2](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00159-2)

- Milesi, D., Petelski, N., & Verre, V. (2013). Innovation and appropriation mechanisms: Evidence from Argentine microdata. *Technovation*, 33(2–3), 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.12.001>
- Moraes Silva, D. R. D., Lucas, L. O., & Vonortas, N. S. (2020). Internal barriers to innovation and university-industry cooperation among technology-based SMEs in Brazil. *Industry and Innovation*, 27(3), 235–263. <https://doi.org/10.1080/13662716.2019.1576507>
- Mowery, D. C. (1998). Collaborative R&D: how effective is it?. *Issues in Science and Technology*, 15(1), 37–44.
- Narula, Rajneesh and Zanfei, Antonello, (2003). Globalisation of Innovation the Role of Multinational Enterprises. DRUID Working Papers. Working paper No 03-15
- Nelson, R. R. (1959). The simple economics of basic scientific research. *Journal of political economy*, 67(3), 297–306.
- Nooteboom, B., Van Haverbeke, W., Duysters, G., Gilsing, V., & Van den Oord, A. (2007). Optimal cognitive distance and absorptive capacity. *Research Policy*, 36(7), 1016–1034. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.04.003>
- Ocampo-Wilches, A. C., Naranjo-Valencia, J. C., & Calderon-Hernandez, G. (2020). How the perception of obstacles to innovation affects innovation results: Evidence in a developing country?. *International Journal of Business Innovation and Research*, 22(2), 281–307. <https://doi.org/10.1504/IJBIR.2020.107839>
- OCDE. (2005). Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación, 3ª edición. <https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>
- O'Connor, M., Doran, J., & McCarthy, N. (2020). Cognitive proximity and innovation performance: are collaborators equal? *European Journal of Innovation Management*, 24(3), 637–654. <https://doi.org/10.1108/EJIM-11-2019-0347>
- Oduro, S. (2020). Exploring the barriers to SMEs' open innovation adoption in Ghana: A mixed research approach. *International Journal of Innovation Science*. <https://doi.org/10.1108/IJIS-11-2018-0119>
- Pellegrino, G., & Savona, M. (2017). No money, no honey? Financial versus knowledge and demand constraints on innovation. *Research Policy*, 46(2), 510–521. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.01.001>
- Pereira Cabral, B., Lage de Sousa, F., & Canêdo-Pinheiro, M. (2020). Assessing the impacts of innovation barriers: a qualitative analysis of Brazil's natural resources industry. *Resources Policy*, 68, 101736. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101736>
- Qiu, S. & Yang, D. (2018). Do leading scientists in emerging countries contribute to knowledge local diffusion? *Academy of Management Proceedings*, 2018 (1), 16535. <https://doi.org/10.5465/AMBPP.2018.16535abstract>
- Qiu, S., Liu, X., & Gao, T. (2017). Do emerging countries prefer local knowledge or distant knowledge? Spillover effect of university collaborations on local firms. *Research Policy*, 46,(7), 1299–1311. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.06.001>

- Rubalcaba Bermejo, L., Slavova, S., Kim, M. D., Merino De Lucas, F., Franco-Temple, E., & Victor, J. M. (2017). Innovation for productivity growth in Ecuador: unlocking constraints through horizontal and cluster development policies. In M.D. Kim & G. Ferrer Morera (Ed.). *Improving Firms' Innovation to Foster Productivity and Diversification*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/28280>
- Santiago, F., De Fuentes, C., Dutrénit, G., & Gras, N. (2017). What hinders innovation performance of services and manufacturing firms in Mexico? *Economics of Innovation and New Technology*, 26(3), 247–268. <https://doi.org/10.1080/10438599.2016.1181297>
- Savignac, F. (2008). Impact of financial constraints on innovation: what can be learned from a direct measure?. *Economics of Innovation and New Technology*, 17(6), 553–569. <https://doi.org/10.1080/10438590701538432>
- Serrano-Bedia, A. M., López-Fernández, M. C., & García-Piqueres, G. (2010). Decision of institutional cooperation on R&D: Determinants and sectoral differences. *European Journal of Innovation Management*, 13 (4), 439-465. <https://doi.org/10.1108/14601061011086285>
- Segarra-Blasco, A., & Arauzo-Carod, J. M. (2008). Sources of innovation and industry–university interaction: Evidence from Spanish firms. *Research Policy*, 37(8), 1283–1295. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2008.05.003>
- Siqueira, M., Chiarini, T., & Bittencourt, P. F. (2017). Obstacles to innovation in Brazil. *Industry and Higher Education*, 31(3), 168–183. <https://doi.org/10.1177/0950422217698524>
- Sofka, W., & Grimpe, C. (2010). Specialized search and innovation performance—evidence across Europe. *R&d Management*, 40(3), 310-323. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2010.00592.x>
- Spanos, Y. E. (2021). Exploring heterogeneous returns to collaborative R&D: A marginal treatment effects perspective. *Research Policy*, 50(5), 104223. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104223>
- Sun, Y., Zhang, C., & Kok, R. A. (2020). The role of research outcome quality in the relationship between university research collaboration and technology transfer: empirical results from China. *Scientometrics*, 122(2), 1003-1026. <https://doi.org/10.1007/s11192-019-03330-6>
- Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research policy*, 15(6), 285-305. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(86\)90027-2](https://doi.org/10.1016/0048-7333(86)90027-2)
- Temel, S., Scholten, V., Akdeniz, R. C., Fortuin, F., & Omta, O. (2013). University-industry collaboration in Turkish SMEs: Investigation of a U-shaped relationship. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, 14(2), 103-115. <https://doi.org/10.5367/ijei.2013.0109>
- Tether, B. S. (2002). Who co-operates for innovation, and why: an empirical analysis. *Research policy*, 31(6), 947-967. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00172-X](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00172-X)
- Vega Jurado, J.; Manjarres Henríquez, L.; Castro Martínez, E. & Fernández De Lucio, I. (2011). Las relaciones Universidad-Empresa: Tendencias y desafíos en el marco del Espacio

- Iberoamericano del conocimiento. *Revista Iberoamericana de Educación* (57), 109-124. <https://doi.org/10.35362/rie570488>
- Veugelers, R., & Cassiman, B. (2005). R&D cooperation between firms and universities. Some empirical evidence from Belgian manufacturing. *International Journal of Industrial Organization*, 23(5-6), 355-379. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2005.01.008>
- Von Hippel, E. (1994). “Sticky information” and the locus of problem solving: implications for innovation. *Management science*, 40(4), 429-439. <https://doi.org/10.1287/mnsc.40.4.429>
- Wang, C. H., Chang, C. H., & Shen, G. C. (2015). The effect of inbound open innovation on firm performance: Evidence from high-tech industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 99, 222-230. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.07.006>
- Wright, M., Filatotchev, R., Hoskinsson, E., & Peng, M. (2005). Strategy Research in emerging economies. Challenging the conventional wisdom. *Journal of Management Studies*, 42(1), 1–33. <https://doi.org/10.4324/9781315768946-29>
- Zahler, A., Goya, D., & Caamaño, M. (2018). The Role of Obstacles to Innovation on Innovative Activities: An empirical Analysis. IDB Working Paper Series. IDB-WP- 9 65
- Zanella, G., Fu, X., Mohnen, P., & Ventresca, M. (2016). the Creation and Diffusion of Innovation in Developing Countries: a Systematic Literature Review. *Journal of Economic Surveys*, 30(5), 884–912. <https://doi.org/10.1111/joes.12126>

Anexo 2.1 Matriz de correlación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.Coop														
2.Coop_Firm	0,87													
3.Coop_OI	0,49	0,37												
4.Obs_fin	0,07	0,07	0,03											
5.Obs_know	0,11	0,11	0,05	0,49										
6.Obs_market	0,05	0,05	0,05	0,34	0,45									
7.tamaño	0,19	0,17	0,25	-0,10	-0,11	-0,03								
8.rd_int	0,06	0,06	0,08	0,03	0,04	0,03	0,06							
9.finan_pub	0,11	0,09	0,15	0,03	0,01	0,01	0,12	0,10						
10.export	0,13	0,12	0,15	-0,02	0,00	0,02	0,39	0,02	0,08					
11.legal_protect	0,11	0,09	0,13	-0,05	-0,06	-0,03	0,23	0,02	0,03	0,12				
12.strat_protect	0,22	0,21	0,19	0,00	0,00	0,00	0,21	0,05	0,06	0,16	0,26			
13.htec	0,00	0,00	-0,01	0,01	0,01	0,01	-0,05	0,00	0,00	0,04	-0,02	-0,01		
14.mhtec	0,06	0,05	0,07	0,02	0,03	0,03	-0,03	0,06	0,05	0,15	0,10	0,13	-0,05	
15.mltec	-0,01	-0,01	-0,01	0,03	0,03	0,03	-0,02	-0,01	-0,01	0,03	-0,14	-0,02	-0,04	-0,35

CAPÍTULO III: EFECTOS DE LOS DIFERENTES PATRONES DE COOPERACIÓN SOBRE EL DESEMPEÑO INNOVADOR

3.1 Introducción

Para fortalecer sus procesos de innovación, muchas empresas deciden cooperar con otros actores para compartir costes y riesgos asociados a este proceso, o para adquirir recursos y capacidades que internamente no tienen, como ya se ha indicado en el capítulo II de esta tesis. Esta estrategia, conocida como innovación abierta, se define como el uso de insumos y productos de conocimiento intencionales para acelerar la innovación y expandir los mercados para explotar las innovaciones (Chesbrough, 2006). También se caracteriza por el uso de fuentes internas y externas que permiten ampliar las oportunidades de innovación y la combinación de capacidades de las empresas, así como su explotación a través de múltiples canales (West y Gallagher, 2006). Una forma de llevar a cabo la innovación abierta son los acuerdos de cooperación tecnológica e innovación, entendidos como los diversos acuerdos que van desde proyectos conjuntos de I+D hasta la compra directa de tecnología (Hagedoorn, 1993).

La innovación abierta es un campo de estudio muy rico, que ha atraído la creciente atención de los investigadores, generando así un buen número de ejercicios empíricos que han mejorado la comprensión de este fenómeno. El efecto de la apertura a fuentes externas de conocimiento sobre el desempeño innovador es una de las cuestiones que se ha planteado en la literatura más reciente. Una gran cantidad de investigaciones han estudiado esta relación porque en la mayoría de los casos, la innovación no ocurre de forma aislada sino gracias a la interacción entre empresas, gobierno e instituciones de investigación (Tello-Gamarra et al., 2018), especialmente cuando la innovación la desarrollan las empresas que no cuentan internamente con los recursos necesarios para llevar a cabo sus procesos de innovación, o cuando se ubican en contextos en los que las condiciones económicas e institucionales no facilitan el desarrollo de innovaciones de forma aislada.

A pesar de la cantidad de estudios que han abordado esta relación, todavía existen algunos vacíos en los que es necesario adentrarse para tener un conocimiento más profundo y contextualizado

sobre los efectos y los condicionantes que guían el resultado de estas alianzas. Varias de las brechas de conocimiento en este campo se deben a que la mayoría de los estudios se han realizado en economías desarrolladas (Jugend et al., 2018), con menor énfasis en los resultados de la cooperación para innovar en economías de mercados emergentes, como las de América Latina (Heredia-Pérez et al., 2019). En esta región no existe evidencia empírica suficiente para demostrar que, por ejemplo, la cooperación universidad-empresa mejora el desempeño innovador (Gómez et al., 2014). Por lo tanto, existe un vacío en la investigación sistemática del proceso de innovación en estas economías (Bogers et al., 2019; Geldes et al., 2017) donde algunas barreras internas y externas dificultan la creación y difusión de innovaciones (Zanello et al., 2016), lo que lleva a que las empresas dependen en mayor medida de las fuentes de recursos externas (De Fuentes y Dutrénit, 2016).

En varias de las economías emergentes de América Latina, el fomento de la innovación abierta se ha convertido en una de las principales estrategias para promover la mejora de las capacidades de innovación de sus empresas, y diversas políticas de innovación se han centrado en promover el trabajo colaborativo entre los actores de los sistemas nacionales de innovación, especialmente entre el sector científico y el productivo (Moraes Silva et al., 2020). Sin embargo, en estas economías hay poca evidencia sobre los efectos reales de este tipo de cooperación; de hecho, las empresas de estos países no ven a las organizaciones de investigación como una fuente primaria de conocimiento y un socio para las actividades de innovación (De Fuentes y Dutrénit, 2012). Las empresas, por lo general, prefieren establecer acuerdos de cooperación con socios empresariales con los que tienen la misma estructura organizacional, y con los cuales tienen una mejor percepción de los costes y beneficios que las alianzas implican (Kafourous et al., 2020). En relación con esto, algunos estudios sugieren un vínculo más débil entre las colaboraciones con organizaciones de investigación, tales como las universidades, y el desempeño innovador en las regiones menos desarrolladas (Qiu et al., 2017; Qiu y Yang, 2018; Temel et al., 2013). Por estas razones, surgen las cuestiones acerca de qué tipo de cooperación es más efectivo para mejorar el desempeño innovador en las economías emergentes y qué factores condicionan los resultados de los diferentes tipos de cooperación.

Específicamente en el contexto de las economías emergentes, los estudios de este tipo son necesarios para conocer cómo las condiciones propias de estas economías- bajos niveles de inversión en I+D, el predominio de empresas de baja tecnología y la escasez de recursos humanos calificados, entre otros-, pueden afectar el curso de la relación entre cooperación y desempeño innovador. Por lo tanto, para contribuir a esta discusión, este estudio analiza la relación entre los diferentes patrones de cooperación que pueden adoptar las empresas y su desempeño innovador en una economía emergente: Colombia. Este país es un caso de estudio interesante porque ocupa el sexto lugar de América Latina y el Caribe en el Global Innovation Index 2021, con el puesto 67 en la clasificación general y la posición 53 en la dimensión “colaboración universidad/industria para la investigación y desarrollo”, por encima de las principales economías de la región como Argentina, Brasil, Chile y México que ocupan la posición 91, 81, 77 y 84 respectivamente, en esta misma dimensión (WIPO, 2021). Para el análisis empírico se usa un panel de datos no balanceado de 3.783 empresas del sector manufacturero colombiano para el período de 2007 a 2018.

Este capítulo está organizado de la siguiente manera: la segunda sección presenta la revisión de la literatura y el desarrollo de hipótesis. La tercera sección describe la metodología. La cuarta sección presenta los principales resultados de los modelos econométricos, y la quinta sección comenta los principales hallazgos del estudio.

3.2 Revisión de la literatura

3.2.1 Los efectos de la cooperación en el desempeño innovador de las empresas

Una empresa puede mejorar su desempeño innovador interactuando con diferentes socios que traerán un flujo de nuevas ideas, conocimientos y tecnologías. Además, estas alianzas pueden contribuir a reducir los costes de la innovación, acortar el tiempo de comercialización, aumentar las ventas, entre muchos otros beneficios (Bayona-Saez et al., 2017; Laursen y Salter, 2006). La literatura previa proporciona evidencia de los beneficios de cooperación para el desempeño innovador, por ejemplo, Belderbos et al. (2004) encuentran que la cooperación en I+D influye positivamente en la productividad laboral y la productividad en las ventas innovadoras (nuevas en el mercado). Por su parte, Cheng y Huizing (2014) muestran en su estudio que la innovación abierta

está significativa y positivamente relacionada con cuatro dimensiones del desempeño innovador: nuevos productos/servicios, éxito de nuevos productos/servicios, desempeño del cliente y desempeño financiero. En la misma dirección, Bayona-Saez et al. (2017) encuentran que el uso de varias fuentes externas es significativo y positivo tanto para la innovación de productos y procesos, como para las ventas de productos nuevos para la empresa y nuevos para el mercado; y Delgado-Verde et al., (2011) subrayan que la colaboración con socios externos es el componente con mayor poder explicativo para la innovación tanto de producto como de proceso. Asimismo, existen algunos estudios que muestran efectos negativos o no significativos (p.ej. Cruz-González et al., 2015; Heredia-Pérez et al., 2019) o una relación curvilínea entre el desempeño innovador y el uso de fuentes externas de conocimiento (Laursen y Salter, 2006; Triguero y Fernández, 2018). Aunque en general los estudios encuentran un efecto positivo, es poco probable que las actividades de innovación abierta sean igualmente efectivas para todas las empresas (Cheng y Huizingh, 2014) y para todo tipo de innovación (Greco et al., 2015).

Estudios previos han encontrado que la magnitud de los efectos de la cooperación es diferente según los tipos de innovación; asimismo, estos efectos varían dependiendo del grado de novedad de los productos. A este respecto, Nieto y Santamaría (2007) muestran que la cooperación tiene un impacto positivo y significativo en la probabilidad de lograr innovaciones de productos, con alto y bajo grado de novedad, pero su impacto en la probabilidad de lograr innovaciones de productos más novedosas es mayor que el causado en productos con menor grado de novedad. Cheng y Shiu (2015) encuentran que la capacidad de una empresa para obtener y explotar el conocimiento de socios externos mejora su posibilidad de obtener innovaciones radicales y, sin embargo, esta situación dificulta la obtención de innovaciones incrementales.

En esta misma línea, Triguero y Fernández (2018) muestran que la cooperación con socios externos es significativa y positiva tanto para la innovación de producto como de proceso, pero su efecto es mayor en la innovación de producto. Laursen y Salter (2006) encontraron que la amplitud de búsqueda externa era positiva y significativa para la innovación radical e incremental, pero estaba más asociada con la innovación incremental. De acuerdo a estos autores, esto sucede porque en las primeras etapas de desarrollo del producto, solo unos pocos actores pueden tener conocimiento de las tecnologías clave que subyacen a la evolución del producto. Sin embargo,

cuando el producto madura y las empresas quieren realizar mejoras significativas en él, necesitan explorar una gran cantidad de canales de búsqueda. Van Beers y Zand (2014) subrayan que la complementariedad entre el conocimiento y los recursos de múltiples áreas de experiencia y dominios de aplicación es necesaria para la introducción exitosa de innovaciones radicales.

En el caso de las economías emergentes, en especial en las economías latinoamericanas, existen pocos estudios sobre la relación entre los acuerdos de cooperación y el desempeño innovador. Estos estudios también han encontrado resultados diferentes; incluso aquellos estudios que han analizado más de un país de América Latina que tienen algunas similitudes en cuanto a su estructura económica y condiciones sociales y políticas, muestran hallazgos diferentes en cuanto a la influencia que tiene la cooperación en los diferentes tipos de innovación. Por ejemplo, Heredia-Pérez et al. (2019) encuentran un efecto positivo de la cooperación en todo tipo de innovación en el caso de Perú, mientras que en Chile no hubo resultados significativos en ningún tipo de innovación. Por lo tanto, estos autores concluyen que estos hallazgos pueden atribuirse al hecho de que la innovación está estrechamente determinada por factores que son específicos de la industria y difieren entre países. Los estudios latinoamericanos también han encontrado que la cooperación tiene un efecto positivo en un grado de novedad, por ejemplo, Jugend et al. (2018) encontraron que las empresas que introducen innovaciones radicales mostraron un mayor nivel de confianza en las alianzas externas, mientras que aquellas inmersas en la innovación incremental confían más en sus capacidades internas. En Argentina, Pasciaroni y Barbero (2020) encontraron que la cooperación influye positivamente en el grado de novedad de las innovaciones, siendo la cooperación con organizaciones de investigación la que facilita la introducción de productos con mayor grado de novedad.

3.2.2 Efectos de la heterogeneidad organizacional en el desempeño innovador

Un tema crucial en la colaboración en I+D es la selección de los socios (Nieto y Santamaría, 2007). Muchas empresas están involucradas en múltiples esquemas de colaboración, lo que significa que cooperan con una diversidad de socios (Van Beers y Zand, 2014). Esta diversidad de socios puede aumentar el rendimiento de la innovación porque cada uno de ellos tiene conocimientos y habilidades heterogéneos que pueden combinarse entre sí para aumentar el potencial de innovación

(Belderbos et al., 2006, Nieto y Santamaría, 2007). Por lo tanto, la heterogeneidad organizacional en las redes de colaboración tiene un efecto positivo en el desempeño innovador.

Según Huang et al. (2018) la heterogeneidad organizacional es el grado de diferenciación y diversificación en activos de conocimiento, tecnologías, capacidades y otros recursos entre dos o más socios involucrados en un proceso de innovación abierta. Tijssen (1998) también aborda el concepto de heterogeneidad clasificando las organizaciones entre públicas y privadas: Dentro del primer grupo se encuentran las universidades, agencias gubernamentales y empresas estatales, mientras que la segunda categoría se refiere principalmente a las empresas. Huang et al. (2018) adoptan esta clasificación y proponen catalogar a los socios externos en socios comerciales (clientes, proveedores, competidores, empresas de otras industrias y empresas de capital de riesgo) y organizaciones de investigación (universidades, instituciones de investigación, intermediarios tecnológicos, organizaciones de propiedad intelectual y agencias gubernamentales).

La contribución diferenciada de cada tipo de cooperación en el desempeño innovador de las empresas es un aspecto esencial para mejorar la estrategia empresarial (Miotti y Sachwald, 2003; Belderbos et al., 2015). Existen diferencias significativas entre los tipos de socios que pueden determinar cómo se gestiona la colaboración y qué tipo de innovación se puede lograr (Whitley, 2002). En cuanto a la contribución de la cooperación con socios empresariales, muchos estudios han encontrado un efecto positivo de la relación con clientes y proveedores en la innovación de productos (Belderbos et al., 2004; Castillo-Vergara y Torres-Aranibar, 2019; Miotti y Sachwald, 2003; Nieto y Santamaría, 2007). La cooperación con estos socios proporciona conocimiento sobre tecnología y mercados, reduce el tiempo y los costes de desarrollo, comercialización y los riesgos de aceptación de nuevos productos, y tiene efectos positivos tanto en la innovación de productos como de procesos (Belderbos et al., 2015; Miotti y Sachwald, 2003; Nieto y Santa María, 2007). Según Vega-jurado et al. (2017) la cooperación con socios comerciales es un predictor significativo y positivo tanto de las innovaciones nuevas para la empresa como de aquellas que son nuevas para el mercado. Para Nieto y Santamaría (2007) los proveedores son los socios con el efecto más significativo sobre la probabilidad de obtener innovaciones con alto o bajo grado de novedad.

En cuanto a la cooperación con organizaciones de investigación, los beneficios para el proceso de innovación son diversos, incluyendo el acceso a equipos de laboratorio, compartir riesgos y adquirir conocimientos complementarios (Lin, 2017). Este tipo de cooperación es importante para empresas sin experiencia en I+D interna, e incluso para aquellos que deseen potenciar sus capacidades internas de innovación (Serrano-Bedia et al., 2018). Varios estudios también han encontrado una relación positiva entre universidades y/o centros de investigación y el desarrollo de la innovación tecnológica. Vélez et al. (2019) encuentran que la cooperación universidad-empresa tuvo una influencia positiva en la innovación de producto, pero este efecto positivo fue menor que el efecto ocasionado por los socios empresariales; estos hallazgos son similares a los de Miotti y Sachwald (2003) y Díaz et al. (2006). Además, la cooperación con universidades y centros de investigación se ha identificado como socios críticos para el desarrollo de innovaciones más radicales o nuevas en el mercado. Vega-jurado et al. (2017) encuentran que la cooperación con universidades tiene influencia positiva en la obtención de innovaciones nuevas para el mercado, pero no tiene influencia en la obtención de innovaciones que solo son nuevas para la empresa, y Nieto y Santamaría (2007) encuentran que la cooperación con organizaciones de investigación tiene un impacto positivo y significativo en la probabilidad de lograr innovaciones de productos, pero el impacto es ligeramente mayor en innovaciones con menor grado de novedad. Otros estudios, como el de Castillo-Vergara y Torres-Aranibar (2019) no encontraron efectos significativos de la cooperación académica sobre la innovación tecnológica en Chile, y Turriago-Hoyos et al., (2015) no encontraron resultados concluyentes en cuanto al efecto de la cooperación con las organizaciones de investigación.

A pesar de la ausencia de un acuerdo definitivo sobre el impacto de la cooperación con las organizaciones del conocimiento en el desempeño innovador de las empresas, se acepta ampliamente que el desarrollo de innovaciones tecnológicas, especialmente las innovaciones de productos con un alto grado de novedad, a menudo requiere un conocimiento complejo que no siempre está disponible en las empresas, por lo que para acceder a este tipo de conocimientos las empresas requieren cooperar con las organizaciones de investigación. Según Hervas-Oliver et al. (2020), la innovación de productos es una actividad fuertemente asociada a la I+D y es un propósito a largo plazo, por lo que requiere más inversión en laboratorios, formación del personal, etc. Por otro lado, la innovación de procesos está más orientado al corto plazo que la innovación

de productos, requiere menos infraestructura científica y, por lo tanto, también implica menos compromiso de recursos. Dado que las empresas de las economías en desarrollo no siempre tienen la posibilidad de realizar estas inversiones por sí mismas, la cooperación con organizaciones de investigación es una buena opción para enfrentar esta dificultad.

Con respecto a la cooperación con competidores, algunos estudios han encontrado que este tipo de cooperación puede ser positivo para el desempeño innovador porque en estas alianzas las empresas pueden adquirir información importante sobre las condiciones del mercado y pueden mejorar su capacidad interna al cooperar con empresas competidoras que han desarrollado sus propias capacidades tecnológicas (Wu, 2014). Además, es probable que las empresas trabajen con competidores siempre que compartan problemas comunes que están fuera del área de influencia del competidor, por ejemplo, un cambio regulatorio (Tether, 2002). Sin embargo, el riesgo de fuga de conocimiento es mayor con los competidores (Nieto y Santamaría, 2007). Mientras que Wu (2014) encontró un efecto positivo y significativo de esta cooperación en la innovación de productos, Triguero y Fernández (2018) no encontraron influencia de la cooperación con los competidores en la innovación de productos o innovación de procesos. Nieto y Santamaría (2007) encontraron que los resultados de colaborar con competidores no revelaron un impacto significativo en la probabilidad de lograr innovaciones incrementales, pero sí un efecto negativo y significativo en la probabilidad de lograr innovaciones radicales. Estrada et al. (2016) encuentran un impacto significativo de la colaboración con la competencia en el desempeño innovador, cuando la empresa usa mecanismos internos de intercambio de conocimiento, así como mecanismos formales de protección del conocimiento.

En lo que respecta a la internacionalización de las alianzas de I+D, las actividades de cooperación con socios extranjeros ofrecen nuevas oportunidades que los socios nacionales podrían no ser capaces de ofrecer (Van Beers y Zand, 2014); por lo tanto, los socios extranjeros pueden producir el conocimiento complementario necesario para innovar. Además, la cooperación en I+D con socios extranjeros ofrece la ventaja de obtener acceso a recursos específicos de cada país, incluido el acceso al conocimiento de una fuerza laboral especializada o una comunidad institucional en un determinado campo de alta tecnología (Miotti y Sachwald, 2003). La diversidad geográfica de los socios conduce a una mejor adaptación de los productos existentes a las preferencias de los clientes

en los mercados extranjeros y, por lo tanto, mejora el desempeño de la innovación incremental de la empresa. En este sentido, la cooperación con socios internacionales es más importante para alcanzar la innovación incremental que para la innovación radical (Van Beers y Zand, 2014).

Con base en los argumentos anteriormente expuestos, se proponen las siguientes hipótesis:

H1. En la innovación radical, la cooperación con organizaciones de investigación tiene un efecto positivo mayor que la cooperación con otras empresas.

H2. En la innovación incremental, la cooperación con otras empresas tiene un efecto positivo mayor que la cooperación con organizaciones de investigación.

H3. La cooperación con los competidores tiene efecto positivo en la innovación incremental, pero un efecto negativo en la innovación radical

H4. La cooperación con socios internacionales tiene un mayor efecto positivo en la innovación incremental que en la innovación radical.

3.3 Metodología

3.3.1 Datos

Para el análisis empírico se construye un panel no balanceado con datos de 3.447 empresas y 9.741 observaciones. Los datos fueron recopilados para el periodo comprendido entre los años 2007-2018 a partir de las últimas seis oleadas de la Encuesta Colombiana de Innovación y Desarrollo Tecnológico (EDIT) que se realiza de forma bianual. El panel incluyó solo empresas que han respondido la encuesta en por lo menos dos periodos y que cuentan con al menos 5 empleados. Esta encuesta es realizada por el Departamento Nacional de Estadística (DANE) de Colombia, recoge información sobre resultados de innovación, actividades de cooperación, inversión en I+D y talento humano, entre otras variables, en las empresas del sector manufacturero de este país (DANE, 2019).

El desempeño innovador es la variable dependiente. Para garantizar un panorama más amplio del comportamiento innovador de las empresas estudiadas y teniendo en cuenta el contexto de estudio, se usaron tres medidas del desempeño innovador, las dos primeras se basan en el grado de novedad de los nuevos productos, estas son la innovación radical (*Inn_Rad*) y la innovación incremental (*Inn_Incre*). La tercera medida evalúa la innovación en los procesos (*Inn_Proc*), aunque esta variable es menos utilizada para medir el desempeño innovador, se toma la decisión de incluirla porque este tipo de innovación es la más común entre las empresas estudiadas.

En cuanto a las variables explicativas, la EDIT contiene información sobre los acuerdos de cooperación que realizan las empresas para desarrollar actividades de ciencia, tecnología e innovación. Para construir las variables explicativas, la cooperación con 11 tipos de socios fue tomada como variable de tipo binaria que indica si la empresa coopera o no con cada socio. Posteriormente, se clasifica a los socios en relación con el tipo de cooperación con la empresa, de la siguiente manera: Cooperación con otras empresa (*Coop_Firm*) (clientes y/o proveedores); cooperación con organizaciones de investigación (*Coop_OI*) (agentes consultores o expertos, universidades, centros de desarrollo tecnológico, centros autónomos de investigación, parques tecnológicos y centros regionales de productividad); Cooperación con competidores (*Coop_compt*) y cooperación con socios internacionales (*Coop_Abroad*). Cada uno de estos grupos también adopta una forma binaria.

Como variables de control se han seleccionado la Inversión en I+D (*rd_int*), el personal cualificado (*Per_Cap*), tamaño de la empresa (*Tamaño*), las exportaciones (*Expor*), la financiación pública (*Fin_pub*) y el nivel de intensidad tecnológica. También se incluyeron variables dummy de tiempo para cada período. La Tabla III. 1 muestra la definición de cada variable y las estadísticas descriptivas.

En el anexo 3.1 se muestra la matriz de correlación de las variables, en donde se observa que no existen problemas serios de multicolinealidad.

Tabla III.1: Descriptivos estadísticos

Variable	Descripción	Mean	Std. Err.
Variables dependientes			
<i>Inn_Rad</i> : Innovación radical	Variable binaria igual a 1 si la empresa ha introducido nuevos o significativamente mejorados bienes o servicios en el mercado internacional, 0 en caso contrario	0,032	0,002
<i>Inn_Incre</i> : Innovación incremental	Variable binaria igual a 1 si la empresa ha introducido nuevos o significativamente mejorados bienes o servicios en el mercado nacional, 0 en caso contrario	0,160	0,004
<i>Inn_Proc</i> : Innovación de proceso	Variable binaria igual a 1 si la empresa ha introducido procesos nuevos o significativamente mejorados , 0 en caso contrario	0,556	0,004
Variables explicativas			
<i>Coop_Firm</i>	Variable binaria igual a 1 si la empresa ha cooperado con clientes y/o proveedores, 0 en caso contrario.	0,333	0,005
<i>Coop_OI</i>	Variable binaria igual a 1 si la empresa ha cooperado con organizaciones de investigación (universidades, centros de desarrollo tecnológico, centros autónomos de investigación, parques tecnológicos y centros de productividad), 0 en caso contrario.	0,226	0,004
<i>Coop_Compt</i>	Variable binaria igual a 1 si la empresa ha cooperado con competidores, 0 en caso contrario.	0,036	0,002
<i>Coop_Abroad</i>	Variable binaria igual a 1 si la empresa ha cooperado con socios extranjeros , 0 en caso contrario.	0,067	0,003
Variables de control			
<i>rd_int</i>	Inversión en I+D interna sobre el total de ventas	0,005	0,0001
<i>Per_Cap</i>	Porcentaje de empleados con grado y/o posgrado	0,160	0,001
Tamaño	Logaritmo del total de empleados	4,45	0,014
<i>Expor</i>	Variable binaria igual a 1 si la empresa ha exportado, 0 en caso contrario.	0,499	0,005
<i>Fin_pub</i>	Variable binaria igual a 1 si la empresa ha recibido financiación pública, 0 en caso contrario	0,043	0,002
<i>htec</i>	Variable binaria igual a 1 si la firma pertenece a un sector de alta tecnología, 0 en caso contrario.	0,009	0,001
<i>mhtec</i>	Variable binaria igual a 1 si la firma pertenece a un sector de media-alta tecnología, 0 en caso contrario.	0,263	0,004
<i>mltec</i>	Variable binaria igual a 1 si la firma pertenece a un sector de media- baja tecnología, 0 en caso contrario.	0,227	0,004

3.3. 2 Métodos

Para analizar el efecto de los diferentes tipos de cooperación sobre el desempeño innovador se usa un modelo Probit, que es aconsejable cuando la variable dependiente es binaria como sucede en este caso, y cuyas bases teóricas fueron explicadas a profundidad en el capítulo II. El modelo Probit que se propone adopta la siguiente expresión:

$$Pr(Innperformance_{it} = 1) = f(\alpha_i + \beta_2 X_{it} + \beta_3 Z_{it})$$

donde, $Innperformance_{it}$ es la variable de respuesta binaria que distingue entre diferentes variables utilizadas para medir el desempeño innovador: Inn_Rad , Inn_Incre , o Inn_Proc . Es la variable respuesta binaria la que indica si la i -ésima empresa ha desarrollado algún grado de novedad en el periodo t . X_{it} es un vector de variables sobre los diferentes tipos de cooperación y, Z_{it} es un vector de las variables de control. En las estimaciones se usan errores robustos.

3.4 Resultados econométricos

La Tabla III.1 se observa que aproximadamente, solo el 3,2% de las empresas de la muestra tienen innovaciones radicales, el 16% han desarrollado alguna innovación incremental, y que la innovación de proceso es la que más llevan a cabo las empresas estudiadas (55,6%). En cuanto a los tipos de cooperación, aquella que se realiza con otras empresas es la más frecuente (33,3%), seguida por la que se realiza con organizaciones de investigación (22,6%). Muy pocas empresas establecen acuerdos de cooperación con sus competidores (3,6%) o con socios extranjeros (6,7%).

En la tabla III.2 se presentan los resultados de las estimaciones econométricas. La cooperación con otras empresas y la cooperación con organizaciones de investigación tiene un impacto positivo y significativo tanto en la innovación radical como incremental, en la innovación de procesos no se encuentra ninguna influencia de la cooperación con organizaciones de conocimiento. En la innovación radical el efecto de la cooperación con organizaciones de investigación (2,3%) es más alto que el efecto de la cooperación con otras empresas (1,7%), lo que permite aceptar la hipótesis 1. Estos hallazgos están en línea con los de Pasciaroni y Barbero (2020) en Argentina, y también

confirman la importancia de la cooperación con organizaciones de conocimiento para el desarrollo de productos que requieren más investigación e infraestructura científica.

Tabla III.2 Tipos de cooperación y desempeño innovador

	Inn_Rad	Inn_Incre	Inn_Proc
Coop_Firm	0,017*** (0,004)	0,074*** (0,008)	0,070*** (0,012)
Coop_OI	0,023*** (0,004)	0,057*** (0,009)	0,024 (0,014)
Coop_Compet	0,005 (0,008)	0,052** (0,017)	0,007 (0,029)
Coop_abroad	-0,019** (0,006)	-0,047** (0,014)	0,043 (0,023)
rd_int	0,201** (0,062)	0,862*** (0,163)	0,086 (0,273)
Per_Cap	0,0004 (0,015)	0,127*** (0,029)	-0,179*** (0,045)
Tamaño	0,004** (0,001)	0,025*** (0,003)	0,031*** (0,005)
Expor	0,038*** (0,004)	0,023** (0,008)	-0,011 (0,012)
Fin_pub	0,008 (0,006)	0,028 (0,014)	0,068* (0,026)
htec	0,025 (0,015)	0,069 (0,038)	-0,034 (0,060)
mhtec	0,007 (0,004)	0,061*** (0,009)	-0,076*** (0,014)
mltec	0,002 (0,004)	0,040*** (0,009)	(-0,007 (0,014)
Time	Yes	Yes	Yes
Constante	Yes	Yes	Yes
Obs	9.741	9.741	9.741
Firmas	3.447	3.447	3.447
Log likelihood	-1032.0664	-3758.7189	-6511.3468
Wald chi2	374,95	868,49	262,98

Nota. * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001. Errores robustos en paréntesis. En la tabla se presentan los efectos marginales

Con respecto a la innovación incremental se observa que, aunque los dos tipos de cooperación tiene un impacto positivo y significativo, es mayor el efecto marginal de la cooperación con otras

empresas (7,4%) que el ocasionado por la cooperación con organizaciones de investigación (5,7%) sobre la probabilidad de llevar a cabo este tipo de innovación. Lo anterior permite aceptar la hipótesis 2. Estos resultados son similares a los de Nieto y Santamaría (2007), quienes encuentran que la cooperación con clientes y proveedores tiene un efecto muy importante en el desarrollo de innovaciones con bajo grado de novedad.

En cuanto a la cooperación con los competidores, los resultados muestran que este tipo de cooperación es positivo y significativo sobre la innovación incremental, pero no hay ningún tipo de efecto sobre la innovación radical, por lo que solo se puede aceptar parcialmente la hipótesis 3. Esta situación muestra que las empresas pueden aprovechar la cooperación con sus competidores para mejorar sus habilidades tecnológicas, pero sólo cuando su estrategia de innovación se base en la innovación incremental. Este resultado es contrario a Nieto y Santamaría (2007) quienes no encontraron significativo este tipo de cooperación en la innovación incremental, pero encontraron un impacto negativo y significativo de la cooperación con competidores en la innovación radical. Por su parte, no es significativa la asociación de la cooperación con competidores y las innovaciones de proceso.

La cooperación con socios extranjeros es negativa y significativa tanto en la innovación radical como en la incremental, pero su impacto negativo es mayor en la innovación incremental. Este tipo de cooperación disminuye en un 4,7 % la probabilidad de obtener innovaciones incrementales. Ante estos resultados, que son contrarios a la hipótesis de Van Beers y Zand (2014) acerca de que los socios extranjeros son más importantes en la innovación incremental porque facilitan ajustar un producto existente a las preferencias de otros mercados, se debe rechazar la hipótesis 4.

En cuanto a las variables de control, cabe resaltar los resultados de la inversión en I+D y el personal cualificado, porque estas variables pueden representar algunas características diferentes entre economías desarrolladas y emergentes, y, además, porque dan cuenta de la capacidad de absorción de conocimiento con que cuentan las empresas. La inversión en I+D tiene un efecto positivo y significativo en la innovación radical y en la incremental, pero no en la de procesos; resultados que está en línea con estudios como los de Laursen y Salter (2006) y Nieto y Santamaría, (2007) han encontrado que esta variable tiene un impacto positivo en ambos grados de novedad; sin

embargo, contrario a estos dos estudios que encuentran un mayor impacto de la inversión en I+D en la innovación radical, aquí se encuentra que su efecto es mayor en la innovación incremental. Este hallazgo es similar a Heredia-Perez et al. (2019) que encuentran una importante influencia de la I+D en la innovación de productos y procesos en los casos de Chile y Perú, aunque este estudio no diferencia por grado de novedad.

El personal calificado es positivo y significativo solo en la innovación incremental y negativo y significativo en la innovación de procesos. Estos resultados son contrarios a los de Moura et al. (2020) quienes no encuentran significancia del personal calificado ni en la innovación de productos ni en la de procesos en el caso de Portugal, pero en parte son similares a los de Heredia-Perez et al. (2019) que si encuentran una influencia positiva de este factor sobre innovación de producto en Chile. La relación inversa de esta variable con la innovación de procesos, podría indicar que aquellas empresas que cuentan con un mayor porcentaje de personal calificado en su plantilla, pueden avanzar hacia la innovación incremental o radical. Por su parte es significativo y positivo el efecto de las exportaciones en la innovación radical e incremental. Este resultado puede vincularse a los argumentos expuesto en Slater et al. (2014) y en particular, al hecho de que el desarrollo de la innovación radical requiere una aplicación más intensa de los componentes organizacionales tales como la cultura organizacional orientada a la innovación, la participación de la alta dirección en el proceso de innovación, la estrategia de lanzamiento de productos, entre otros aspectos que son característicos de empresas internacionalizadas.

Para verificar la robustez de los resultados, y teniendo en cuenta los problemas de endogeneidad que pueden existir entre las variables de desempeño innovador y las de cooperación, dado que las empresas más innovadoras pueden ser también las que más cooperan; en las tablas III.3 y III.4 se presentan los resultados de las estimaciones realizadas para confirmar los resultados presentados anteriormente. En primer lugar, en la tabla III.3 se presentan los resultados obtenidos al retardar las variables de control, que como la I+D, el personal capacitado, las exportaciones y la financiación pública, pueden requerir de un “*tiempo de incubación*” (Belderbos, et al., 2015, p.12) para causar efectos sobre el desempeño innovador de las empresas. En términos generales los resultados de la tabla III.3 confirman los resultados ya discutidos, solo hay algunas diferencias en

cuento a la influencia de la cooperación con organizaciones extranjeras en la innovación radical y en los efectos de algunas de las variables de control.

Tabla III.3 Tipos de cooperación y desempeño innovador. Robustez de resultados

	Inn_Rad	Inn_Incre	Inn_Proc
Coop_Firm	0,008* (0,004)	0,061*** (0,011)	0,084*** (0,017)
Coop_OI	0,013** (0,004)	0,053*** (0,012)	0,013 (0,020)
Coop_Compet	0,006 (0,005)	0,051* (0,022)	0,017 (0,041)
Coop_abroad	-0,001 (0,004)	-0,033* (0,016)	0,042 (0,028)
rd_int _(t-1)	0,014** (0,005)	0,051 (0,036)	-0,093 (0,069)
Per_Cap _(t-1)	0,019 (0,011)	0,146*** (0,039)	-0,309*** (0,059)
Tamaño	0,003* (0,001)	0,031*** (0,004)	0,037*** (0,006)
Expor _(t-1)	0,018** (0,006)	-0,001 (0,011)	-0,020 (0,016)
Fin_pub _(t-1)	0,004 (0,005)	0,034 (0,018)	0,038 (0,033)
htec	omited	0,056 (0,049)	-0,021 (0,082)
mhtec	-0,004 (0,004)	0,053*** (0,012)	-0,050** (0,018)
mltec	-0,003 (0,004)	0,037 (0,013)	0,005 (0,019)
Constante	Yes	Yes	Yes
Obs	4,838	4,878	4,878
Firmas	2,558	2,575	2,575
Log likelihood	-250,5098	-1721,6447	-3240,3332
Wald chi2	71,42	276,87	141,11

Nota. * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001. Errores robustos en paréntesis. En la tabla se presentan los efectos marginales

También teniendo que los efectos de la apertura sobre el desempeño innovador pueden darse en el momento que sucede la cooperación, pero también puede haber un proceso de aprendizaje en la gestión de las relaciones externas de innovación, que ayudan a que los efectos de la apertura tengan repercusiones futuras sobre las capacidades innovadoras (Huang et al. ,2018), en la tabla III.4 se presentan los resultados de usar el primer retardo de la cooperación con organizaciones de

investigación y empresariales, que son los tipos de cooperación más comunes entre las empresas estudiadas, sobre el desempeño innovador. Se usa aquí también el primer retardo de las variables de control.

Tabla III.4 Tipos de cooperación y desempeño innovador. Robustez de resultados 2

	Inn_Rad	Inn_Incre
Coop_Firm _(t-1)	0,005 (0,003)	0,029** (0,011)
Coop_OI _(t-1)	0,008* (0,004)	0,025* (0,011)
rd_int _(t-1)	0,014* (0,005)	0,045 (0,034)
Per_Cap _(t-1)	0,024* (0,012)	0,165*** (0,039)
Tamaño	0,004** (0,001)	0,036*** (0,004)
Expor _(t-1)	0,018** (0,006)	0,002 (0,011)
Fin_pub _(t-1)	0,006 (0,004)	0,044** (0,017)
htec	omited	0,049 (0,051)
mhtec	-0,003 (0,004)	0,057*** (0,012)
mltec	-0,002 (0,004)	0,039** (0,013)
Constante	Yes	Yes
Obs	4,838	4,878
Firmas	2,558	2,575
Log likelihood	-261,89405	-1762,2852
Wald chi2	60,19	218,90

Nota. * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001. Errores robustos en paréntesis. En la tabla se presentan los efectos marginales

Los resultados de la tabla III.4 muestran que la cooperación con organizaciones de investigación tiene un efecto positivo y significativo tanto en la innovación radical como en la incremental. El caso contrario ocurre con la cooperación entre empresas, que tiene un efecto positivo y significativo en la innovación incremental, pero ninguno en la innovación radical. Queda confirmando, de esta manera, que cada tipo de cooperación causa un efecto diferenciado en el desempeño innovador, y está también supeditado al tipo de innovación que priorice la empresa. Además, estos resultados reflejan la importancia de la cooperación con organizaciones de

investigación para alcanzar innovaciones con mayores grados de novedad, y del efecto tanto presente como futuro que tienen estas alianzas sobre el mejoramiento de las capacidades innovadoras. Este tiempo de incubación puede ser sobre todo importante en el contexto de las economías emergentes, en las que el establecimiento de las relaciones de confianza, las negociaciones de los acuerdos de cooperación y el desarrollo de los objetivos de la cooperación puede ser más demorado

3. 5 Discusiones y conclusiones

Esta investigación atiende a la necesidad de realizar más estudios para evaluar el efecto de la cooperación sobre el desempeño innovador de las empresas en diferentes contextos y con diferentes condicionantes. Para el caso específico, este estudio se realiza en Colombia, caracterizada por ser una economía emergente, cuyo tejido empresarial está constituido especialmente por pequeñas y medianas empresas que no cuentan con los recursos internos para apalancar por sí misma la innovación, pero que también tiene un indicador de cooperación que supera a las principales economías de la región en el ámbito específico de la dimensión “colaboración universidad/industria para la investigación (WIPO, 2021). Al encontrarse una relación positiva entre varios de los tipos de cooperación y el desempeño innovador, este estudio se enmarca en la corriente principal de hallazgos sobre la relación y refuerza la importancia de la cooperación sobre el éxito de las actividades de innovación.

El estudio se centra en abordar el efecto de la heterogeneidad organizacional en el desempeño innovador, encontrando que existen diferencias en el impacto de cada socio en el desempeño innovador, y que los efectos también son diferentes según el grado de novedad. Aquí, también hay una coincidencia con la mayoría de la evidencia empírica sobre este tema, que encuentran que el efecto de la cooperación con otras empresas en el desempeño innovador es mayor que el ocasionado por la que tiene lugar con organizaciones de investigación, por lo menos en la innovación incremental y de procesos en este caso específico. Confluyen varias explicaciones o condicionantes, como, tales como el hecho de que la cooperación con otras empresas sea la más frecuente entre las firmas incluidas en la muestra. Además, como afirman Kafouros et al. (2020), la proximidad en la estructura organizacional y los conocimientos básicos y especializados, son

dos determinantes del impacto que cada socio puede causar sobre el desempeño innovador; en este sentido, existe una mayor proximidad organizacional entre los socios comerciales, y, al mismo tiempo, existe una mayor posibilidad de encontrar conocimiento especializado para la industria en alianzas de este tipo.

Sin embargo, los resultados también reflejan la importancia de la cooperación con organizaciones de investigación para llevar a cabo innovaciones con un mayor grado de novedad. Por lo tanto, estos resultados demuestran que la distancia cognitiva entre estos dos actores puede estar ocasionando que las empresas colombianas subutilicen el conocimiento generado localmente, lo que contribuye a aumentar la brecha entre las economías emergentes e industrializadas desde el punto de vista de su capacidad innovadora.

Los hallazgos aquí presentados pueden proporcionar implicaciones gerenciales útiles para las empresas en el contexto de las economías emergentes. Si las empresas desean mejorar su desempeño innovador, la cooperación con socios externos es una buena estrategia para lograr este objetivo, ya que estos socios pueden facilitar el proceso de innovación a través de sus conocimientos y capacidades tecnológicas. También es necesario que los directivos evalúen su propia estrategia de innovación, así como los costes y riesgos que implica la innovación abierta para poder definir estrategias de cooperación adecuadas, rentables y eficaces para alcanzar sus objetivos.

Desde el punto de vista de los hacedores de políticas, los hallazgos plantean nuevos interrogantes sobre el papel de la cooperación universidad-empresa en el contexto de las economías emergentes, debido a que muchas de las políticas de innovación de estos países buscan promover y fortalecer esta relación. Estos hallazgos, basados en las empresas manufactureras colombianas, muestran que el efecto marginal de la cooperación con organizaciones de investigación es relativamente bajo si se compara con el efecto de la cooperación con otras empresas, en particular para la innovación incremental. Por lo tanto, es necesario evaluar qué está fallando respecto a la cooperación entre el sector productivo y las organizaciones de investigación, y si es necesario modificar las políticas y estrategias que buscan promover estas alianzas para superar los requisitos estructurales (capacidades y habilidades internas para establecer cooperación), las relacionadas con el entorno

institucional específico (políticas públicas e instrumentos de financiación) que dificultan la articulación entre actores de los sistemas de innovación (Álvarez et al., 2019), especialmente entre estos dos tipos de actores.

Es cierto que los resultados de la cooperación sobre el desempeño innovador de las empresas no dependen únicamente de las características generales de los sistemas de innovación, sino que están relacionados con características específicas de los actores involucrados. En este sentido, la promoción de la articulación de los actores debe ir acompañada de programas de fortalecimiento del sector productivo que refuercen la demanda de conocimiento y tecnología por parte de las empresas. Este aspecto debe ser tomado en cuenta en las economías emergentes, donde el sector productivo está formado principalmente por pymes, empresas que en general no cuentan con departamentos internos de I+D dentro de sus estructuras organizativas, ni personal investigador en su plantilla, aspecto que sería favorable para la incorporación del conocimiento científico y la tecnología disponible en sus procesos productivos (Gómez et al., 2014). De hecho, el efecto positivo de la cooperación sobre el desempeño innovador es menor que el efecto causado por la inversión en I+D y el personal calificado. Esto viene a resaltar que, si bien la cooperación es un factor importante para mejorar la innovación, las empresas deben tener capacidades internas que les permitan aprovechar los flujos de conocimiento externo, lo que sugiere que este tipo de conocimiento debe usarse para complementar y no para sustituir las capacidades internas (Vega-Jurado et al., 2009).

También es necesario que las organizaciones de investigación mejoren sus estrategias de acercamiento al sector productivo, tarea que en las economías en desarrollo es aún incipiente debido, entre otras razones, a la incipiente consolidación de organizaciones del conocimiento, distintas de las universidades, que trabajan en la transferencia de conocimiento desde la academia al sector productivo; y también los dilemas que aún tienen que resolver las universidades sobre su relación con el sector productivo.

Finalmente, este estudio tuvo varias limitaciones que pueden ser tenidas en cuenta para futuras investigaciones. En primer lugar, no es posible evaluar la intensidad de la cooperación con los socios, porque la EDIT no contiene esta información. En segundo lugar, no se evalúa el efecto

moderador que la capacidad de absorción puede tener sobre los diferentes tipos de cooperación, sino que solo se evalúa por separado y como variables de control, el efecto explicativo de las variables como la inversión en I+D y del personal calificado. En tercer lugar, el efecto de la cooperación con socios extranjeros se evalúa en términos generales, pero no se puede evaluar específicamente con otras empresas extranjeras u organizaciones de investigación extranjeras por separado, ya que esta información solo está disponible para las últimas oleadas de la EDIT. El cuarto y último punto a señalar es que las medidas con las que aquí se evalúa el desempeño innovador, si bien son las que se utilizan convencionalmente en los estudios relacionados con este campo, pueden no ser las más adecuadas, debido a que el porcentaje de empresas que desarrollan innovación radical es pequeño. Futuros estudios podrían usar otras medidas de desempeño innovador, más directamente relevantes para el contexto, como la innovación no tecnológica o el grado de importancia de la innovación en diferentes aspectos del desempeño empresarial.

3.6 Referencias

- Álvarez, I., Natera, J. M., & Castillo, Y. (2019). Generación y transferencia de ciencia, tecnología e innovación como claves de desarrollo sostenible y cooperación internacional en América Latina. *Documentos de Trabajo*, 2019. <https://doi.org/10.33960/issn-e.1885-9119.dt19>
- Bayona-Saez, C., Cruz-Cázares, C., García-Marco, T., & Sánchez García, M. (2017). Open innovation in the food and beverage industry. *Management Decision* (Vol. 55, Issue 3). <https://doi.org/10.1108/MD-04-2016-0213>
- Beck, M., & Schenker-Wicki, A. (2013). *Cooperation with external partners: The importance of diversity for innovation performance* (No. 331; Issue 331).
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2004). Cooperative R&D and firm performance. *Research Policy*, 33(10), 1477–1492. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2004.07.003>
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2006). Complementarity in R&D cooperation strategies. *Review of Industrial Organization*, 28(4), 401–426. <https://doi.org/10.1007/s11151-006-9102-z>
- Belderbos, R., Carree, M., Lokshin, B., & Fernández Sastre, J. (2015). Inter-temporal patterns of R&D collaboration and innovative performance. *Journal of Technology Transfer*, 40(1), 123–137. <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9332-4>
- Bogers, M., Burcharth, A., & Chesbrough, H. (2019). Open Innovation in Brazil: Exploring opportunities and challenges. *International Journal of Innovation*, 7(2), 178–191.
- Carree, M., Lokshin, B., & Alvarez Alvarez, H. (2019). Technology partnership portfolios and firm innovation performance: Further evidence. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 54, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2019.07.001>
- Castillo-Vergara, M., & Torres Aranibar, E. (2019). El papel de la Cooperación para Desarrollar Innovación Tecnológica en la PYME. *Journal of Technology Management & Innovation*, 14(4), 41–53. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242019000400041>
- Cheng, C. C. J., & Huizingh, E. K. R. E. (2014). When is open innovation beneficial? The role of strategic orientation. *Journal of Product Innovation Management*, 31(6), 1235–1253. <https://doi.org/10.1111/jpim.12148>
- Cheng, C., & Shiu, E. (2015). The inconvenient truth of the relationship between open innovation activities and innovation performance. *Management Decision*, 53(3), 625–647.
- Cruz-González, J., López-Sáez, P., Navas-López, J. E., & Delgado-Verde, M. (2015). Open search strategies and firm performance: The different moderating role of technological environmental dynamism. *Technovation*, 35, 32–45. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.09.001>
- DANE. (2019). *Boletín Técnico EDIT 2017 - 2018*. 1–60. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/boletin_EDIT_manufacturera_2017_2018.pdf
- Delgado-Verde, M., Martín-de-Castro, G., Navas-López, J. E., & Cruz-González, J. (2011). Capital social, capital relacional e innovación tecnológica. una aplicación al sector

- manufacturero español de alta y media-alta tecnología. *Cuadernos de Economía y Dirección de La Empresa*, 14(4), 207–221. <https://doi.org/10.1016/j.cede.2011.04.001>
- Díaz, L., Aguilar, I., & De Saá Pérez, P. (2006). El conocimiento organizativo tecnológico y la capacidad de innovación. Evidencia para la empresa industrial española. *Cuadernos de Economía y Dirección de La Empresa*, 33–59. <http://www.redalyc.org/pdf/807/80702702.pdf>
- De Fuentes, C., & Dutrénit, G. (2012). Best channels of academia–industry interaction for long-term benefit. *Research Policy*, 41(9), 1666–1682
- De Fuentes, C., & Dutrénit, G. (2016). Geographic proximity and university–industry interaction: the case of Mexico. *Journal of Technology Transfer*, 41, 329–348. <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9364-9>
- Estrada, I., Faems, D., & de Faria, P. (2016). Coopetition and product innovation performance: The role of internal knowledge sharing mechanisms and formal knowledge protection mechanisms. *Industrial Marketing Management*, 53, 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2015.11.013>
- Geldes, C., Felzensztein, C., & Palacios-Fenech, J. (2017). Technological and non-technological innovations, performance and propensity to innovate across industries The case of an emerging economy. *Industrial Marketing Management*, 61, 55–66. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.10.010>
- Gomez, F. A., Daim, T. U., & Robledo, J. (2014). Characterization of the relationship between firms and universities and innovation performance: The case of Colombian firms. *Journal of Technology Management and Innovation*, 9(1), 70–83. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242014000100006>
- Greco, M., Grimaldi, M., & Cricelli, L. (2015). Open innovation actions and innovation performance: A literature review of European empirical evidence. *European Journal of Innovation Management*, 18(2), 150–171. <https://doi.org/10.1108/EJIM-07-2013-0074>
- Hagedoorn, J. (1993). Understanding the rationale of strategic technology partnering: Interorganizational modes of cooperation and sectoral differences. *Strategic Management Journal*, 14(5), 371–385. <https://doi.org/10.1002/smj.4250140505>
- Heredia Pérez, J. A., Geldes, C., Kunc, M. H., & Flores, A. (2019). New approach to the innovation process in emerging economies: The manufacturing sector case in Chile and Peru. *Technovation*, 79(February 2018), 35–55. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.02.012>
- Hervas-Oliver, J. L., Sempere-Ripoll, F., Boronat-Moll, C., & Estelles-Miguel, S. (2020). SME open innovation for process development: Understanding process-dedicated external knowledge sourcing. *Journal of Small Business Management*, 58(2), 409–445. <https://doi.org/10.1080/00472778.2019.1680072>
- Huang, S., Chen, J., & Liang, L. (2018). How open innovation performance responds to partner heterogeneity in China. *Management Decision*, 56(1), 26–46. <https://doi.org/10.1108/MD-04-2017-0452>
- Jugend, D., Jabbour, C. J. C., Alves Scaliza, J. A., Rocha, R. S., Junior, J. A. G., Latan, H., &

- Salgado, M. H. (2018). Relationships among open innovation, innovative performance, government support and firm size: Comparing Brazilian firms embracing different levels of radicalism in innovation. *Technovation*, 74–75, 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.02.004>
- Kafourous, M., Love, J. H., Ganotakis, P., & Konara, P. (2020). Experience in R&D collaborations, innovative performance and the moderating effect of different dimensions of absorptive capacity. *Technological Forecasting and Social Change*, 150, 119757. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119757>
- Laursen, K., & Salter, A. (2006). Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, 27(2), 131–150. <https://doi.org/10.1002/smj.507>
- Lin, J. Y. (2017). Balancing industry collaboration and academic innovation: The contingent role of collaboration-specific attributes. *Technological Forecasting and Social Change*, 123, 216–228. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.03.016>
- Miotti, L., & Sachwald, F. (2003). Co-operative R&D: Why and with whom? An integrated framework of analysis. *Research Policy*, 32(8), 1481–1499. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00159-2](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00159-2)
- Moura, D. C., Madeira, M. J., & Duarte, F. A. P. (2020). Cooperation in the field of innovation, absorptive capacity, public financial support and determinants of the innovative performance of enterprise. *International Journal of Innovation Management*, 24(4), 2050038 (28 pages). <https://doi.org/10.1142/S1363919620500383>
- Moraes Silva, D. R. D., Lucas, L. O., & Vonortas, N. S. (2020). Internal barriers to innovation and university-industry cooperation among technology-based SMEs in Brazil. *Industry and Innovation*, 27(3), 235–263. <https://doi.org/10.1080/13662716.2019.1576507>
- Nieto, M. J., & Santamaría, L. (2007). The importance of diverse collaborative networks for the novelty of product innovation. *Technovation*, 27(6–7), 367–377. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2006.10.001>
- Pasciaroni, C., & Barbero, A. (2020). Cooperation and novelty innovation: a study for Argentina. *Journal of Science and Technology Policy Management*. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-06-2019-0067>
- Qiu, S. & Yang, D. (2018). Do leading scientists in emerging countries contribute to knowledge local diffusion? *Academy of Management Proceedings*, 2018 (1), 16535. <https://doi.org/10.5465/AMBPP.2018.16535abstract>
- Qiu, S., Liu, X., & Gao, T. (2017). Do emerging countries prefer local knowledge or distant knowledge? Spillover effect of university collaborations on local firms, *Research Policy*, 46,(7), 1299–1311. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.06.001>
- Serrano-Bedia, A. M., López-Fernández, M. C., & García-Piqueres, G. (2018). Complementarity between innovation knowledge sources: Does the innovation performance measure matter? *BRQ Business Research Quarterly*, 21(1), 53–67. <https://doi.org/10.1016/j.brq.2017.09.001>
- Slater, S. F., Mohr, J. J., & Sengupta, S. (2014). Radical product innovation capability: Literature

- review, synthesis, and illustrative research propositions. *Journal of Product Innovation Management*, 31(3), 552–566. <https://doi.org/10.1111/jpim.12113>
- Tello-Gamarra, J., Leo, R. M., Avila, A. M. S., & Wendland, J. (2018). Innovation studies in latin america: a bibliometric analysis. *Journal of Technology Management and Innovation*, 13(4), 24–36. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242018000400024>
- Temel, S., Scholten, V., Akdeniz, R. C., Fortuin, F., & Omta, O. (2013). University-industry collaboration in Turkish SMEs: Investigation of a U-shaped relationship. *The International Journal of Entrepreneurship and Innovation*, 14(2), 103–115. <https://doi.org/10.5367/ijei.2013.0109>
- Tether, B. S. (2002). Who co-operates for innovation, and why An empirical analysis. *Research Policy*, 31(6), 947–967. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00172-X](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00172-X)
- Tijssen, R. J. W. (1998). Quantitative assessment of large heterogeneous R&D networks: The case of process engineering in the Netherlands. *Research Policy*, 26(7–8), 791–809. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00060-7](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00060-7)
- Triguero, A., & Fernández, S. (2018). Determining the effects of open innovation: the role of knowledge and geographical spillovers. *Regional Studies*, 52(5), 632–644. <https://doi.org/10.1080/00343404.2017.1395004>
- Turriago-hoyos, A., Thoene, U., Bernal-torres, C., & Alfonso-, E. (2015). Product Innovation , Research and Development and Technology Acquisition : A Case Study of the Industrial Sector in. *Institutions and Economies*, 7(2), 85–119.
- Van Beers, C., & Zand, F. (2014). R&D cooperation, partner diversity, and innovation performance: An empirical analysis. *Journal of Product Innovation Management*, 31(2), 292–312. <https://doi.org/10.1111/jpim.12096>
- Vega-Jurado, J., Gutierrez-Gracia, A., & Fernández, I. (2009). La Cooperación con Agentes Científicos y su Incidencia sobre el Desempeño Innovador de la Empresa. *Ingenio (CSIC-UPV) Working Paper Series*, 5(January), 1–24. <http://ideas.repec.org/p/ing/wpaper/200905.html>
- Vega-jurado, J., Kask, S., & Manjarrés-Henriquez, L. (2017). University industry links and product innovation : cooperate or contract ? *Journal of Technology Management & Innovation*, 12(3), 1–8.
- Velez, C. I., Afcha, S. M., & Bustamante, M. A. (2019). Cooperación Universidad - Empresa y su efecto sobre el Desempeño Innovador Empresarial. *Información Tecnológica*, 30(1), 159–168. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000100159>
- West, J., & Gallagher, S. (2006). Challenges of open innovation: The paradox of firm investment in open-source software. *R and D Management*, 36(3), 319–331. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2006.00436.x>
- Whitley, R. (2002). Developing innovative competences: The role of institutional frameworks. *Industrial and Corporate Change*, 11(3), 497–528. <https://doi.org/10.1093/icc/11.3.497>
- WIPO. (2021). Global Innovation Index 2021.. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf

- Wu, J. (2014). Cooperation with competitors and product innovation: Moderating effects of technological capability and alliances with universities. *Industrial Marketing Management*, 43(2), 199–209. <https://doi.org/10.1016/J.INDMARMAN.2013.11.002>
- Zanella, G., Fu, X., Mohnen, P., & Ventresca, M. (2016). the Creation and Diffusion of Innovation in Developing Countries: a Systematic Literature Review. *Journal of Economic Surveys*, 30(5), 884–912. <https://doi.org/10.1111/joes.12126>

Anexo 3.1 Matriz de correlación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.Inn_Rad														
2.Inn_Incre	0,35													
3.Inn_Proc	0,04	0,02												
4.Coop_Firm	0,10	0,19	0,09											
5.Coop_OC	0,13	0,19	0,07	0,45										
6.Coop_Compt	0,05	0,10	0,03	0,23	0,20									
7.Coop_Abroad	0,06	0,08	0,06	0,31	0,30	0,16								
8.rd_int	0,06	0,11	0,01	0,07	0,08	0,04	0,07							
9.Per_Cap	0,05	0,11	-0,06	0,09	0,14	0,03	0,12	0,15						
10. Tamaño	0,10	0,15	0,10	0,16	0,24	0,06	0,22	0,04	0,04					
11.Expor	0,12	0,11	0,02	0,11	0,15	0,02	0,13	0,06	0,20	0,42				
12. Fin_pub	0,06	0,08	0,04	0,08	0,14	0,03	0,11	0,15	0,07	0,11	0,09			
13.htec	0,01	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,02	0,00	-0,04	0,04	0,00		
14.mhtec	0,04	0,10	-0,07	0,07	0,07	0,00	0,07	0,07	0,33	0,00	0,16	0,05	-0,06	
15. mltec	-0,01	0,01	0,02	-0,01	-0,01	0,00	-0,02	0,00	-0,10	-0,02	0,04	-0,01	-0,05	-0,32

CAPÍTULO IV: LA ESTRATEGIA DE APROPIACIÓN COMO FACTOR CONDICIONANTE DE LA INNOVACIÓN ABIERTA

4.1. Introducción

Las presiones generadas por los rápidos cambios tecnológicos, la escasez de recursos y el acelerado cambio en los mercados, invitan a muchas empresas a abrir sus procesos de innovación a través del intercambio de conocimiento con actores externos (Hagedoorn y Zobel, 2015). Como ya se ha mencionado en los capítulos anteriores, la estrategia de innovación abierta (IA en adelante), que se define como un proceso de innovación distribuida que implica flujos de conocimiento gestionados intencionalmente a través de la frontera de la organización” (Chesbrough y Bogers, 2014, p.4), se reconoce como un medio para acelerar los procesos internos y aumentar las capacidades de innovación empresariales (Chesbrough, 2006; Van de Vrande et al., 2009), debido a que permite compartir costes y riesgos asociados a la innovación, además de adquirir recursos y capacidades con los que no se cuenta internamente.

No obstante, la estrategia de IA también implica desafíos estratégicos, organizacionales y de gestión (Boschma, 2005; Cassiman y Valentini, 2016; Manzini y Lazzarotti, 2016). Entre otros, cabe destacar la gestión del riesgo de comportamientos oportunistas (Hagedoorn y Zobel, 2015), los spillovers o efectos de derrame indeseados (Arora et al., 2016; Louma et al., 2010) y los relacionados con el manejo de la propiedad intelectual de las partes implicadas (Hagedoorn y Zobel, 2015; Ullrich y Vladova, 2016).

Las empresas asumen, por lo tanto, que el intercambio de conocimiento con agentes externos puede afectar seriamente su competitividad. A este dilema lo denominan Laursen y Salter (2014), la “paradoja de la apertura”, según la cual la IA puede ser deseable en la fase de creación y desarrollo de innovaciones, pero no necesariamente en la de comercialización. Para afrontar el desafío, las empresas diseñan habitualmente estrategias de apropiación combinando el uso de patentes, el diseño y/o secreto industrial, o la alta complejidad, entre otros mecanismos de protección de la propiedad intelectual (Gama, 2019). Sin embargo, el énfasis excesivo en estos

mecanismos puede desalentar a potenciales colaboradores reduciendo los incentivos, el alcance o la efectividad de la cooperación en innovación (Laursen y Salter, 2014).

A pesar de los avances en este campo, la mayoría de estudios que evalúan la relación entre IA y apropiación se centran principalmente en economías desarrolladas, en las que las empresas cuentan con capacidades de innovación relativamente altas y con sistemas institucionales que facilitan la disponibilidad de mecanismos de protección de la propiedad intelectual, además de los procesos necesarios para hacer valer estos derechos cuando son infringidos por los imitadores (Hall et al., 2014; Thomas, 2018). Son menos numerosos los estudios que abordan esta relación en economías emergentes, en las que son más limitadas las capacidades innovadoras de las empresas (Goedhuys y Veugelers, 2012; Milesi et al., 2013), más escasa la práctica de proteger la propiedad intelectual (Forero-Pineda et al., 2011; Thomas, 2018), y más débiles los sistemas de propiedad intelectual que permiten defender los derechos de sus propietarios (Lerner, 2002).

Ante estas características, la colaboración para innovar puede verse limitada (Thomas, 2018) dada las diferencias en las estrategias de apropiación de las empresas respecto a los países desarrollados (Keupp et al., 2009). No obstante, sigue siendo escaso el conocimiento acerca de los procesos de intercambio de conocimientos en economías en las que las empresas dependen en mayor medida de recursos externos para llevar a cabo sus procesos de innovación (De Fuentes y Dutrénit, 2016; De Oliveira y Da Silva Ferreira, 2019), y en las que son débiles los sistemas de propiedad intelectual (Bogers et al., 2019). Por lo tanto, se requiere de más evidencia empírica para entender mejor cómo se comporta la relación entre IA y apropiación en tales contextos y circunstancias.

Este estudio aborda precisamente esa brecha de conocimiento en las siguientes direcciones: Primero, se contribuye a la comprensión de la paradoja de apertura en el contexto de economías emergentes, en las que tanto las condiciones respecto a la capacidad de innovación, las estrategias de cooperación y los patrones de apropiación, difieren de las economías con mayor nivel de desarrollo. Segundo, se contribuye a explicar cómo los patrones de cooperación se ven influidos por la estrategia de apropiación, atendiendo así la brecha de conocimiento que anteriores estudios han sugerido para futuras investigaciones (Freel y Robson, 2017; Gama, 2019; Laursen y Salter, 2014; Veer et al., 2016). Además, teniendo en cuenta que la I+D, dada su alto contenido

tecnológico y de conocimiento, es una de las actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) más compleja y que implica mayores riesgos de fuga de conocimiento clave, este estudio lo evalúa como caso especial de cooperación.

El análisis empírico se realiza a partir de la IX Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en las empresas del sector manufacturero de Colombia, país en el que, mediante sus programas y políticas se promueve la cooperación de actores como una estrategia que permite fortalecer la innovación y que, además, se caracteriza por un mayor uso de mecanismos estratégicos de apropiación (Campi et al., 2020).

La siguiente sección contiene la revisión de la literatura que da lugar al planteamiento de las hipótesis. La tercera sección está dedicada a presentar la metodología utilizada y, en la cuarta, se exponen los resultados del análisis empírico. En la quinta, se discuten las implicaciones del estudio y, las conclusiones y limitaciones se exponen en la sexta sección.

4.2. Revisión de la literatura y desarrollo de hipótesis

4.2.1 Estrategia de apropiación y propensión a cooperar

El intercambio voluntario de conocimiento que la IA implica, puede darse en distintas direcciones: hacia la empresa (*Inbound*), desde la empresa (*Outbound*), o en ambos sentidos (*coupled*) (Chesbrough, 2006; Dahlander y Gann, 2010). La cooperación se define como un mecanismo que ayuda a gestionar estos flujos de conocimiento (Chesbrough y Bogers, 2014) procedentes de diversos actores: clientes, proveedores, otras empresas de la misma industria, universidades, competidores, gobierno, etc. (Hagedoorn y Zobel, 2015).

Hay que tener en cuenta que cuanto más elevada es la colaboración de las empresas con actores externos, más difícil resulta apropiarse de los resultados de la colaboración. De ahí que la apropiación de los beneficios derivados de la innovación requiere especial atención y un esfuerzo gerencial para, por ejemplo, solicitar patentes, acortar el período de tiempo hasta el mercado,

ocultar las tecnologías que son relevantes para los competidores, o garantizar el acceso a los activos complementarios (Belderbos et al., 2014; Ceccagnoli, 2009; Laursen y Salter, 2014; Teece, 1986).

Todo ello implica que las empresas asuman el desafío de gestionar su estrategia de apropiación y selección de los mecanismos más adecuados para proteger sus intangibles, al tiempo que explotar sus innovaciones en el mercado (Henttonen et al., 2016; Hurmelinna-laukkanen, 2009). La literatura clasifica los mecanismos de apropiación principalmente en dos grupos: Por un lado, los mecanismos de protección de la propiedad intelectual -IPR en adelante-, también conocidos como mecanismos formales, entre los que se incluyen patentes, diseños industriales, registro de marcas y derechos de autor (Arundel, 2001; Laursen y Salter, 2014). Por otro lado, los mecanismos estratégicos o informales (Milesi et al., 2013), que incluyen la complejidad en el diseño del producto, *lead-time* y el secreto comercial (Cassiman y Veugelers, 2002; Hall et al., 2014). Sin embargo, para Stefan y Bengtsson (2016), este último se incluiría en el grupo que los autores denominan mecanismos semi-formales, que también incluyen acuerdos de confidencialidad y otros tipos de acuerdos.

Estos mecanismos tienen características y funciones específicas que los hacen más idóneos según el caso. Los formales conceden derechos sobre la propiedad intelectual y permiten su defensa ante casos de imitación (Henttonen et al., 2016). Los mecanismos estratégicos, por su lado, no implican directamente la creación de derechos legales ni sanciones, aunque intentan proteger la propiedad intelectual a través de acciones tales como los plazos de entrega, las ventajas del primer movimiento y los bloqueos (Corral de Zubielqui et al., 2019). Estos son más utilizados cuando la empresa prefiere evitar hacer público o desvelar el conocimiento a través de patentes, a pesar de ser menos prácticos en colaboraciones que implican intercambio de conocimiento (Henttonen et al., 2016; Stefan y Bengtsson, 2017).

Hay bastante consenso acerca de la importancia del uso sistemático de mecanismos de apropiación como un aspecto relevante para asegurar la captura del valor derivado de las innovaciones realizadas en colaboración con externos (Hagedoorn y Zobel, 2015; Laursen y Salter, 2014; Stefan y Bengtsson, 2016; Zhang y Groen, 2021; Zobel et al., 2017). Sin embargo, en la literatura se

defienden perspectivas diversas respecto a los efectos que genera el uso de estos mecanismos sobre la posibilidad de colaborar.

La postura que aboga por el uso de mecanismos formales argumenta que su inclusión en la estrategia de apropiación permite incrementar el control y las oportunidades de ganar beneficios en procesos de cooperación en I+D; por lo tanto, es más probable que las empresas participen en ellos (Graham y Mowery, 2006; Henttonen et al., 2016). También se defiende que constituyen la mejor garantía contra la imitación en procesos de colaboración (Veer et al. 2016) y permiten enviar señales precisas sobre el valor que tienen las empresas poseedoras como socios (Arora et al., 2016; Henkel et al., 2014; Laursen y Salter, 2014). Sin embargo, el excesivo énfasis en éstos mecanismo puede desalentar a los posibles socios, reduciendo los incentivos, el alcance o la efectividad de la colaboración en innovación (Laursen y Salter, 2014). La definición de reglas y trámites excesivos de los departamentos legales pueden frenar el intercambio con agentes externos y obstaculizar una posible cooperación (Alexy et al., 2009; Laursen y Salter, 2014). De ahí que sea prioritario para muchas empresas el uso de mecanismos estratégicos, menos complejos que los formales, tales como los secretos industriales y la alta complejidad en el producto.

Trabajos anteriores en países desarrollados (Laursen y Salter, 2014), así como en economías emergentes (Yu et al., 2020), revelan que existe un punto óptimo en la relación entre estrategia de apropiación y apertura. Después de este punto, el efecto favorable de la apropiación sobre la apertura disminuye. No obstante, estos estudios no diferencian el efecto que tiene cada tipo de mecanismos, formales y estratégicos, sobre la apertura.

En esta tesis se defiende que esta diferenciación es importante, porque las empresas que operan en el contexto de la IA prestan atención tanto a la protección del conocimiento mediante mecanismos formales como mediante los estratégicos (Hagedoorn y Zobel, 2015; Henttonen et al., 2016; Luoma et al., 2010; Zobel et al. 2017). A medida que las empresas aumentan y profundizan en la cooperación, es posible que no quieran divulgar todos los detalles de su conocimiento, pudiendo obstaculizar esa liberación mediante mecanismos tales como el secreto, la complejidad, y el *lead time* (Hall et al., 2014).

Estudios previos también han encontrado que es mayor el uso de mecanismos estratégicos tanto en países desarrollados como emergentes (Barros, 2021; De Oliveira y Da Silva Ferreira, 2019; Freel y Robson, 2017; Gama, 2019; Stefan y Bengtsson, 2016) y que su impacto es mayor que el de los mecanismos formales sobre la posibilidad de cooperar. Por ejemplo, Freel y Robson (2017) encuentran que solo los mecanismos estratégicos se asocian con un incremento de la IA entrante. Igualmente, Stefan y Bengtsson (2016) muestran que solo los mecanismos semi-formales influyen positivamente en la apertura de las empresas; mientras que en Zhang y Groen (2021) solo los mecanismos estratégicos tienen influencia positiva sobre la IA informal (sin contratos).

La evidencia citada corresponde principalmente a países desarrollados, siendo pocos los estudios de la relación entre apropiación e IA en países en desarrollo, cuyo marco institucional no facilita el uso de mecanismos legales de protección (Forero-Pineda, 2006), y en los que es más probable que las empresas opten por mecanismos alternativos de apropiación (Hurmelinna-Laukkonen, 2009; James et al., 2013), menos costosos y más fáciles de obtener, sobre todo para las pequeñas y medianas empresas (PYME), dominantes en el tejido empresarial de estos países.

A este respecto, Milesi et al. (2013) en Argentina, Barros (2021) en Brasil, y Campi et al. (2020) en Colombia, proporcionan evidencia de que las débiles condiciones de los sistemas de propiedad intelectual y la ausencia de altas capacidades para innovar en las economías emergentes, incentivan a las empresas a buscar enfoques alternativos de apropiación.

Teniendo en cuenta lo anterior, se proponen las siguientes hipótesis:

H1a. El uso de ambos tipos de mecanismos de apropiación (formales y estratégicos) tienen una relación positiva con la probabilidad de cooperar

H1b. El efecto de los mecanismos estratégicos es mayor que el de los formales sobre la probabilidad de cooperar.

Por lo general, las actividades de innovación (ACTI) se pueden agrupar como actividades de I + D y distintas a la I+D. Estas últimas incluyen, entre otras, la adquisición de tecnología en el

mercado, los estudios de mercado, la capacitación o la introducción de tecnologías de la información y comunicación- TICs- (OCDE, 2018). Arbussa y Coenders (2007) encuentran, para el caso de España, que las empresas que usan mecanismos de apropiación (sin distinguir entre formales y estratégicos), tienen mayor posibilidad de llevar a cabo actividades de I+D. Sin embargo, el uso de estos mecanismos no influye en las decisiones de realizar otras ACTI. Teniendo en cuenta lo anterior, y que la I+D es una de las actividades más complejas y con mayor riesgo de fuga de conocimiento clave, es plausible pensar que, para estar dispuestas a cooperar en esta actividad, las empresas preferirán contar con mecanismos que aseguren la defensa legal de su propiedad intelectual. Por lo tanto, se propone lo siguiente:

H1c. Cuando el objeto de cooperación es la I+D, ambos tipos de mecanismos de apropiación tienen efecto positivo sobre la probabilidad de cooperar, pero es mayor el efecto de los formales.

4.2.2. Tipos de cooperación y mecanismos de apropiación

La colaboración con agentes externos a la empresa implica riesgos diferenciados, que están relacionados tanto con el derrame de conocimiento como con la apropiación indebida del valor creado. De ahí que la influencia que tienen los distintos mecanismos de apropiación sobre la propensión a cooperar para innovar dependerá del tipo de actores (Henttonen et al., 2016). De hecho, las empresas tienen mayor flexibilidad cuando se coopera con universidades que con competidores, dado que el alcance que tienen los riesgos de pérdida del valor creado difiere en cada caso (Belderbos, et al., 2014; Laursen y Salter, 2014).

La cooperación con otras empresas- con clientes y/o proveedores- es una de las más usadas por las empresas; no obstante, el riesgo del intercambio es que la información revelada llegue hasta sus competidores, siendo importante la apropiación porque puede implicar la revelación de información comercial sensible (Cassiman y Veugelers, 2002). Para minimizar el riesgo, en la cooperación con clientes, los mecanismos formales y los contratos hacen visibles las reglas del juego, permitiendo a las empresas intercambiar conocimientos de manera segura (Henttonen et al.,

2016). Igualmente, el *lead-time* es útil para este propósito porque será difícil para los competidores capturar el conocimiento central de la empresa o comprometer su liderazgo.

En particular, el secreto y el *lead time* pueden ser mecanismos útiles en la cooperación con proveedores, cuando estos no requieren acceso a conocimientos o capacidades centrales de la empresa (Henttonen et al, 2016). Y es menos probable que las empresas que cooperan con clientes usen el registro de marca para proteger sus innovaciones, porque a este mecanismo se recurre, por lo general, para una necesidad específica de un cliente y la empresa no puede proteger los desarrollos mediante mecanismo alguno (Athreye y Fassio, 2019).

Para Cassiman y Veugelers (2002), participarán en este tipo de cooperación solo las empresas que estén muy seguras de su conocimiento ante la posibilidad de que la información sensible se filtre a la competencia; y aunque estos autores encuentran influencia positiva de la estrategia de apropiación en la cooperación inter-empresarial, no diferencian entre tipos de mecanismos usados. Leiponen y Byma, (2009) no encontraron relación alguna entre el uso de mecanismos estratégicos y la cooperación con otras empresas. Por el contrario, en Stefan y Bengtsson (2016) solo los mecanismos informales tienen relación positiva y significativa en la apertura hacia clientes y proveedores. Igualmente, Bonte y Keilbach (2005) encuentran que, si las empresas pueden proteger sus innovaciones de producto y proceso a través de secretos, la complejidad y el *lead-time*, es significativamente más probable que hagan cooperación informal con otras empresas. A partir de lo anterior, se proponen las siguientes hipótesis:

H2a. El uso de ambos tipos de mecanismos de apropiación (formales y estratégicos) tienen una relación positiva con la probabilidad de cooperar con otras empresas.

H2b. El efecto de los mecanismos estratégicos es mayor que el de los formales sobre la probabilidad de cooperar con otras empresas.

H2c. Cuando el objeto de cooperación es la I+D, ambos tipos de mecanismos tienen efecto positivo sobre la probabilidad de cooperar con otras empresas, pero es mayor el efecto de los formales.

En cuanto a la cooperación con organizaciones de investigación -universidades, centros de investigación, etc.-, a pesar de ser una de las formas más comunes y que en las economías emergentes ayuda a reducir varios obstáculos que las empresas afrontan para innovar (Santiago et al., 2017), en estos países queda limitada fundamentalmente a la consultoría y la capacitación (Calderón-Martínez y García-Quevedo, 2013). Ello es debido a que cuando la cooperación se suscribe a la I+D, esta es una de las formas más complejas y que mayor tiempo requiere para alcanzar los resultados esperados (Schaeffer et al., 2017)., debido, entre otras razones, a su alta intensidad tecnológica y/o de conocimiento.

Sin embargo, en este tipo de cooperación es menos probable que se genere problemas de apropiación (Belderbos et al., 2014; Stefan y Bengtsson, 2016). Veer et al. (2016) sugieren un incremento del riesgo de imitación para las empresas que abren sus procesos de innovación con todos los tipos de *stakeholders*, excepto con las universidades y los institutos de investigación. No obstante, debe tenerse en cuenta que en esta cooperación existe el riesgo de que las organizaciones con las que trabajan actualmente, lo hagan en el futuro con competidores. Por lo tanto, ante el riesgo de imitación, las empresas prefieren usar mecanismos formales, sobre todo cuando se coopera en I+D que es clave para su ventaja competitiva (Zobel et al., 2017).

Stefan y Bengtsson (2016) señalan que en la apertura hacia actores académicos son significativos los mecanismos formales y semiformales, pero hay un impacto mayor de los segundos. Por su parte, Cassiman y Veugelers (2002) no encuentran que la elección de la estrategia de apropiación afecte la decisión de las empresas de cooperar con socios académicos, y otros estudios previos destacan que el uso de los contratos puede ayudar a construir estas relaciones (Belderbos et al., 2014; Henttonen et al., 2016).

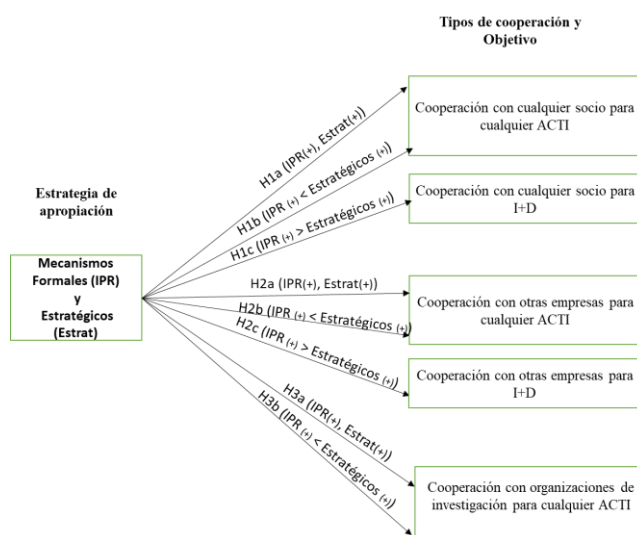
Lo anterior permite proponer las siguientes hipótesis:

H3a. El uso de ambos tipos de mecanismos de apropiación (formales y estratégicos) tienen una relación positiva con la probabilidad de cooperar con organizaciones de investigación

H3b. El efecto de los mecanismos estratégicos sobre la probabilidad de cooperar con organizaciones de investigación es mayor que el de los formales, independientemente de si la cooperación es para todas las ACTI o solo para I+D.

En el gráfico IV.1 se resumen la hipótesis a contrastar en esta investigación:

Gráfico IV.1 Resumen de hipótesis



Fuente: Elaboración propia

4. 3. Datos y métodos

4. 3.1 Datos

En la realización de este trabajo se utiliza la información de la IX Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica de Colombia (EDIT IX) a las empresas manufactureras del país, realizada por el Departamento Administrativo de Estadística (DANE) de Colombia. La EDIT IX, para el período 2017-2018 se combinó con la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) de 2017, identificándose un total de 8.062 empresas de las cuales 7.529 disponían de información (DANE, 2019).

Solo el 0,1% de la muestra de 7.529 empresas de la EDIT IX se clasifica como innovadoras en sentido estricto (que han desarrollado al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional); el 20,7% son innovadoras en sentido amplio (desarrollaron al menos un bien o servicio, nuevo o mejorado, para el mercado nacional o para la empresa, o implementaron un nuevo o mejorado proceso productivo, forma organizacional o de comercialización); el 3,7% son potencialmente innovadoras (no obtuvieron ninguna innovación, pero reportaron haber realizado o tener en proceso algún proyecto de innovación); y el 75,4% de la muestra no son innovadoras (no obtuvieron innovaciones, ni reportaron tener en proceso o haber abandonado algún proyecto de innovación).

Dado que las investigaciones previas sobre innovación abierta y cooperación tecnológica trabajan con muestras de empresas innovadoras (Balderbos et al., 2004; Cassiman y Veugelers, 2002), aquí se consideran las innovadoras en sentido estricto, en sentido amplio, y las potencialmente innovadoras, lo que supone un total de 1.850 empresas.

La variable dependiente es la propensión de la empresa a cooperar con socios externos, al igual que en trabajos previos similares (Guimón y Salazar-Elena, 2015; Miotti y Sachwald, 2003), esta es una variable binaria que toma valor de 1 cuando la empresa ha cooperado con alguno de los 12 tipos de socios disponibles en la EDIT IX (conglomerado, clientes, proveedores, competidores, universidades, centros de desarrollo tecnológico (CDT), centros de investigación (CI), parques tecnológicos (PT), centros regionales de productividad (CRP), consultores, organizaciones no gubernamentales y gobierno), y valor 0 en caso contrario.

En las siguientes estimaciones, también se usan como variables dependientes la cooperación con otras empresas (clientes y proveedores) y la cooperación con organizaciones de investigación (universidades, CDT, CI, PT y CRP), e igualmente adoptan forma binaria.

La variable explicativa es la estrategia de apropiación usada por la empresa, diferenciando entre uso de mecanismos formales y estratégicos. La EDIT IX contiene información sobre registros de propiedad intelectual –mecanismos legales o formales– incluyendo patentes de invención, modelos de utilidad, derechos de autor, registros de software, de diseños industriales, de marcas y otros

signos distintivos, y certificados de variedades vegetales (este último no se considera porque no es un mecanismo afín al tipo de empresas aquí estudiadas). También incorpora otros métodos de protección –mecanismos estratégicos – tales como los secretos industriales, la alta complejidad en el diseño, los acuerdos de confidencialidad con otras empresas, y con empleados, pero no recopila la información sobre lead-time. Con la información sobre los registros vigentes a diciembre de 2018 y los obtenidos en el periodo de referencia (2017-2018), se establece si las empresas han usado cada uno de estos mecanismos. Para el cálculo de las variables independientes, siguiendo a Herstad et al.(2014), se suman los mecanismos declarados por la empresa y se divide entre el total de mecanismos disponibles en ese grupo (6 formales y 4 estratégicos).

Como variables de control se incluyen las referidas en la literatura de IA y apropiación: Primero, el tamaño de la empresa (logaritmo del número de empleados) por ser un factor determinante de la cooperación (Cassiman y Veugelers, 2002); segundo, la intensidad de la inversión en ACTI, porque estudios previos confirman que empresas con mayor inversión pueden ser más abiertas a la cooperación (Freel y Robson, 2017); tercero, la financiación pública, porque es común que los gobiernos de economías emergentes requieran del establecimiento de alianzas universidad-empresa o comerciales para obtener subsidios de innovación (Cohen et al., 2002); y, cuarto, el grado de intensidad tecnológica, a partir de la clasificación de la OCDE de industrias de alta tecnología, media alta, media baja o de baja tecnología, tomando esta última como referencia, y asumiendo que pueden darse diferencias entre sectores de acuerdo a su intensidad tecnológica (Albis et al., 2021).

La Tabla IV. 1 contiene la denominación de las variables, su explicación y algunos estadísticos descriptivos básicos. La matriz de correlación, (Anexo 4.1), confirma que la multicolinealidad no es un problema para los análisis. Como puede observarse, los valores de correlación altos solo se presentan entre las variables de cooperación que son usadas como dependientes en diferentes modelos. Para confirmar lo anterior, fueron calculados los factores de inflación de la varianza (VIF) para el conjunto de las variables en cada modelo. Ninguno de los VIF sobrepasó el máximo valor de 10 recomendado.

Tabla IV.1. Variables y descriptivos estadísticos

Variable	Descripción	Mean	Std. Dev.
Coop	Cooperación en cualquier ACTI (I+D, adquisición de maquinaria y equipo, TIC, mercadeo, transferencia de tecnología, asistencia técnica, ingeniería y diseño, y formación y capacitación) con alguno de los 12 socios incluidos en la EDIT IX (si=1, no=0)	0,35	0,48
Coop_I+D	Cooperación en I+D con alguno de los 12 socios incluidos en EDIT IX (si=1, no=0)	0,19	0,39
Coop_Firm	Cooperación en ACTI con clientes o proveedores (si=1, no=0)	0,28	0,45
Coop_OI	Cooperación en ACTI con universidades, CDT, CI, PT y CRP, (si=1, no=0)	0,13	0,34
Coop_Firm_I+D	Cooperación en I+D con clientes o proveedores (si=1, no=0)	0,13	0,33
Coop_OI_I+D	Cooperación en I+D con Universidades, CDT, CI, PT y CRP (si=1, no=0)	0,08	0,27
legal_protect	Fracción de los mecanismos formales usados por la empresa: patentes de modelos de utilidad, derechos de autor, registros de software, registro de diseños industriales, registro de marcas y otros signos distintivos. Se suma el número total de mecanismos formales que declara la empresa haber usado y se divide entre 6 (total de mecanismos formales disponibles)	0,12	0,11
strat_protect	Fracción de los mecanismos estratégicos usados por la empresa: secretos industriales, alta complejidad en el diseño, acuerdos de confidencialidad con otras empresas, y los acuerdos de confidencialidad con empleados. Se suma el número total de mecanismos estratégicos que declara la empresa haber usado y se divide entre 4 (total de mecanismos estratégicos disponibles)	0,19	0,22
tamaño	Tamaño de la empresa medido como el logaritmo natural del número de empleados	4,53	1,34
rd_inten	Gasto en ACTI/Ventas	0,02	0,03
Finan_Pub	Si la empresa ha recibido financiación pública en el periodo 2017-2018 (si= 1, no=0)	0,05	0,22
htec	Pertenece a un sector de alta tecnología (si=1, no =0)	0,01	0,07
mlhtec	Pertenece a un sector de media alta tecnología (si=1, no =0)	0,28	0,45
mltec	Pertenece a un sector de media baja tecnología (si=1, no =0)	0,21	0,41

n=1850

4.3.2 Método

Teniendo en cuenta las hipótesis del estudio y la naturaleza de las variables dependientes, para el análisis econométrico se usaron dos modelos. Para probar las hipótesis 1, dado que la medida de cooperación usada aquí toma solo el valor de cero (0) o uno (1), se usa un modelo de respuesta binaria donde el valor esperado de la variable dependiente se define como la probabilidad: $E(y)=Pr(y=1)$.

El modelo Probit que se propone adopta la siguiente expresión formal:

$$Pr [Coop_i = 1 | x_i] = \Phi (x_i \beta_1 + \tau_i \beta_2 + \varepsilon_i)$$

donde $Coop_i$ es la variable de respuesta binaria que indica si la empresa coopera o no con actores externos para realizar cualquier ACTI, y que también toma los valores de $Coop_{I+D}$ cuando la cooperación se limita solo a la I+D. Se estima la probabilidad de un resultado positivo, es decir, que las empresas cooperen. β_1 es un vector de variables que identifica dos tipos de mecanismos de apropiación (formales y estratégicos). β_2 es un vector que contiene las variables de control, y ε_i es el término de error. El Probit fue usado en las estimaciones de los modelos 1 y 2.

El segundo es un Probit Bivariado o Biprobit, en el que se considera un sistema de ecuaciones cuyos errores están correlacionados. Este supuesto permite modelizar las decisiones que implican entornos comunes. Para el caso de la cooperación con otras empresas y con organizaciones de investigación, el entorno común son las condiciones de la empresa que hacen que las elecciones no sean independientes. Por lo tanto, se plantea el modelo Biprobit con la siguiente estructura:

$$y_1^* = x\beta_1 + \tau\beta_2 + \varepsilon_1$$

$$y_1 = \begin{cases} 1 & \text{if } y_1^* > 0 \\ 0 & \text{if } y_1^* \leq 0 \end{cases}$$

$$y_2^* = x\beta_2 + \tau\beta_1 + \varepsilon_2$$

$$y_2 = \begin{cases} 1 & \text{if } y_2^* > 0 \\ 0 & \text{if } y_2^* \leq 0 \end{cases}$$

donde y_1^* and y_2^* representan la cooperación con otras empresas y la cooperación con organizaciones de investigación, respectivamente. β_1 es un vector de variables que identifica dos tipos de mecanismos de apropiación (formales y estratégicos). β_2 es un vector que contiene las variables de control. Finalmente, ε_1 y ε_2 son los términos de error correlacionados.

4.4. Resultados

El 35 % de la muestra de las empresas manufactureras de Colombia coopera con actores de su entorno para realizar ACTI. Cuando la cooperación se limita a la I+D, la proporción de empresas se reduce a 19%, confirmando que la cooperación en actividades que requieren mayor compromiso y cuyos resultados pueden tomar más tiempo, son más complicadas en el caso de economías emergentes. Además, la cooperación con otras empresas supera en más del 50% a la que se establece con organizaciones de investigación, tendencia que se mantiene cuando la cooperación se limita a I+D.

Respecto al uso de mecanismos de apropiación, se encuentra que el 71,4% de las empresas declara haber usado algún mecanismo formal y el 74,9 % algún mecanismo estratégico. Estos resultados están en línea con estudios previos en los que se muestra que es mayor el uso de mecanismos estratégicos que legales, tanto en economías desarrolladas como emergentes. Sin embargo, cabe destacar que para el caso de Colombia las diferencias son más ajustadas frente a, por ejemplo, el caso de Argentina, donde Milessi et al. (2013) encontraron que el uso de mecanismos estratégicos superaba en casi un 20% el uso de mecanismos legales.

En la Tabla IV.2, las estimaciones del modelo 1 permite comprobar la influencia de los mecanismos de apropiación en la cooperación de cualquier ACTI, y el modelo 2 evalúa la cooperación en I+D exclusivamente.

Los resultados del primer modelo confirman que tanto los mecanismos formales como los estratégicos tienen influencia positiva y significativa en la probabilidad de cooperar, lo que permite aceptar las hipótesis *H1a*.

Los resultados del modelo 1 también muestran que es mayor el efecto de los mecanismos estratégicos sobre la posibilidad de cooperar que el de los mecanismos formales ($0,33 > 0,26$), resultados que confirman la hipótesis *H1b*. Sin embargo, al evaluar solo la cooperación en I+D (modelo 2), la relación cambia y es mayor el efecto de los mecanismos formales que el de los estratégicos ($0,36 > 0,19$). Estos resultados confirman que cuando las actividades implican un

mayor grado de intercambio de información sensible o un mayor riesgo de fugas de conocimiento, las empresas estarán más dispuestas a cooperar si cuentan con mecanismos que les otorguen propiedad legal sobre su propiedad intelectual. Estos resultados permiten confirmar la hipótesis *H1c*.

Tabla IV.2: Efectos de los mecanismos de apropiación sobre la probabilidad de cooperar, por tipo de socio y objetivo de la cooperación

	Modelo1	Modelo2	Modelo3		Modelo4	
	Coop	Coop_I+D	Coop_Firm	Coop_OI	Coop_Firm I+D	Coop_OI _I+D
legal_protect	0,26* (0,10)	0,36*** (0,08)	0,29** (0,10)	0,28*** (0,06)	0,30*** (0,07)	0,25*** (0,05)
Strat_protect	0,33*** (0,05)	0,19*** (0,04)	0,24*** (0,04)	0,17*** (0,03)	0,13*** (0,03)	0,10*** (0,02)
tamaño	0,05*** (0,01)	0,05*** (0,01)	0,03*** (0,01)	0,04*** (0,01)	0,02*** (0,01)	0,03*** (0,00)
rd_intent	0,01*** (0,00)	0,01* (0,00)	0,01** (0,00)	0,00* (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)
Finan_pub	0,15** (0,05)	0,16*** (0,03)	0,09* (0,04)	0,10*** (0,03)	0,09** (0,03)	0,07*** (0,02)
htec	0,12 (0,14)	0,10 (0,11)	-0,12 (0,15)	-0,04 (0,11)	-0,03 (0,11)	-0,61 (1070,2)
mhtec	0,10*** (0,02)	0,09*** (0,02)	0,07** (0,02)	0,07*** (0,02)	0,04* (0,02)	0,05*** (0,01)
mltec	0,07** (0,03)	0,04 (0,02)	0,02 (0,03)	0,08*** (0,02)	0,01 (0,02)	0,03* (0,02)
Observaciones	1.850	1.850	1.850		1.850	
Log Likelihood	-1103,96	-793,31	-1553,26		-1016,73	
LR chi2(8)	194,36	228,26				
Wald chi2(16)			235,36		215,70	
rho			0,61*** (0,04)		0,54*** (0,05)	

Nota: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001. Std. Err. en paréntesis. Las estimaciones de los modelos 1 y 2 fueron hechas con Probit, las de los modelos 3 y 4 con Biprobit. En la tabla se presentan los efectos marginales.

Con el objetivo de analizar cómo se comporta la relación entre la innovación abierta y la estrategia de apropiación, dependiendo del tipo de socio y del objetivo de la cooperación, los modelos 3 y 4 evalúan la cooperación con otras empresas y con organizaciones de investigación. En el modelo 3

se evalúa la cooperación en cualquier ACTI mientras que el modelo 4 se limita solo a la cooperación en I+D.

Los resultados muestran que tanto los mecanismos estratégicos como los formales son significativos y positivos en la cooperación con otras empresas. Estos resultados difieren de Stefan y Bengtsson (2016) quienes obtienen que es significativo y positivo el efecto de los mecanismos informales, pero no el de los formales, sobre este tipo de cooperación. Pero están en línea con los de Cassiman y Veugelers (2002), quienes encuentran que la estrategia de apropiación influye positivamente la cooperación con otras empresas. Teniendo en cuenta estos resultados, se confirman la hipótesis *H2a*.

El efecto de los mecanismos formales es mayor que el de los estratégicos sobre la probabilidad de realizar cooperación con otras empresas ($0,29 > 0,24$). Lo mismo ocurre, al evaluar la cooperación solo en I+D (modelo 4), aunque la diferencia en el impacto de los dos tipos de mecanismo es mucho mayor ($0,30 > 0,13$). Estos resultados llevan a rechazar la hipótesis *H2b* y a aceptar la *H2c*. Estos hallazgos sustentan la idea de Cassiman y Veugelers (2002), acerca de la necesidad de contar con una fuerte estrategia de apropiación para disminuir los riesgos de compartir conocimiento clave que pueda llegar hasta los competidores por medio de los clientes y/o proveedores, más cuando es en I+D; aunque difieren en parte de los de Stefan y Bengtsson (2016), quienes no encuentran significatividad de los mecanismos formales sobre la cooperación entre empresas.

Con respecto a la cooperación con organizaciones de investigación, los resultados del modelo 3 muestran que también existe un efecto significativo y positivo tanto de los mecanismos estratégicos como de los formales sobre este tipo de cooperación, confirmando las hipótesis *H3.1*. Estos son contrarios a los de Cassiman y Veugelers (2002), donde la estrategia de apropiación no tiene efecto en la decisión de cooperar con estas organizaciones, pero coincidentes con Stefan y Bengtsson (2016) que encuentran significancia de ambos tipos de mecanismos.

De acuerdo a los resultados del modelo 3, el efecto de los mecanismos formales sobre la cooperación con organizaciones de investigación es mayor que el de los estratégicos ($0,28 > 0,17$). Esta tendencia es similar al evaluar solo la cooperación en I+D en el modelo 4 ($0,25 > 0,10$). Estos

resultados llevan a rechazar la hipótesis H3.2, porque era esperable que la cooperación con organizaciones de investigación que no implica un elevado riesgo de imitación (Veer et al.2016), hiciera que los mecanismos estratégicos fueran más relevantes en la cooperación con estos actores. Estos resultados también difieren de los de Stefan y Bengtsson (2016), donde es mayor el efecto de los mecanismos semi-formales.

Robustez de los resultados

Este estudio explora la asociación entre la propensión a cooperar para innovar y los mecanismos de apropiación que utilizan las empresas. No se sigue necesariamente una lógica de causalidad entre variables, sino que se asume la coexistencia de ambas estrategias y el doble sentido de la relación. La consecuencia es que para comprobar la robustez de los resultados y considerar la potencial relación de endogeneidad entre apropiación y apertura, se sigue a Laursen y Salter (2014), Miozzo et al. (2016) y Yu et al. (2020), quienes incluyen dos variables relacionadas con la calidad de la empresa: el número de innovaciones de productos y procesos introducidas por las empresas entre el 2015 y 2016 (*Num_Inn*), y la productividad laboral (*LP*) (ventas/número de empleados). Además, se usa el primer retardo de la variable *Finan_Pub*-es decir, si la empresa recibió financiación pública en el periodo 2015-2016 (Ver tabla IV.3)

Los resultados, tabla IV. 3, muestran que el número de innovaciones es positivo y significativo, y no lo es la productividad laboral; resultados coincidentes con Miozzo et al. (2016). Las estimaciones de los modelos no se vieron afectados en su mayoría, manteniendo la significatividad y signo de la influencia de los mecanismos. Solo en la cooperación general, modelo 1, cabe resaltar que los efectos marginales de los mecanismos formales superan en un punto a los de los estratégicos, siendo evidente el mayor efecto de los mecanismos formales para todos los tipos de cooperación evaluados

Tabla IV.3. Efectos de los mecanismos de apropiación sobre la probabilidad de cooperar.
Robustez de los resultados

	Modelo_1a	Modelo_2a	Modelo_3a		Modelo_4a	
	Coop	Coop_I+D	Coop_Firm	Coop_OI	Coop_Firm_I+D	Coop_OI_I+D
legal_protect	0,29* (0,13)	0,37*** (0,11)	0,32* (0,13)	0,30*** (0,09)	0,29** (0,10)	0,28*** (0,07)
Strat_protect	0,28*** (0,06)	0,20*** (0,05)	0,20*** (0,06)	0,14*** (0,04)	0,15*** (0,04)	0,09** (0,03)
tamaño	0,04** (0,01)	0,04*** (0,01)	0,03* (0,01)	0,03*** (0,01)	0,02* (0,01)	0,03*** (0,01)
Rd_intent	0,01 (0,0)	0,00 (0,0)	0,0 (0,0)	0,00 (0,00)	-0,00 (0,0)	0,0 (0,0)
Finan_pub _{t-1}	0,13* (0,06)	0,17*** (0,05)	0,05 (0,06)	0,11** (0,04)	0,05 (0,04)	0,11*** (0,03)
htec	0,13 (0,15)	0,16 (0,12)	-0,18 (0,18)	-0,92 (364,24)	0,01 (0,12)	-0,69 (1554)
mhtec	0,09** (0,03)	0,08** (0,03)	0,07* (0,03)	0,07** (0,02)	0,03 (0,02)	0,04* (0,02)
mltec	0,09* (0,04)	0,04 (0,03)	0,01 (0,04)	0,08** (0,03)	(-0,00 (0,03)	0,04* (0,02)
Num_Inn	0,02*** (0,0)	0,02*** (0,00)	0,02*** (0,00)	0,01*** (0,00)	0,01*** (0,00)	0,00** (0,00)
LP	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	-0,00 (0,0)	-0,00 (0,0)
Observaciones	1.084	1.084		1.084		1.084
Log Likelihood	-642,12	-493,04		-948,60		-664,75
LR chi2(10)	170,18	191,9				
Wald chi2(16)				186,80		174,3
rho				0,62*** (0,05)		0,53*** (0,63)

Nota: * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001. Std. Err. en paréntesis. Las estimaciones los modelos 1a y 2a fueron hechas con Probit, las de los modelos 3a y 4a con Biprobit. En la tabla se presentan los efectos marginales.

4. 5. Discusión

Al centrarse en el estudio de la relación entre innovación abierta y apropiación en el contexto de economías emergentes, área que ha sido poco investigada hasta el momento, los resultados de esta investigación permiten hacer las siguientes aportaciones a esta línea de investigación. En primer lugar, el estudio muestra que, en el caso de Colombia, existe una relación significativa y positiva entre estas dos variables. Este hallazgo coincide con los resultados de estudios previos realizados

en países desarrollados (Cassiman y Veugelers, 2002; Laursen y Salter, 2014; Stefan y Bentson, 2016), así como con los hallados en otras economías emergentes (Moon. 2011; Yu et al., 2020). Ante esta evidencia se podría concluir que, independientemente del nivel de desarrollo del país, las empresas estarán más dispuestas a cooperar con actores externos para llevar a cabo sus procesos de innovación cuando cuentan con algún mecanismo que les permita proteger sus activos de conocimiento clave. Sin embargo, esta es solo la evidencia referida a un país latinoamericano, por lo que se requiere de una mayor evidencia en otras economías emergentes que permitan confirmar o desvirtuar este supuesto.

En línea con lo anterior, hay que resaltar que las condiciones propias de las economías emergentes -limitadas capacidades de innovación (Goedhuys y Veugelers, 2012; Milesi et al., 2013), escasa cultura de protección de la propiedad intelectual (Forero-Pineda et al., 2011; Thomas, 2018) y limitaciones en sus sistemas de propiedad intelectual para defender los derechos sobre estos activos (Lerner, 2002; Barros, 2021)- pueden influir en la elección del tipo de mecanismos que las empresas usan, y a su vez, el uso de unos u otros mecanismos tendrá un efecto diferenciado sobre la probabilidad de cooperar en función tanto de los tipos de cooperación como de la intensidad tecnológica/conocimiento del objetivo de la cooperación.

Es precisamente en este último punto sobre el que se centra la segunda contribución teórica de este estudio. Los resultados de Colombia revelan que hay diferencias entre el tamaño del impacto que tiene el uso de mecanismos estratégicos y legales; además, que estas diferencias están condicionadas por el tipo al tipo de cooperación que se realice y el objeto de la cooperación. Pocos estudios tienen en cuenta estos matices de la relación entre la innovación abierta y la estrategia de apropiación (Freel y Robson, 2017; Miozzo et al., 2016; Stefan y Bengtsson, 2016).

Teniendo en cuenta las características de las economías emergentes que se han mencionado anteriormente, el resultado esperado era obtener un mayor efecto de los mecanismos estratégicos en todo tipo de cooperación -sin limitarla a la I+D-. Sin embargo, los resultados se muestran, en su mayoría, contrarios a estas hipótesis y vienen a ser controvertidos respecto a los resultados de los estudios realizados en países desarrollados donde, en términos generales, es mayor la influencia

de los mecanismos estratégicos sobre la cooperación (Freel y Robson, 2017; Stefan y Bentson, 2016).

No se puede asegurar que estos resultados dependan solamente del nivel de desarrollo económico del contexto estudiado, pero cabe aquí subrayar que estos hallazgos son más importantes para los países emergentes, en los que tanto la articulación entre academia y empresa como la interempresarial, constituyen una de las principales estrategias que se busca implementar para mejorar la capacidad innovadora de las empresas (Rossi et al., 2013).

Es especialmente interesante el caso de la cooperación con organizaciones de investigación, para la que estudios anteriores han encontrado que es menos arriesgada en términos de posibilidades de imitación (Veer et al., 2016); sin embargo, los resultados de Colombia parecen indicar que las empresas se inclinarían más por el argumento de Zobel et al. (2017) sobre el mayor riesgo de fuga de conocimiento en esta cooperación, dada la amplitud de empresas con las que trabajan al mismo tiempo. Aunque es también de resaltar, que el uso de los mecanismos legales en estas cooperaciones podría facilitar el intercambio de conocimiento, situación que es más difícil con los mecanismos estratégicos.

Asimismo, una de las aportaciones teóricas es la confirmación de que el tamaño de los efectos de los diferentes tipos de mecanismos depende también de la intensidad tecnológica/conocimiento inmerso en objetivo de la cooperación. Los resultados de este estudio confirman la hipótesis de que ante un elevado riesgo de fuga de conocimiento sensible y de conflictos sobre la propiedad de las innovaciones creadas en la alianza, implícitos en mayor medida en la cooperación en I+D, los mecanismos formales tienen un efecto mayor sobre la probabilidad de que la empresa establezca este tipo de cooperación, independiente del tipo de socio. Estudios anteriores sobre la temática en países desarrollados no hacen esa diferenciación, que sí cabe considerarla como relevante para los países emergentes, dado que la I+D es una de las actividades en las que menos se comprometen las empresas de estos países.

Respecto a las implicaciones prácticas y políticas cabe resaltar que, aunque la innovación abierta conlleva desafíos, también es una de las mejores estrategias para mejorar el desempeño innovador

de las empresas (Castillo-Vergara y Torres Aranibar, 2019; Guerrero y Urbano, 2017). Esto es especialmente relevante en los países emergentes en los que las barreras para la creación y difusión de las innovaciones son más complejas (Zanello et al., 2016); sin embargo, la práctica de esta estrategia en estos países ha estado más limitada si se compara con la dinámica de los países desarrollados (Bogers et al., 2019).

Teniendo en cuenta que una de las causas de esta limitación puede ser el temor a poner en riesgo información clave de la organización, el conocimiento de la gama de mecanismos de apropiación (Henttonen et al., 2016) así como su influencia en las posibilidades de cooperación, es un aspecto relevante para el diseño de la estrategia empresarial. Esto podría facilitar a los responsables empresariales los elementos necesarios para definir una estrategia de apropiación acorde a sus objetivos y a sus capacidades, lo que les preparará para asumir la apertura de sus procesos de innovación con todos los beneficios y desafíos que esto conlleva.

Tal como afirman Laursen y Salter (2014), tanto la apertura como la apropiación son dos estrategias que van de la mano; de ahí que de los resultados de este estudio también pueden derivarse implicaciones importantes para el desarrollo de las políticas públicas de innovación en las que se consideren la importancia de estos dos factores. Para realizar aportaciones en este sentido, en primer lugar, es necesario que los encargados de diseñar y ejecutar las políticas públicas de innovación tengan en cuenta que la apertura de los procesos de innovación de las empresas es una decisión compleja en la que intervienen factores tanto internos como externos. De ahí que las políticas que tratan de promover la innovación abierta debieran considerar ambos frentes; por ejemplo, a partir del desarrollo de capacidades internas que permitan a las empresas asimilar y usar los flujos de conocimiento del entorno. Esto es especialmente importante para las PYME, las cuales tienen más limitaciones de recursos para llevar a cabo I+D interna, y más aún en sectores tradicionales, y que necesitan acudir con mayor frecuencia a los actores externos para adquirir el conocimiento necesario para innovar. En segundo lugar, cabe reseñar la importancia de observar el entorno en el que tiene lugar la cooperación y la apropiación. En este sentido, las políticas públicas deben considerar el hecho de que en países como Colombia, como lo muestra el estudio de Campi et al. (2020), las empresas optan de manera mayoritaria por mecanismos alternativos de

apropiación, y aunque esta tendencia no es exclusiva de los países emergentes, las razones que están detrás de la misma en estos países pueden diferir frente a los desarrollados.

Un ejemplo es que en las economías desarrolladas las empresas prefieren usar mecanismos estratégicos -secreto o *lead-time*- porque este no releva información valiosa como sí se hace en las patentes. Por su parte, esta elección en las economías emergentes está más relacionada con las bajas capacidades para generar innovaciones radicales y con la debilidad de sus sistemas de propiedad intelectual, lo que explica que las empresas puedan preferir los mecanismos alternativos de apropiación que requieren procesos menos complejos para su obtención, para el mantenimiento y defensa en caso de infracciones (Hurmelinna-Laukknen, 2009; James et al., 2013). En este sentido, y retomando a Forero et al. (2011), el diseño de las políticas públicas debiera buscar el impacto en los dos lados de la relación aquí estudiada, considerando su complejidad, la interrelación y las realidades propias que enfrentan las empresas de las economías emergentes para mejorar sus capacidades de innovación.

4. 6. Conclusiones

La relación entre IA y estrategia de apropiación, es un tema que ha cobrado mucho interés en los últimos años en el ámbito de la investigación académica, y también entre los actores del sector empresarial y el sector público, dado que es generalizada la tendencia a promover este tipo de innovación por los beneficios que la misma conlleva. Al mismo tiempo, se mantiene la preocupación de cómo gestionar los desafíos que le son inherentes, entre los que se incluyen la apropiación del valor creado de forma compartida. A pesar de la importancia de esta relación, su estudio ha estado centrado principalmente en las economías desarrolladas. Esto justifica que esta investigación profundice en la comprensión de esta relación en el contexto de las economías emergentes, específicamente en Colombia, incluyendo factores tales como el tipo de socio con el que se coopera y el objetivo de la cooperación, factores que hasta ahora han sido poco abordados en la literatura en este campo de estudio y menos aún de manera combinada.

El caso de Colombia es de interés porque a pesar de las limitaciones en la capacidad de innovación de sus empresas y en la fortaleza del sistema de propiedad intelectual, propio de economías

emergentes, cabía esperar que los mecanismos estratégicos tuvieran un mayor impacto sobre la probabilidad de cooperar con cualquier tipo de socio. Sin embargo, el análisis realizado muestra resultados controvertidos respecto a estas hipótesis y permiten añadir matices cuando la cooperación se limita a un tipo de cooperación. En particular, son especialmente destacables los resultados de la cooperación con organizaciones de investigación, que difieren bastante de lo encontrado en estudios previos.

Además, el estudio del caso particular de la cooperación solo en I+D, actividad más compleja dentro de las ACTI, confirma que los mecanismos formales tienen un efecto mucho mayor que el de los mecanismos estratégicos en todos los casos. Se corroboran así los elevados riesgos de fuga de conocimiento clave y los conflictos de apropiación asociados. Esto hace que las empresas sean más proclives a implicarse en este tipo de ACTI si cuentan con mecanismos que aseguran la defensa legal de su propiedad intelectual.

Finalmente, cabe enunciar algunas limitaciones de esta investigación: En primer lugar, aquí se evalúa la innovación abierta en términos generales, sin poder afirmar que los flujos de conocimiento sean entrantes, salientes o en ambas direcciones porque la información proveniente de la EDIT para construir la variable dependiente no permite diferenciar con total certeza la dirección de los flujos de conocimiento que hay en los acuerdos de cooperación. En segundo lugar, tampoco ha sido posible medir cómo la importancia que se le otorga a los mecanismos de apropiación y su efecto en la propensión a cooperar, porque la encuesta no recopila esta información. En tercer lugar, aunque inicialmente se tenía la idea de incluir entre los tipos de cooperación la que se realiza con competidores, no se cuenta con una muestra representativa que permita hacer estimaciones sólidas; lo mismo sucede para el caso de la cooperación con socios internacionales. Estas limitaciones cabe entenderlas como posibles avenidas para futuras vías de avance de la investigación, que contribuirán también a tener un mayor conocimiento sobre la relación entre la innovación abierta y apropiación, especialmente en el contexto de las economías emergentes.

4.7. Referencias

- Albis, N., Alvarez, I., & García, A. (2021). The impact of external , internal , and dual relational embeddedness on the innovation performance of foreign subsidiaries : Evidence from a developing country. *Journal of International Management*, 27(April), 100854. <https://doi.org/10.1016/j.intman.2021.100854>
- Alexy, O., Criscuolo, P., & Salter, A. (2009). Does IP Strategy Have to Cripple Open Innovation ? Does IP Strategy Have to Cripple Open Innovation ? *Manament Intellectual Property*, 51(1), 70–77.
- Arbussa, A., & Coenders, G. (2007). Innovation activities , use of appropriation instruments and absorptive capacity : Evidence from Spanish firms. *Research Policy*, 36(10), 1545–1558. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.04.013>
- Arora, A., Athreye, S., & Huang, C. (2016). The paradox of openness revisited: Collaborative innovation and patenting by UK innovators. *Research Policy*, 45(7), 1352–1361. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.03.019>
- Arundel, A. (2001). The relative effectiveness of patents and secrecy for appropriation. *Research Policy*, 30(4), 611–624. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00100-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00100-1)
- Athreye, S., & Fassio, C. (2019). Why do innovators not apply for trademarks ? The role of information asymmetries and collaborative innovation. *Industry and Innovation*, 27(1-2), 134–154. <https://doi.org/10.1080/13662716.2019.1616533>
- Barros, H. M. (2021). Neither at the cutting edge nor in a patent-friendly environment: Appropriating the returns from innovation in a less developed economy. *Research Policy*, 50(1), 104097. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104097>
- Belderbos, R., Cassiman, B., Faems, D., Leten, B., & Van Looy, B. (2014). Co-ownership of intellectual property: Exploring the value-appropriation and value-creation implications of co-patenting with different partners. *Research Policy*, 43(5), 841–852. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.08.013>
- Bogers, M., Burcharth, A., & Chesbrough, H. (2019). Open Innovation in Brazil: Exploring oportunities and challenges. *International Journal of Innovation*, 7(2), 178–191. <https://doi.org/10.5585/iji.v7i2.417>
- Bonte, W., & Keilbach, M. (2005). Concubinage or marriage ? Informal and formal cooperations for innovation. *International Journal of Industrial Organization*, 23, 279–302. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2005.01.007>
- Boschma, R. (2005). Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies*, 39(1), 61–74. <https://doi.org/10.1080/0034340052000320887>
- Calderón-Martínez, M. G., & García-Quevedo, J. (2013). Knowledge transfer and university patents in Mexico. *Academia Revista Latinoamericana de Administración*, 26(1), 33–60. <https://doi.org/10.1108/arla-05-2013-0039>
- Campi, M., Esterling Dueñas, M. A., & Zuluaga, J. C. (2020). ¿El fortalecimiento de los derechos de propiedad intelectual estimula la innovación? Un análisis exploratorio de la dinámica de

- patentamiento por sectores industriales en Colombia, 1980-2010. *Cuadernos de Administracion*, 33. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cao33.fdpi>
- Cassiman, B., & Valentini, G. (2016). Open Innovation: Are Inbound and Outbound Knowledge flows really complementary? *Strategic Management Journal Strat. Mgmt. J*, 37, 1034–1046. <https://doi.org/10.1002/smj.2375>
- Cassiman, B., & Veugelers, R. (2002). R & D Cooperation and Spillovers : Some Empirical Evidence from Belgium. *The American Economic Review*, 92(4), 1169–1184.
- Castillo-Vergara, M., & Torres Aranibar, E. (2019). El papel de la Cooperación para Desarrollar Innovación Tecnológica en la PYME. *Journal of Technology Management & Innovation*, 14(4), 41–53. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242019000400041>
- Ceccagnoli, M. (2009). Appropriability, preemption, and firm performance. *Strategic Management Journal*, 30, 81–98. <https://doi.org/10.1002/smj.723>
- Chesbrough, H., (2006). *Open Business Models: How to Thrive in the New Innovation Landscape*. Harvard Business Press.
- Chesbrough, H., & Bogers, M. (2014). Explicating Open Innovation : Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation. In H. Chesbrough, W. Vanhaverbek, & J. West (Eds.), *New Frontiers in Open Innovation* (Oxford Uni, pp. 3–28).
- Cohen, W. M., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2002). Links and impacts: The influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, 48(1), 1–23. <https://doi.org/10.1287/mnsc.48.1.1.14273>
- Corral de Zubielqui, G., Jones, J., & Audretsch, D. (2019). The influence of trust and collaboration with external partners on appropriability in open service firms. *Journal of Technology Transfer*, 44(2), 540–558. <https://doi.org/10.1007/s10961-018-9696-y>
- Dahlander, L., & Gann, D. M. (2010). How Open is Innovation ? Author ' s personal copy How open is innovation ? *Research Policy*, 39(October), 699–709. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.013>
- DANE. (2019). *Boletín Técnico EDIT 2017 - 2018*. 1–60. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/boletin_EDIT_manufacturera_2017_2018.pdf
- De Fuentes, C., & Dutrénit, G. (2016). Geographic proximity and university–industry interaction: the case of Mexico '. *Journal of Technology Transfer*, 41, 329–348. <https://doi.org/10.1007/s10961-014-9364-9>
- De Oliveira, P., & Da Silva Ferreira, J. (2019). The role of the appropriability mechanisms for the innovative success of Portuguese small and medium enterprises. *International Journal of Innovation Managament*, 1950032, 1–23. <https://doi.org/10.1142/S1363919619500324>
- Forero-Pineda, C. (2006). The impact of stronger intellectual property rights on science and technology in developing countries. *Research Policy*, 35(6), 808–824. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2006.04.003>
- Forero-pineda, C., Martinez, D. L., & Laureiro-martinez, D. (2011). Innovation patterns and intellectual property in SMEs of a developing country. *Innovar*, 21(42), 113–127.

- Freel, M., & Robson, P. J. (2017). Appropriation strategies and open innovation in SMEs. *International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship*, 35(5), 578–596. <https://doi.org/10.1177/0266242616654957>
- Gama, F. (2019). Managing collaborative ideation: the role of formal and informal appropriability mechanisms. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 15, 97–118. <https://doi.org/10.1007/s11365-018-0544-1>
- Goedhuys, M., & Veugelers, R. (2012). Innovation strategies , process and product innovations and growth : Firm-level evidence from Brazil. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(4), 516–529. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2011.01.004>
- Graham, S. & Mowery, D., (2006), The use of intellectual property in software: implications for open innovation. In H.Chesbrough; Vanhaverbeke,W;West,J (Eds) *Open Innovation: Researching a New Paradigm* . OxfordUniversity Press
- Guerrero, M., & Urbano, D. (2017). The impact of Triple Helix agents on entrepreneurial innovations’ performance: An inside look at enterprises located in an emerging economy. *Technological Forecasting and Social Change*, 119, 294–309. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.06.015>
- Guimón, J., & Salazar-Elena, J.-C. (2015). Industry and Innovation Collaboration in Innovation Between Foreign Subsidiaries and Local Universities: Evidence from Spain. *Industry and Innovation*, 22(6), 445–466. <https://doi.org/10.1080/13662716.2015.1089034>
- Hagedoorn, J., & Zobel, A. K. (2015). The role of contracts and intellectual property rights in open innovation. *Technology Analysis and Strategic Management*, 27(9), 1050–1067. <https://doi.org/10.1080/09537325.2015.1056134>
- Hall, B., Helmers, C., Rogers, M., & Sena, V. (2014). The choice between formal and informal intellectual property: A review. *Journal of Economic Literature*, 52(2), 375–423. <https://doi.org/10.1257/jel.52.2.375>
- Henkel, J., Schöberl, S., & Alexy, O. (2014). The emergence of openness: How and why firms adopt selective revealing in open innovation. *Research Policy*, 43(5), 879–890. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.08.014>
- Henttonen, K., Hurmelinna-Laukkanen, P., & Ritala, P. (2016). Managing the appropriability of R&D collaboration. *R and D Management*, 46, 145–158. <https://doi.org/10.1111/radm.12121>
- Herstad, S. J., Aslesen, H. W., & Ebersberger, B. (2014). On industrial knowledge bases, commercial opportunities and global innovation network linkages. *Research Policy*, 43(3), 495–504. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.08.003>
- Hurmelinna-laukkanen, P. (2009). The availability , strength and efficiency of appropriability mechanisms – protecting investments in knowledge creation. *International Journal Technology Management*, 45 (3-4), 282–290. 10.1504/IJTM.2009.022653
- James, S. D., & Leiblein, M. J. (2013). How the firms captyre value from their Innovations. *Journal of Management*, 39(5), 1123–1155. <https://doi.org/10.1177/0149206313488211>
- Keupp, M. M., Beckenbauer, A., & Gassmann, O. (2009). How managers protect intellectual property rights in China using de facto strategies. *R and D Management*, 39(2), 211–224.

- <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2009.00550.x>
- Laursen, K., & Salter, A. J. (2014). The paradox of openness: Appropriability, external search and collaboration. *Research Policy*, 43(5), 867–878. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.004>
- Leiponen, A., & Byma, J. (2009). If you cannot block, you better run: Small firms, cooperative innovation, and appropriation strategies. *Research Policy*, 38(9), 1478–1488. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.06.003>
- Lerner, J. (2002). 150 Years of Patent Protection. *American Economic Review*, 92(2), 221–225.
- Louma, T., Paasi, J., & Valkokari, K. (2010). Intellectual property in inter-organisational relationships - Findings from an interview study. *International Journal of Innovation Management*, 14(June), 399–414. <https://doi.org/10.1142/S1363919610002702>
- Manzini, R., & Lazzarotti, V. (2016). Intellectual property protection mechanisms in collaborative new product development. *R and D Management*, 46, 579–595. <https://doi.org/10.1111/radm.12126>
- Milesi, D., Petelski, N., & Verre, V. (2013). Innovation and appropriation mechanisms: Evidence from Argentine microdata. *Technovation*, 33(2–3), 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.12.001>
- Miotti, L., & Sachwald, F. (2003). Co-operative R&D: Why and with whom? An integrated framework of analysis. *Research Policy*, 32(8), 1481–1499. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00159-2](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00159-2)
- Miozzo, M., Desyllas, P., Lee, H. F., & Miles, I. (2016). Innovation collaboration and appropriability by knowledge-intensive business services firms. *Research Policy*, 45(7), 1337–1351. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.03.018>
- Moon, S. (2011). What determines the openness of a firm to external knowledge? Evidence from the Korean service sector. *Asian Journal of Technology Innovation*, 19(2), 185–200. [doi:10.1080/19761597.2011.630502](https://doi.org/10.1080/19761597.2011.630502)
- OCDE. (2018). Manual de OSLO: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. In *OECD/Comunidades Europeas* (4th ed., Vol. 66). <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM001708.pdf>
- Rossi, J. L. J., Aguirre, F. B., Schmutzler, J., & Manchola, I. D. S. (2013). Relación entre la estrategia de innovación de la firma y su decisión de patentar: evidencia de empresas pertenecientes al sector manufacturero colombiano. *Estudios Gerenciales*, 29(128), 313–321. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2013.09.005>
- Santiago, F., De Fuentes, C., Dutrénit, G., & Gras, N. (2017). What hinders innovation performance of services and manufacturing firms in Mexico? *Economics of Innovation and New Technology*, 26(3), 247–268. <https://doi.org/10.1080/10438599.2016.1181297>
- Schaeffer, P. R., Dullius, A. C., Maldonado Rodrigues, R., & Zawislak, P. A. (2017). Encurtando distâncias: Uma nova tipologia para a interação universidade-empresa. *Academia Revista Latinoamericana de Administracion*, 30(4), 459–473. <https://doi.org/10.1108/ARLA-05-2016-0148>
- Stefan, I., & Bengtsson, L. (2016). Appropriability: A key to opening innovation internationally?

- International Journal of Technology Management*, 71(3–4), 232–252.
<https://doi.org/10.1504/IJTM.2016.078570>
- Stefan, I., & Bengtsson, L. (2017). Unravelling appropriability mechanisms and openness depth effects on firm performance across stages in the innovation process. *Technological Forecasting and Social Change*, 120, 252–260.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.03.014>
- Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15(February), 285–305.
https://doi.org/10.1142/9789812833181_0005
- Thomas, E. (2018). From Closed to Open Innovation in Emerging Economies: Evidence from the Chemical Industry in Brazil. *Technology Innovation Management Review*, 8(3), 26–37.
<https://doi.org/10.22215/timreview/1144>
- Ullrich, A., & Vladova, G. (2016). Weighing the Pros and Cons of Engaging in Open Innovation. *Technology Innovation Management Review*, 6(4), 34–40.
<https://doi.org/10.22215/timreview980>
- Van de Vrande, V., de Jong, J. P. J., Vanhaverbeke, W., & de Rochemont, M. (2009). Open innovation in SMEs: Trends, motives and management challenges. *Technovation*, 29(6–7), 423–437. <https://doi.org/10.1016/J.TECHNOVATION.2008.10.001>
- Veer, T., Lorenz, A., & Blind, K. (2016). How open is too open? The mitigating role of appropriation mechanisms in R&D cooperation settings. *R and D Management*, 46, 1113–1128. <https://doi.org/10.1111/radm.12232>
- Yu, M. J., Chuang, H. J., Hsu, M. Y., & Lin, P. F. (2020). Firm heterogeneity, appropriability, and innovation collaboration. *Technology Analysis and Strategic Management*, 32(10), 1156–1168. <https://doi.org/10.1080/09537325.2020.1747609>
- Zanello, G., Fu, X., Mohnen, P., & Ventresca, M. (2016). the Creation and Diffusion of Innovation in Developing Countries: a Systematic Literature Review. *Journal of Economic Surveys*, 30(5), 884–912. <https://doi.org/10.1111/joes.12126>
- Zhang, J., & Groen, A. (2021). Informal and formal open activities: Innovation protection methods as antecedents and innovation outputs as consequences. *Technological Forecasting and Social Change*, 167(August 2019), 120696. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120696>
- Zobel, A. K., Lokshin, B., & Hagedoorn, J. (2017). Formal and informal appropriation mechanisms: The role of openness and innovativeness. *Technovation*, 59(October 2014), 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.10.001>

Anexo 4.1 Matriz de correlación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.Coop													
2.Coop_I+D	0,66												
3.Coop_Firm	0,84	0,56											
4.Coop_OI	0,52	0,56	0,39										
5.Coop_Firm_I+D	0,39	0,59	0,27	0,75									
6.Coop_OI_I+D	0,52	0,78	0,62	0,36	0,34								
7.legal_protect	0,15	0,20	0,15	0,19	0,20	0,17							
8.strat_protect	0,23	0,21	0,18	0,21	0,19	0,16	0,27						
9.tamaño	0,19	0,22	0,15	0,21	0,21	0,16	0,31	0,25					
10.rd_inten	0,15	0,12	0,13	0,11	0,10	0,08	-0,02	0,07	0,02				
11.Finan_pub	0,12	0,17	0,09	0,14	0,15	0,12	0,05	0,10	0,08	0,17			
12.htec	0,02	0,02	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	0,04	0,04	-0,04	0,04	0,02		
13.mhtec	0,10	0,13	0,10	0,09	0,09	0,08	0,14	0,12	0,01	0,03	0,08	-0,05	
14. mltec	0,02	-0,01	-0,02	0,04	0,00	-0,03	-0,10	0,01	-0,04	0,03	-0,02	-0,04	-0,32

CAPÍTULO V: TEMOR A LA IMITACIÓN, ESTRATEGIA DE APROPIACIÓN Y APERTURA

5.1 Introducción

Un número considerable de estudios enmarcados en la literatura sobre innovación abierta han confirmado que el proceso de innovación de las empresas se beneficia ampliamente de los flujos de conocimiento y tecnologías provenientes de su entorno (Belderbos et al., 2004; Chesbrough, 2003; Laursen y Salter 2006;). Sin embargo, como se ha introducido en el capítulo IV, esta apertura también las expone a desafíos adicionales relacionados principalmente con la gestión y control de estas alianzas, con la apropiación del valor creado y con las amenazas de imitación (Foege et al., 2017 ; Hagedoorn y Zobel, 2015; Laursen y Salter, 2014). Por lo tanto, las empresas enfrentan una continua tensión entre la necesidad de abrir sus procesos de innovación y a la vez proteger su conocimiento clave de posibles comportamientos oportunistas. Laursen y Salter (2014), resumen esta tensión en la denominada paradoja de la apertura, dado que, si bien la creación de innovaciones a menudo requiere apertura, su comercialización requiere protección.

Ante este panorama, el estudio y la gestión de la propiedad intelectual en el marco de la I+D colaborativa ha venido tomando una creciente importancia (Holgersson et al., 2018), entre otras razones porque la constitución de una estrategia de apropiación que priorice el uso de mecanismos de protección de la propiedad intelectual, podría ser una solución para enfrentar los riesgos que la estrategia de innovación abierta implica. En consecuencia, la estrategia de apropiación se convierte en un factor importante para explicar por qué y cómo las firmas llevan a cabo procesos de cooperación (Zhang y Groen, 2021).

Hay un número importante de trabajos que se han concentrado en el estudio de la paradoja de la apertura (Arora et al., 2016 ; Freel y Robson, 2017 ; Laursen y Salter, 2014; Stefan y Bengtsson, 2016; Zhang y Groen, 2021). Los hallazgos generales muestran que hay una relación positiva entre el uso de mecanismos de apropiación y la propensión de las empresas a cooperar. Sin embargo, Laursen y Salter (2014) encuentran que los efectos positivos alcanzan un “punto de inflexión” a

partir del cual comienzan a decrecer; por lo tanto, la relación entre la fortaleza de la estrategia de apropiación y la apertura de las empresas es curvilínea.

Aunque se han logrado importantes avances para comprender el valor de la apropiación en el contexto de la innovación abierta (Foege et al., 2019), el entendimiento de esta relación es aún limitado (Chesbrough et al., 2018 ; Holgersson et al., 2018 ; Zobel et al., 2017). Investigaciones recientes sugieren que “la paradoja de la apertura no es universal” (Yacoub et al., 2020, p. 555) y que puede verse afectada por diferentes contingencias, tales como la estrategia de innovación de la empresa (Arora et al., 2016), el grado de distancia de conocimiento entre colaboradores (Pollok et al., 2019), el tipo de conocimiento compartido (Foege et al., 2019), o las diferencias entre sectores y la naturaleza del conocimiento (Yacoub et al., 2020).

En este sentido, una de las contingencias que ha sido poco explorada es cómo el temor a la imitación determina la conformación de la estrategia de apropiación, y a su vez interfiere en la relación entre esa estrategia y la decisión de las empresas de abrir sus procesos de innovación. Algunos estudios sobre esta materia sugieren que, debido a que los mecanismos de apropiación tienen diferentes capacidades para crear barreras contra la imitación, al profundizar en la paradoja de la apertura los mecanismos más formales pueden exacerbar el problema, mientras que los estratégicos pueden limitarlo (Foege et al., 2019). Pero aún hay poca evidencia empírica que pueda corroborar o descartar esta hipótesis.

Con el objetivo de profundizar en esta discusión, este estudio investiga, en primer lugar, cómo el temor a la imitación, que puede ser mayor en economías con sistemas de propiedad intelectual débiles, condiciona la elección de los mecanismos de apropiación teniendo en cuenta sus diferencias en la capacidad para generar barreras a la imitación. En segundo lugar, se investiga cómo la estrategia de apropiación, condicionada por el temor a la imitación, afecta el grado de apertura de las empresas, indagando si hay diferencias representativas entre la influencia ocasionado por los diferentes tipos de mecanismos de apropiación. Para el análisis empírico se usan los datos de la IX Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica, aplicada al sector manufacturero de Colombia para el periodo 2017-2018.

Los resultados sugieren que las empresas se inclinarán principalmente por el uso de mecanismos estratégicos, ante el temor a ser imitadas, los cuales les brindan una mayor posibilidad de abrir sus procesos de innovación. Sin embargo, debido al alto grado de hermetismo de este tipo de mecanismos, sus efectos decrecientes aparecerán más rápido que el de los formales.

A esta introducción le sigue, en la segunda sección, la revisión de la literatura que sustenta las hipótesis propuestas. En la tercera sección, se explica el marco metodológico. La cuarta se dedica los resultados del análisis empírico, y en la quinta sección se presenta la discusión de los resultados y las principales conclusiones del estudio. En la sexta y última sección se presentan las limitaciones del estudio y futuras líneas de investigación.

5.2. Revisión de la literatura e hipótesis

5.2.1. El temor a la imitación como condicionante de la conformación de la estrategia de apropiación

Las estrategias empresariales y de innovación de las empresas están fuertemente condicionadas por las características del entorno en donde éstas se desenvuelven (Ray y Ray, 2021; Salazar-Elena et al., 2020). Una de las características que mayor influencia tienen sobre éstas estrategias es la hostilidad – definida como las amenazas que enfrentan las empresas derivadas de la intensidad competitiva y la velocidad del cambio tecnológico (Löfsten y Lindelöf, 2005). Dentro de las principales fuentes de hostilidad que enfrentan las empresas innovadoras está la amenaza derivada de los posibles imitadores (Teece , 1986).

Diferentes actividades, entre las que se encuentra la cooperación con actores externos para llevar a cabo actividades de I+D, aumentan esta amenaza debido a que en estas alianzas se puede compartir información clave para la organización (Foege et al., 2017 ; Lorenz y Veer, 2019), lo que puede hacer más fácil la imitación por parte de posibles competidores. Además, en la cooperación se incrementa el riesgo de spillovers indeseados, lo que puede llevar a una posible pérdida de apropiación de los beneficios de la innovación (Laursen y Salter, 2014) .

Aunque la posibilidad de imitación es una fuerte amenaza que puede disuadir a las empresas de comprometerse en el proceso de innovación, sus riesgos pueden ser prevenidos, o por lo menos disminuidos, mediante lo que Teece (1986) denomina el *régimen de apropiación*. Este régimen se refiere a los factores ambientales, excluyendo la estructura de la empresa y del mercado, que rigen la capacidad de un innovador para capturar las ganancias generadas por una innovación. Sus dimensiones más importantes son la naturaleza de la tecnología y la eficacia de los mecanismos legales de protección para asignar y proteger la propiedad intelectual.

La conformación del régimen de apropiación implica, por lo tanto, el uso de métodos formales de protección de la propiedad intelectual tales como patentes, registros industriales o marcas comerciales, así como métodos estratégicos tales como el secreto, los plazos de entrega, los acuerdos de confidencialidad, entre otros (Hall et al., 2014) . El uso de estos mecanismos permite disminuir los riesgos de imitación y, por ende, que la empresa mejore la apropiación, que en términos sencillos se refiere a la captura de las rentas provenientes de la innovación (Chen et al., 2020; Laursen y Salter, 2014; Teece, 1986).

Estudios previos confirman que la necesidad de proteger las invenciones de la imitación es el motivo más importante por el que las empresas patentan (Blind et al., 2006 ; Cohen et al., 2002). Pero también este temor puede llevar a las firmas a usar otro tipo de mecanismos además de las patentes. Al respecto, Neuhäusler (2012) encuentra que la necesidad de proteger las invenciones e innovaciones de la imitación, tiene una influencia significativa y positiva sobre la conformación de la estrategia de apropiación que combina ambos tipos de mecanismos, pero este factor no tiene efecto sobre estrategias basadas solo en mecanismos formales, y tiene un efecto negativo para las empresas que prefieren conformar su estrategia de apropiación solo con mecanismos estratégicos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone la siguiente hipótesis:

H1: Ante el temor a ser imitadas, las empresas aumentarán el uso de mecanismos de apropiación

El éxito de la estrategia de apropiación para proteger las innovaciones de la imitación está condicionado por la disponibilidad y eficacia de los mecanismos de apropiación (Hurmelinna-Laukkanen y Puumalainen, 2007; Olander et al., 2014). La disponibilidad hace referencia a que la innovación se pueda proteger por los medios elegidos y que la empresa pueda solicitar y hacer valer los derechos que éstos le confieren (Hurmelinna-laukkanen, 2009; Olander et al., 2014), mientras que la eficacia depende de la habilidad de los mecanismos para crear barreras a la imitación (Hurmelinna-laukkanen, 2009). Estos dos elementos son los que permiten crear estrategias de apropiación efectivas y sólidas (Hurmelinna-Laukkanen y Puumalainen, 2007).

Tanto la disponibilidad como la eficacia de los mecanismos está supeditada a factores internos y externos a la empresa (De Beer y Armstrong, 2015). Dentro de los primeros destacan el tamaño de la empresa, su estrategia de innovación y los recursos organizacionales (Arundel, 2001; Hall et al., 2014) para acceder a los mecanismos. Con respecto a los segundos, los más importantes son el nivel de fortaleza del sistema de propiedad intelectual del país (Cohen et al., 2002; James et al., 2013), y la estructura de la industria en la cual compiten las empresas (Arundel, 2001; Cohen et al., 2002).

Además, existen otras características y ventajas intrínsecas a los mecanismos de apropiación que los diferencian y los hacen más o menos efectivos (Colombelli et al., 2020). Una de esas características es el tipo de propiedad que confieren, mientras que los mecanismos formales confieren derechos legales que le permiten a la empresa defenderse jurídicamente ante posibles infracciones, los mecanismos estratégicos no confieren derechos ni sanciones legales (Corral de Zubielqui et al., 2019), pero brindan a las empresas innovadoras la posibilidad de tomar ventajas en el mercado mediante acciones estratégicas. Otra diferencia es el tiempo, requisitos, costes e implicaciones organizativas y de gestión necesarios para obtenerlos, mantenerlos y hacerles seguimiento para que no los infrinjan (Aloini et al., 2017).

Asimismo, existen diferencias en la efectividad de los mecanismos dependiendo del tipo de innovación que se desee proteger: las patentes y el *lead time* tienden a ser más adecuados si se trata de innovación de producto, mientras el secreto lo es más para la innovación de procesos (Capponi et al., 2019). Diferentes estudios han confirmado que, excepto en el caso de la industria

química y farmacéutica, las patentes generalmente no se consideran mecanismos de apropiación particularmente efectivos (Arundel, 2001; Cohen et al., 2000), mientras que el lead time y el secreto son considerados mecanismos de apropiación muy efectivos (Capponi et al., 2019).

No obstante, la principal característica que diferencia los mecanismos formales de los estratégicos, y en la cual radica gran parte de su efectividad, es su capacidad para proteger a las empresas de la imitación, a través de su capacidad para no revelar información clave (Hall et al., 2014; Olander et al., 2014). En este sentido, aunque los mecanismos formales, tales como las patentes, pueden dificultar la imitación por el hecho de aumentar sus costes (Colombelli et al., 2020), también la facilitan debido a que divulgan en mayor grado información y conocimiento que los competidores pueden usar para copiar a la empresa pionera. Asimismo, estos mecanismos facilitan la transferencia y uso del conocimiento por parte de otros agentes, debido a que el conocimiento se encuentra codificado (González-Álvarez y Nieto-Antolín, 2007; Hurmelinna-laukkanen, 2009).

Por el contrario, mecanismos estratégicos, tales como los secretos, no divulgan ninguna información por lo que pueden generar mayores barreras a la imitación (Hurmelinna-laukkanen, 2009) y de acceso al mercado (Baldwin y Henkel, 2015). Por este motivo, las firmas que no desean divulgar aspectos claves de sus invenciones, se inclinan más por los mecanismos estratégicos (Ordoover, 1991; Olander et al., 2014), que les permiten a las empresas innovadoras beneficiarse de las ventajas de ser las primeras en actuar mediante la comercialización temprana de innovaciones o beneficiarse de nuevos productos y procesos complejos que son difíciles de imitar para otras empresas en un período corto de tiempo (Zobel et al., 2017). Esta característica de los mecanismos estratégicos puede impulsar a las empresas a preferir su uso en mayor medida que el de los formales. A este respecto, estudios como el de Olander et al. (2014) encuentran que los inconvenientes con algunos métodos de protección formal, tienen influencia positiva sobre la posibilidad de que las empresas se inclinen por el uso de algunos métodos estratégicos. A partir de lo anterior, se propone la siguiente hipótesis:

H2: Ante el temor a la imitación, la probabilidad del uso de mecanismos estratégicos será mayor que el de los formales, debido a que los primeros pueden prevenir la imitación mediante la no divulgación de la información.

5.2.2. Temor a la imitación, estrategia de apropiación y apertura de los procesos de innovación

Los beneficios de la colaboración con actores externos tales como clientes, proveedores, universidades y otros actores de los sistemas de innovación, ha sido ampliamente probados en la literatura (Belderbos et al., 2004 ; Castillo-Vergara y Torres Aranibar, 2019 ; Jugend et al., 2018; Laursen y Salter, 2006). Estas alianzas pueden proveer a las firmas el acceso a recursos complementarios que facilitan el éxito en el desarrollo de nuevos productos y procesos, así como la comercialización de los mismos.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la cooperación en I+D es una de las actividades que aumentan la amenaza de imitación (Foege et al., 2017; Lorenz y Veer, 2019). Además, aunque la creación de valor agregado se ve favorecida por estas alianzas, la captura de los beneficios derivados de los mismos es más difícil cuando hay actores e intereses diversos en la consecución de la innovación (Arora et al., 2016; Bogers, 2011). Por lo tanto, existe una paradoja entre la necesidad de usar los flujos externos de conocimiento para crear innovaciones y, a la vez, usar mecanismos de protección para su comercialización (Laursen y Salter, 2014).

Esta situación implica el desafío para las empresas de gestionar su estrategia de apropiación, en la que se incluye la selección de los mecanismos más adecuados para proteger sus intangibles al tiempo que explotar sus innovaciones en el mercado (Henttonen et al., 2016; Hurmelinna-laukkanen, 2009). En la literatura existe consenso acerca de que los mecanismos de protección de una empresa son antecedentes importantes para su apertura (Zhang y Groen, 2021). Sin embargo, no hay igual consenso con respecto a cómo el tipo y la cantidad de mecanismos usados afecta las posibilidades de cooperación y la conformación del portafolio de aliados de las empresas.

El uso de una larga variedad de mecanismos de apropiación tiene ventajas, algunas son la generación de una mejor protección de los activos de conocimiento, debido a la complementariedad que existe entre ellos (Aloini et al., 2017; Arora y Gambardella, 2010). A su vez, al contar con un portafolio amplio de mecanismos la empresa puede escoger los más apropiados para cada tipo de cooperación, teniendo en cuenta el esfuerzo y el nivel de riesgo que cada una estas implica (Henttonen et al., 2016). No obstante, este hecho también puede generar

desventajas relacionadas con un énfasis excesivo en los mecanismos de apropiación, lo que puede afectar las posibilidades de cooperación. Por lo tanto, estudios anteriores sobre la paradoja de la apertura (Laursen y Salter; 2014; Yu et al., 2020), revelan que existe un punto óptimo en la relación entre estrategia de apropiación y la apertura, después de este punto el efecto positivo disminuye. Teniendo en cuenta estos resultados previos, se propone que:

H3. La relación entre el uso de mecanismos de apropiación y la apertura es curvilínea

Sin embargo, investigaciones recientes sugieren que “la paradoja de la apertura no es universal” (Yacoub et al., 2020, p. 555). Por este motivo, algunos estudios han comenzado a explorar contingencias que la afectan, tales como, por ejemplo, la estrategia de innovación de la empresa (Arora et al., 2016), el grado de distancia de conocimiento entre colaboradores (Pollok et al., 2019), el tipo de conocimiento compartido (Foege et al., 2019), o las diferencias entre sectores y la naturaleza del conocimiento (Yacoub et al., 2020).

Menos se ha explorado sobre el efecto que tienen situaciones externas, tales como el temor a la imitación, sobre la elección de los mecanismos de apropiación, y sus posteriores efectos sobre la decisión de las empresas de abrir sus procesos de innovación. Algunos estudios sobre esta materia sugieren que, debido a que los mecanismos de apropiación tienen diferentes capacidades para crear barreras contra la imitación, al profundizar en la paradoja de la apertura, los mecanismos más formales pueden exacerbar el problema, mientras que los estratégicos pueden limitarlo (Foege et al., 2019).

Aún no hay suficiente evidencia empírica que pueda corroborar o descartar este supuesto, debido a que la mayoría de los estudios que abordan la relación entre la estrategia de apropiación y el grado de apertura no diferencian entre el efecto que tiene cada tipo de mecanismos, formales y estratégicos, sobre la decisión de cooperar y sobre el grado de apertura. Asimismo, los estudios que han encontrado la existencia de una relación curvilínea entre estas dos estrategias (Laursen y Salter; 2014; Yu et al., 2020), tampoco estudian si los efectos decrecientes aplican para ambos tipos de mecanismos por separado. El estudio de Miozzo et al. (2016) para las KIBS, que sí tiene en cuenta esta diferenciación, no encuentra relación curvilínea entre el uso de mecanismos

formales y la cooperación con todos los socios, excluyendo a los clientes, pero sí que este tipo de relación se produce cuando se usan los mecanismos contractuales- acuerdos de confidencialidad, los secretos y los contratos con los empleados-.

Como se ha mencionado anteriormente, existen diferencias significativas entre los dos tipos de mecanismos, siendo su capacidad de generar barreras a la imitación una de las principales, a partir del nivel de divulgación de información clave (Hurmelinna-Laukkanen y Puumalainen, 2007). Diferencias como esta, pueden afectar la relación entre la estrategia de apropiación y la apertura. Al respecto, de acuerdo a Zhang y Groen (2021), cuando más efectivos son los mecanismos de protección, el grado de apertura de las empresas será mayor. Si la efectividad es medida por la capacidad que tienen los mecanismos para crear barreras a la imitación, dado que los mecanismos estratégicos tienen un nivel de divulgación más bajo o nulo, cabe esperar que las empresas que basan su estrategia de apropiación en éstos mecanismos tengan un mayor grado de apertura que las que se centran en el uso de mecanismos formales.

Sin embargo, esta misma característica puede hacer que los efectos positivos de los mecanismos estratégicos desaparezcan más rápido que los de los formales. Debido al mayor grado de hermetismo de los mecanismos estratégicos, se usan principalmente por empresas que no desean revelar elementos fundamentales de su conocimiento y que desean mantenerlo de forma tácita (Aloini et al., 2017) para dificultar aún más la imitación. Pero esta decisión, que obstaculiza la difusión y transferencia (Hall et al, 2014; Zobel et al., 2017) de conocimiento, puede desanimar a los potenciales cooperantes que en una primera vista no reconocerán a la empresa como un socio interesante. Además, teniendo en cuenta que los mecanismos estratégicos , tales como el secreto, puede generar una incontrolada pérdida de conocimiento en el caso de que esta información se filtre a los socios (Aloini et al., 2017), las empresas que los poseen serán más cautelosas a la hora de conformar alianzas. Estas características de los mecanismos estratégicos pueden aminorar el efecto positivo de los mismos sobre las posibilidades de cooperación.

Con respecto a los mecanismos formales, estos fomentan la codificación de tecnologías intangibles, lo que facilita el intercambio de conocimiento entre socios (Alexy et al., 2009; Hertzfeld et al., 2006; Hurmelinna-Laukkanen y Puumalainen, 2007). Además, la codificación del

conocimiento en mecanismos como las patentes, asegura que la empresa pueda explotar su propiedad intelectual durante un período de tiempo considerable, lo que le da la oportunidad de generar flujos continuos de ingresos mediante la concesión de licencias de su propiedad intelectual y la captura de valor de sus activos de conocimiento codificados (Ray y Ray, 2021), siendo esto a la vez un incentivo para el establecimiento de alianzas con actores que buscan beneficiarse de la divulgación del conocimiento que pueden hacer sus contrapartes. Por lo tanto, si se usan en una medida pertinente, estos pueden facilitar el surgimiento de alianzas (Zobel et al., 2017), aunque su uso excesivo puede generar un detrimento en la posibilidad de cooperar la para innovación (Alexy et al., 2009).

Teniendo en cuenta los anteriores argumentos, se propone la siguiente hipótesis:

H4. Los efectos negativos de los mecanismos estratégicos aparecen antes que los de los mecanismos formales, debido a que los primeros implican un mayor grado de hermetismo

5. 3. Datos y método

5. 3.1 Datos

Al igual que en el capítulo anterior, para la realización de este estudio se ha utilizado la información procedente de la IX Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica de Colombia (EDIT IX), con referencia al período 2017-2018, que realizó el Departamento Administrativo de Estadística (DANE) de Colombia a las empresas manufactureras del país. La EDIT IX, se combinó con el directorio de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) de 2017, habiéndose identificado un total de 8.062, empresas de las cuales 7.529 contaban con información disponible.

Tan solo el 0,1% de la muestra de 7.529 empresas de la EDIT IX se clasifica como innovadoras en sentido estricto (esto es que, desarrollaron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional); el 20,7% son innovadoras en sentido amplio (desarrollaron al menos un bien o servicio, nuevo o mejorado, para el mercado nacional o para la empresa, o implementaron un proceso productivo nuevo o mejorado o una forma

organizacional o de comercialización nueva); el 3.7% son potencialmente innovadoras (no obtuvieron ninguna innovación, pero reportaron haber realizado o tener en proceso algún proyecto de innovación); y el 75.4% de la muestra no son innovadoras (no obtuvieron innovaciones, ni reportaron tener en proceso o haber abandonado algún proyecto de innovación) (DANE, 2019).

Teniendo en cuenta que solo las empresas innovadoras en sentido estricto, en sentido amplio y las potencialmente innovadoras reportan información sobre las variables necesarias en el análisis empírico, la muestra del estudio se reduce a un total de 1.850 empresas.

5.3.2 Método

Debido a que las variables dependientes que se utilizan para evaluar las hipótesis son variables de tipo conteo, en el análisis empírico se ha optado por un modelo tipo Poisson. Para asegurar la robustez de los resultados y asegurarse de que los problemas de sobredispersión no los están sesgando, se realizaron pruebas tanto con modelos Poisson como con Binomiales Negativos. En la estimación de las tres variables dependientes usadas para evaluar las hipótesis 1 y 2, el modelo Poisson presentó un Loglikelihood menor que los del modelo Binomial Negativo. Además, en ninguno de los modelos binomiales el valor p de α resultó significativo. Lo anterior confirma que el modelo Poisson es adecuado para realizar las estimaciones que permiten evaluar cómo la percepción que tienen las empresas sobre la posibilidad de ser imitadas tiene influencia en la conformación de su estrategia de apropiación. Para este propósito se usa la ecuación 1:

$$\ln(Tot_Aprop) = \beta_0 + \gamma Imitación + \beta_1 Inn_prod + \beta_2 Inn_proc + \beta_3 tamaño + \beta_4 rd_int + \beta_5 rd_ext + \beta_6 Export + \beta_7 Sec \quad (1)$$

donde: *Tot_Aprop* es la variable dependiente definida como el número de mecanismos de apropiación (formales y estratégicos) de las empresas entre 2017 y 2018. Para probar la hipótesis 2, esta variable se subdivide en número de los mecanismos formales o legales usados (*legal_protect*), que incluye las patentes, los modelos de utilidad, los derechos de autor, el registro de software, los diseños industriales y el registro de marca; y el número de mecanismos

estratégicos usados (*strat_protect*) en los que se incluye el secreto industrial, la alta complejidad y los acuerdos de confidencialidad con otras empresas.

La variable explicativa principal es el temor a la *imitación*, medida a través de la percepción que tienen las empresas de poder ser fácilmente imitadas. Esta es una variable que toma valor de 1 si las empresas califican este obstáculo como de alta importancia, y 0 en caso contrario. Como variables de control se han utilizado las siguientes: *Inn_prod* e *Inn_proc*, variables tipo dummy que indican si la empresa ha llevado a cabo innovación de producto o de proceso, respectivamente; *tamaño* representa el tamaño de la empresa (logaritmo del número de empleados), *rd_int* que representa la intensidad en la inversión en I+D interna (Inversión I+D interna/ventas totales), *rd_ext* representa la intensidad en la inversión en I+D externa (Inversión I+D externa/ventas totales), *export* es una variable binaria que identifica si la empresa exporta. También para capturar el efecto sectorial la variable *Sec* representa tres variables tipo dummy que se incluyen para determinar si las empresas pertenecen a los sectores de farmacéutica, química o informática. Se escogen estos sectores debido a que estudios previos han encontrado que existen patrones sectoriales con respecto a la selección de la estrategia de apropiación, especialmente en los sectores de mediana y alta tecnología (Milesi et al., 2013), que son también los que generalmente usan más mecanismos de apropiación.

En el segundo conjunto de hipótesis se analiza la influencia de la estrategia de apropiación sobre el grado de apertura de los procesos de innovación de la empresa. Al igual que el caso anterior, teniendo en cuenta que la variable *N_Coop*- que representa el número de socios-es también una variable de conteo, se realizaron pruebas con modelos Poisson y Binomial Negativo. En este caso, los resultados de los modelos son muy similares, por lo que se decide continuar usando el modelo Poisson con la opción vce (robust) para las estimaciones de las hipótesis 3 y 4. Para ello se usa la ecuación 2.

$$\ln(N_Coop) = \beta_0 + \gamma \text{Tot_Aprop} + \epsilon \text{Tot_Aprop}^2 + \beta_1 \text{tamaño} + \beta_2 \text{rd_int} + \beta_3 \text{rd_ext} + \beta_4 \text{Export} + \beta_5 \text{Obs_tech} + \beta_6 \text{Obs_imitación} + \beta_7 \text{Obs_market} + \beta_8 \text{Obs_fin} + \beta_7 \text{Sec} \quad (2)$$

donde: *N_Coop* es la variable dependiente medida, de acuerdo a Laursen y Salter (2014), como el número de socios con los que las empresas establece acuerdos de cooperación. Aquí se incluyen

12 tipos de socios que son: Empresas del mismo conglomerado, proveedores, clientes, competidores, consultores, universidades, centros de desarrollo tecnológico, centros de investigación, parques tecnológicos, centros regionales de productividad, organizaciones no gubernamentales y gobierno. La cooperación con cada uno se establece como una variable dummy que toma valor de 1 cuando ha sucedido la cooperación y, 0 en caso contrario. A continuación, se realiza la sumatoria del número de socios con los que la empresa ha establecido acuerdos.

La variable explicativa de esta fase es *Tot_Aprop*, que representa el número total de mecanismos de apropiación usados por la empresa. En el modelo 4 se usa el total de mecanismos (formales y estratégicos), mientras que en el modelo 5 se separa cada tipo de mecanismos: *Formales* y *Estratégicos*. Además, para probar la relación curvilínea se usan en ambos modelos los cuadrados de estas variables. Como variables de control se usan las mismas de la ecuación 1, pero teniendo en cuenta que los obstáculos que enfrenta la empresa pueden promover el establecimiento de alianzas con actores externos, como se comprobó en el capítulo II de esta tesis, se adicionan también como variables de control los relacionados con los obstáculos tecnológicos (*Obs_tech*), con la facilidad de imitación (*Obs_imitación*), con la incertidumbre frente a la demanda (*Obs_market*) y, los de escasez de recursos financieros propios (*Obs_fin*). Cada tipo de obstáculo es una variable binaria que toma valor de 1 cuando la empresa lo califica como de alta importancia, y 0 en caso contrario.

En la tabla V.1 se presenta los descriptivos estadísticos y en el Anexo 5.1 se encuentra la matriz de correlación de las variables.

5.4 Resultados

Para conocer la estructura de la estrategia de apropiación de las empresas de la muestra, en primer lugar, se revisaron los mecanismos usados por las empresas (Ver gráfico V. 1).

La información del gráfico V.1 muestra que un gran porcentaje de las empresas estudiadas no hace uso de ningún mecanismo de apropiación. También se deduce de este gráfico que las empresas se inclinan más hacia el uso de mecanismos estratégicos que hacia los formales, o hacia la

construcción de una estrategia de apropiación mixta. Estos resultados son similares a los encontrados por Milesi et al. (2013) para el caso de Argentina. Además, estos resultados también sustentan la hipótesis acerca de que las débiles condiciones de los sistemas de propiedad intelectual y la ausencia de altas capacidades para innovar en las economías emergentes, incentivan a las empresas a buscar enfoques alternativos de apropiación (Barros,2021; Campi et al., 2020).

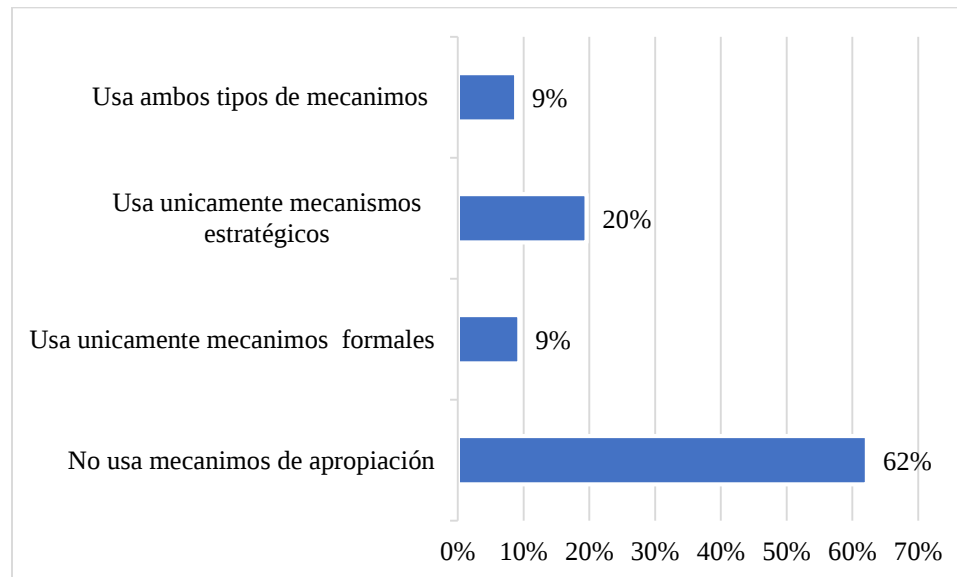
Tabla V.1. Descriptivos estadísticos

Variable	Descripción	Mean	Std. Dev.
N_Coop	Número total de socios	0,842	1,567
Tot_aprop	Número total de mecanismos de apropiación usados	0,528	0,794
legal_protect	Número de mecanismos formales usados	0,200	0,449
strat_protect	Número de mecanismos estratégicos usados	0,328	0,567
Obs_Imitación	Percepción de la facilidad de ser imitada	0,199	0,400
Inn_prod	Innovación de producto	0,452	0,498
Inn_proc	Innovación de procesos	0,516	0,500
tamaño	Tamaño de la empresa	4,547	1,341
rd_int*	Inversión en I+D interna	0,338	2,363
rd_ext	Inversión en I+D externa	0,126	0,332
Export	Exportaciones	0,478	0,500
Obs_tech	Percepción de los obstáculos tecnológicos	0,076	0,265
Obs_market	Percepción de los obstáculos de mercado	0,221	0,415
Obs_finan	Percepción de los obstáculos de financieros internos	0,262	0,440
Farma	Pertenece al sector de productos farmacéuticos	0,040	0,196
Química	Pertenece al sector de productos químicos	0,121	0,326
Informática	Pertenece al sector de productos informáticos	0,005	0,073

n = 1.850

Nota: * Esta variable contienen 1843 observaciones

Gráfico V.1. Uso de mecanismos de apropiación



Fuente: Elaboración propia con base en EDIT IX

5.4.1 Efectos del temor a la imitación en la conformación de la estrategia de apropiación

A continuación, en la Tabla V.2, se presentan los resultados de evaluar la influencia del temor a la imitación sobre la conformación de la estrategia de apropiación.

Puede observarse que el temor de las empresas de que sus innovaciones sean imitadas por sus competidores, motivan el incremento de uso de mecanismos de apropiación en general (Modelo 1), lo que permite confirmar la hipótesis 1. Sin embargo, cuando se evalúa el efecto de este temor sobre los dos tipos de mecanismos por separado (modelos 2 y 3), se encuentra solo un efecto positivo y significativo en el uso de mecanismos estratégicos, lo que permite también confirmar la hipótesis 2. Estos resultados son similares, en parte, a los de Neuhäusler (2012) quien analiza el impacto sobre la estructuración de una estrategia de apropiación mixta y tampoco encuentra que sea significativo este temor sobre las estrategias basadas solo en mecanismos formales. Sin embargo, los resultados difieren en el hecho de que en Neuhäusler (2012) se obtiene un efecto negativo y significativo del temor a la imitación sobre la estrategia basada solo en mecanismos estratégicos.

Tabla V. 2. Temor a la imitación y uso de mecanismos de apropiación

	Modelo_1. Tot_aprop	Modelo_2.Formales	Modelo_3.Estratégicos
Obs_imitación	0,230** (0,074)	0,185 (0,113)	0,258** (0,090)
Inn_produc	0,567*** (0,073)	0,658*** (0,113)	0,513*** (0,086)
Inn_proc	0,078 (0,066)	(-0,075 (0,101)	0,173* (0,079)
tamaño	0,247*** (0,029)	0,293*** (0,046)	0,220*** (0,034)
rd_int	0,028*** (0,003)	0,027*** (0,006)	0,029*** (0,003)
rd_ext	0,058 (0,080)	-0,028 (0,126)	0,109 (0,095)
Export	0,313*** (0,079)	0,401** (0,127)	0,261** (0,089)
Farma	0,570*** (0,116)	0,732*** (0,146)	0,455** (0,147)
Química	0,243** (0,087)	0,311* (0,139)	0,201* (0,101)
Informática	0,702* (0,289)	0,493 (0,714)	0,810** (0,271)
_cons	-2,516*** (0,141)	-3,756*** (0,226)	-2,842*** (0,166)
Observaciones	1,843	1,843	1,843
Log likelihood	-1628.3884	-895.52434	-1240.7409
Wald chi2	516.62	251.66	376.31
Pseudo R2	0.1041	0.0944	0.0756

Nota: Errores robustos en paréntesis. Nivel de significancia †p<0.10, * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0.001

El hecho de que el temor a la imitación tenga un efecto positivo y significativo sobre el uso de mecanismos estratégicos y ningún efecto sobre los formales, indica también que aquellas empresas que perciben el riesgo de ser imitadas como de alta importancia, se inclinarán principalmente por el uso de mecanismos que pueden bloquear, o por lo menos reducir este riesgo mediante las restricciones a la divulgación de la información, característica que se encuentra principalmente en los mecanismos estratégicos.

Si bien es cierto que los resultados confirman que el temor a la imitación es uno de los principales motivos para contar con una estrategia de apropiación (Blind et al., 2006), también estos resultados muestran que el tipo de innovación, las capacidades internas en I+D y el pertenecer a sectores de alta tecnología, son factores con una influencia muy importante en el hecho de usar uno u otro tipo de mecanismos. Se confirma, por lo tanto, la influencia de las características internas y externas de la empresa en la estructuración de la estrategia de apropiación, de manera coincidente con estudios previos tanto en economías desarrolladas como emergentes (Barros, 2021; Hall et al., 2014; Milesi et al., 2013).

5.4.2 Efectos de la estrategia de apropiación sobre el grado de apertura de las empresas

En la tabla V.3 se presenta los resultados de la evaluación de las hipótesis 3 y 4, referidas a la cuestión de cómo la estrategia de apropiación, condicionada indirectamente por el temor a la imitación, afecta el grado de apertura de las empresas.

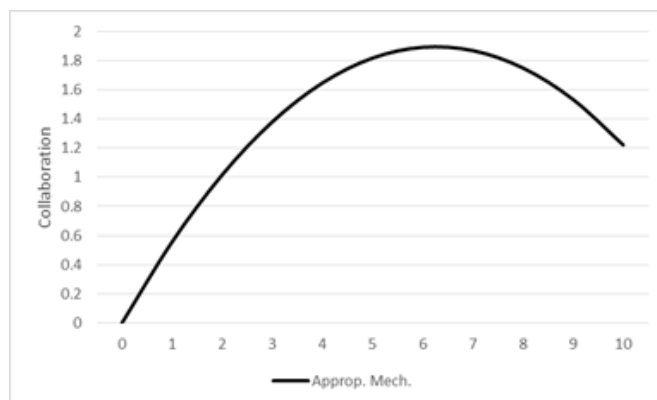
Los resultados que se presentan en el modelo 4 de la tabla IV.3, confirman los hallazgos de estudios previos (Laursen y Salter, 2014 ; Miozzo et al., 2016 ; Yu et al., 2020) acerca de la relación curvilínea entre el uso de mecanismos de apropiación y el grado de apertura de las empresas estudiadas, confirmando así la hipótesis 3. Lo anterior muestra que, en un punto determinado, el énfasis excesivo en el uso de estos mecanismos puede desalentar a potenciales colaboradores reduciendo los incentivos, el alcance o la efectividad de la cooperación en innovación (Laursen y Salter, 2014). Para el caso de las empresas estudiadas aquí, este punto se sitúa aproximadamente en un valor de 7 puntos (Ver gráfico IV.2), lo que indica que a partir del uso de este número de mecanismos puede disminuir el efecto positivo que la estrategia de apropiación ocasiona sobre el grado de apertura de los procesos de innovación.

Tabla V.3. Relación entre la estrategia de apropiación y el grado de apertura

	Modelo_4	Modelo_5
Tot_aprop	0,502*** (0,082)	
Tot_approp_sq	-0,037† (0,020)	
legal_protect		0,380*** (0,115)
legal_protect_sq		-0,006 (0,036)
strat_protect		0,693*** (0,140)
strat_protect_sq		-0,162* (0,064)
tamaño	0,242*** (0,041)	0,233*** (0,041)
rd_int	0,013 (0,011)	0,017 (0,011)
rd_ext	0,351*** (0,102)	0,344*** (0,102)
Export	0,079 (0,086)	0,096 (0,085)
Obs_tech	-0,002 (0,130)	-0,007 (0,130)
Obs_Imitación	0,226* (0,089)	0,245** (0,090)
Obs_market	0,201* (0,102)	0,190† (0,103)
Obs_fin	0,157 (0,099)	0,146 (0,100)
Farma	0,147 (0,172)	0,139 (0,173)
Química	0,369*** (0,101)	0,353*** (0,102)
Informática	0,131 (0,449)	0,122 (0,468)
_cons	-2,001*** (0,189)	-1,964*** (0,191)
Observaciones	1843	1843
Log likelihood	-2436.5442	-2431.9457
Wald chi2	465.43	593.90
Pseudo R2	0.1382	0.1398

Nota: Errores robustos en paréntesis. Nivel de significancia: †p<0.10, * p<0.05; ** p<0.01; *** p<0,001

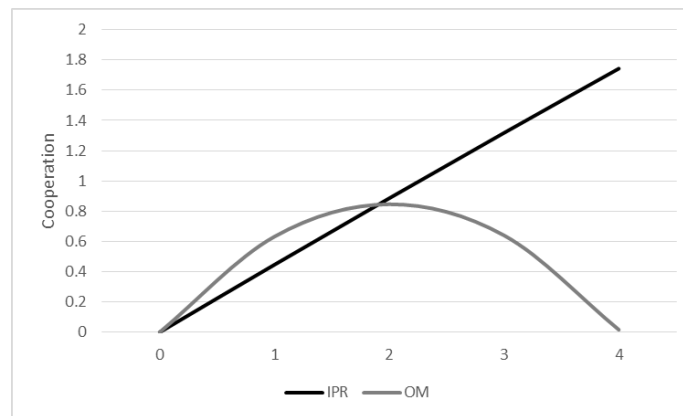
Gráfico V.2. Relación entre el grado de apertura y la estrategia de apropiación



Fuente: Elaboración propia con base en EDIT IX

Con respecto al efecto diferenciado de los dos tipos de mecanismos de apropiación sobre el grado de apertura, los resultados del modelo muestran, en primer lugar, que el uso de mecanismos estratégicos tiene un efecto mayor que el de los formales sobre el grado apertura ($0,693 > 0,380$), lo que apoya la idea de cuando más efectivos son los mecanismos de protección, el grado de apertura de las empresas será mayor (Zhang y Groen ,2021). En segundo lugar, los resultados muestran que la relación curvilínea propuesta es significativa y negativa en el caso de los mecanismos estratégicos, pero en el caso de los mecanismos formales, aunque el coeficiente es negativo, no es significativo. Asimismo, se demuestra que los rendimientos decrecientes de los mecanismos estratégicos aparecen antes que los de los mecanismos formales, lo que permite confirmar la hipótesis 4. Como se observa en el gráfico IV.3, mientras el número de mecanismos formales usados presenta una relación lineal con el grado de apertura, el número de mecanismos estratégicos muestra una relación curvilínea con esta variable, con un punto de inflexión que se sitúa aproximadamente en un valor de 2.

Gráfico V.3. Relación entre el grado de apertura y mecanismos de apropiación formales y estratégicos



Fuente: Elaboración propia con base en EDIT IX

Lo anterior permite argumentar que, a medida que las empresas aumentan y profundizan en la cooperación, es posible que no quieran divulgar todos los detalles de su conocimiento, pudiendo obstaculizar esa liberación mediante mecanismos estratégicos (Hall et al., 2014). Sin embargo, el mayor énfasis en este tipo de mecanismos tendrá un efecto negativo sobre el grado de apertura de las empresas. Estos resultados muestran que, contrario a lo que se podría pensar, no es el mayor uso de mecanismos formales lo que incrementa el problema de la paradoja de la apertura (Foege et al., 2019), sino que es el mayor uso de los estratégicos lo que presiona el surgimiento de la relación curvilínea entre el grado de apertura y la estrategia de apropiación, debido al hermetismo de estos mecanismos para divulgar información.

Las empresas que basan su estrategia de apropiación en mecanismos estratégicos tenderán a ser más cuidadosas en establecer cooperación con un gran número de actores externos, debido al alto riesgo que implicaría, por ejemplo, la fuga de un secreto industrial. Por su parte, las que optan por mecanismos de apropiación formales pueden tener mayor confianza para involucrarse más ampliamente con los agentes de su entorno, “debido a que estos mecanismos pueden contribuir a reducir significativamente el temor hacia comportamientos oportunistas” (Laursen y Salter, 2014, p. 867).

5.5. Discusión y conclusiones

Este estudio contribuye a la comprensión de la relación entre innovación abierta y estrategia de apropiación, un tema aún muy debatido en la literatura, abordando cómo el temor a la imitación tiene influencia directa en la conformación de la estrategia de apropiación y, a su vez afecta, a la relación existente entre esta estrategia y el grado de apertura de las empresas. Esta contingencia ha sido poco estudiada en la literatura, porque aunque anteriores investigaciones han indagado acerca de los factores internos y externos que condicionan la elección de los mecanismos de apropiación (Barros, 2021 ; Hall et al., 2014; Milesi et al., 2013), pocos han tenido en cuenta cómo la percepción que tienen las empresas sobre la facilidad de ser imitadas afecta esta elección, preocupación que se incrementa en las economías que no cuentan con fuertes sistemas de propiedad intelectual.

Los hallazgos presentados aquí permiten observar que este temor tiene una influencia importante sobre el uso de mecanismos de apropiación en general, y especialmente sobre el uso de mecanismos estratégicos. Debido a que los mecanismos estratégicos no divulgan información clave, su capacidad para generar barreras contra la imitación es mayor (Hall et al., 2014; Hurmelinna-Laukkanen y Puumalainen, 2007). Por lo tanto, las empresas que se desenvuelven en entornos en los que el grado de competitividad o la debilidad de los sistemas de propiedad intelectual incrementarán el riesgo de imitación, se inclinarán principalmente por el uso de mecanismos estratégicos como los secretos o el *lead time*.

Siguiendo a Laursen y Salter (2014), este estudio también evalúa la existencia de una relación curvilínea entre la estrategia de apropiación y el grado de apertura. No obstante , teniendo en cuenta que hay características que diferencian a los mecanismos formales y estratégicos, principalmente la relacionada con el grado de divulgación de la información (Hall et al., 2014), aquí se evalúa esta relación con cada tipo de mecanismos. Los hallazgos confirman que un alto énfasis en el uso de los mecanismos de apropiación puede actuar, en un punto determinado, como una barrera importante para el intercambio de conocimiento con actores externos. Sin embargo, el hermetismo de los mecanismos estratégicos hace que el uso de estos mecanismos presente rendimientos

decrecientes antes de que este mismo efecto aparezca en los mecanismos formales, en el caso de Colombia.

Desde el punto de vista teórico, este estudio tiene las dos siguientes aportaciones a la discusión de la compleja relación entre innovación abierta y estrategia de la apropiación de los resultados de innovación. En primer lugar, se muestra que, además de los factores internos y externos estudiados en investigaciones previas, el temor a la imitación es también un factor clave con influencia en la decisión de las empresas a la hora de construir su estrategia de apropiación. En segundo lugar, los hallazgos de este estudio amplían la comprensión de la paradoja de la apertura, mostrando que ésta no aplica de la misma manera en todos los mecanismos de apropiación, y que, contrario a lo que se podría pensar, son los mecanismos estratégicos los que generan más rápidamente el surgimiento de los rendimientos decrecientes, lo que es debido a su mayor hermetismo para divulgar información.

Asimismo, los resultados de este estudio pueden tener implicaciones importantes para la práctica gerencial, relacionados especialmente con la construcción de la estrategia de apropiación de aquellas empresas que están buscando pasar del modo de innovación cerrada a la innovación abierta, o aquellas que desean ampliar su portafolio de colaboradores, pero que a la vez desean proteger sus conocimientos clave de posibles comportamientos oportunistas. Estas empresas necesitan evaluar los costes y beneficios de cada mecanismo, así como su estrategia de innovación, para de esta manera construir una estrategia de apropiación acorde a sus necesidades, posibilidades e intereses.

Con respecto a las implicaciones en la construcción de políticas públicas de innovación, los hallazgos aquí revelados pueden ser útiles para entender la motivación que hay detrás de la estrategia de apropiación de las empresas, así como los factores que impulsan a las empresas a establecer alianzas con número mayor de socios. Estos conocimientos pueden facilitar la construcción de políticas y programas que fortalezcan las acciones de los sistemas de propiedad intelectual, para asegurar una mayor confianza a las empresas con respecto al riesgo de imitación, y que, de paso, las animen a establecer redes de cooperación para mejorar su capacidad innovadora.

5.6. Limitaciones y futuras líneas de investigación

En el desarrollo de la investigación se presentaron varias limitaciones que es importante resaltar por cuanto pueden resultar de interés para futuras investigaciones. En primer lugar, no es posible distinguir la direccionalidad de la innovación abierta que se evalúa porque la pregunta de la EDIT no es clara con respecto a este aspecto; no obstante, es adecuado el enfoque con la vinculación de los mecanismos de apropiación. En segundo lugar, tampoco ha sido posible medir la importancia que se le otorga a los mecanismos de apropiación y su efecto en el grado de apertura porque la encuesta no recopila esta información. En tercer lugar, este estudio sólo investiga la relación entre el grado de apertura y la estrategia de apropiación para las empresas que han innovado o han intentado innovar, pero al excluir de la muestra a las empresas no innovadoras, no se puede conocer cómo se comporta esta relación en las empresas que, aunque no logren o intenten innovar, sí establecen cooperación con actores externos. Estas limitaciones cabe entenderlas como posibles avenidas para emprender nuevos estudios que aportarán un mayor conocimiento sobre la relación entre innovación abierta y apropiación, especialmente en el contexto de las economías emergentes.

5.7 Referencias

- Alexy, O., Criscuolo, P., & Salter, A. (2009). Does IP Strategy Have to Cripple Open Innovation ? Does IP Strategy Have to Cripple Open Innovation ? *Management Intellectual Property*, 51(1), 70–77.
- Aloini, D., Lazzarotti, V., Manzini, R., & Pellegrini, L. (2017). IP, openness, and innovation performance: an empirical study. *Management Decision*, 55(6), 1307–1327. <https://doi.org/10.1108/MD-04-2016-0230>
- Arora, A., Athreye, S., & Huang, C. (2016). The paradox of openness revisited: Collaborative innovation and patenting by UK innovators. *Research Policy*, 45(7), 1352–1361. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.03.019>
- Arora, A., & Gambardella, A. (2010). Ideas for rent: An overview of markets for technology. *Industrial and Corporate Change*, 19(3), 775–803. <https://doi.org/10.1093/icc/dtq022>
- Arundel, A. (2001). The relative effectiveness of patents and secrecy for appropriation. *Research Policy*, 30(4), 611–624. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00100-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00100-1)
- Baldwin, C. Y., & Henkel, J. (2015). Modularity and intellectual property protection. *Strategic Management Journal Strat. Mgmt. J*, 36, 1637–1655. <https://doi.org/10.1002/smj.2303>
- Barros, H. M. (2021). Neither at the cutting edge nor in a patent-friendly environment: Appropriating the returns from innovation in a less developed economy. *Research Policy*, 50(1), 104097. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.104097>
- Belderbos, R., Carree, M., & Lokshin, B. (2004). Cooperative R&D and firm performance. *Research Policy*, 33(10), 1477–1492. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2004.07.003>
- Blind, K., Edler, J., Frietsch, R., & Schmoch, U. (2006). Motives to patent: Empirical evidence from Germany. *Research Policy*, 35(5), 655–672. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2006.03.002>
- Bogers, M. (2011). The open innovation paradox: Knowledge sharing and protection in R&D collaborations. *European Journal of Innovation Management*, 14(1), 93–117. <https://doi.org/10.1108/146010611111104715>
- Campi, M., Antonio, M., & Esterling, D. (2018). ¿El fortalecimiento de los derechos de propiedad intelectual estimula la innovación? Un análisis exploratorio de la dinámica de patentamiento por sectores industriales en Colombia, 1980-2010. Cuadernos de Administracion, 33. doi.org/10.11144/Javeriana.cao33.fdpi
- Capponi, G., Criscuolo, P., Martinelli, A., & Nuvolari, A. (2019). Profiting from innovation: Evidence from a survey of Queen’s Awards winners. *Structural Change and Economic Dynamics*, 49, 155–169. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2019.02.002>
- Castillo-Vergara, M., & Torres Aranibar, E. (2019). El papel de la Cooperación para Desarrollar Innovación Tecnológica en la PYME. *Journal of Technology Management & Innovation*, 14(4), 41–53. <https://doi.org/10.4067/s0718-27242019000400041>
- Chen, H., Zeng, S., Yu, B., & Xue, H. (2020). Complementarity in Open Innovation and Corporate Strategy: The Moderating Effect of Ownership and Location Strategies. *IEEE Transactions*

- on *Engineering Management*, 67(3), 754–768. <https://doi.org/10.1109/TEM.2018.2889804>
- Chesbrough, H. W. (2003). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press
- Chesbrough, H., Lettl, C., & Ritter, T. (2018). Value Creation and Value Capture in Open Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 35(6), 930–938. <https://doi.org/10.1111/jpim.12471>
- Cohen, W. M., Goto, A., Nagata, A., Nelson, R. R., & Walsh, J. P. (2002). RandD spillovers, patents and the incentives to innovate in Japan and the United States. *Research Policy*, 31(8–9), 1349–1367. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00068-9](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00068-9)
- Colombelli, A., Grilli, L., Minola, T., & Mrkajic, B. (2020). To what extent do young innovative companies take advantage of policy support to enact innovation appropriation mechanisms? *Research Policy*, 49(10), 103797. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.05.006>
- Corral de Zubielqui, G., Jones, J., & Audretsch, D. (2019). The influence of trust and collaboration with external partners on appropriability in open service firms. *Journal of Technology Transfer*, 44(2), 540–558. <https://doi.org/10.1007/s10961-018-9696-y>
- DANE. (2019). *Boletín Técnico EDIT 2017 - 2018*. 1–60. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/boletin_EDIT_manufacturera_2017_2018.pdf
- De Beer, J., & Armstrong, C. (2015). Open innovation and knowledge appropriation in African micro y small enterprises (MSEs). *The African Journal of Information and Communication*, 16, 60–71. 10.23962/10539/19315
- Foege, J. N., Lauritzen, G. D., Tietze, F., & Salge, T. O. (2019). Reconceptualizing the paradox of openness: How solvers navigate sharing-protecting tensions in crowdsourcing. *Research Policy*, 48(6), 1323–1339. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.01.013>
- Foege, J. N., Piening, E. P., & Salge, T. O. (2017). Don't get caught on the wrong foot: A resource-based perspective on imitation threats in innovation partnerships. *International Journal of Innovation Management*, 21(3). <https://doi.org/10.1142/S1363919617500232>
- Freel, M., & Robson, P. J. (2017). Appropriation strategies and open innovation in SMEs. *International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship*, 35(5), 578–596. <https://doi.org/10.1177/0266242616654957>
- González-Álvarez, N., & Nieto-Antolín, M. (2007). Appropriability of innovation results: An empirical study in Spanish manufacturing firms. *Technovation*, 27(5), 280–295. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2006.12.004>
- Hagedoorn, J., & Zobel, A. K. (2015). The role of contracts and intellectual property rights in open innovation. *Technology Analysis and Strategic Management*, 27(9), 1050–1067. <https://doi.org/10.1080/09537325.2015.1056134>
- Hall, B., Helmers, C., Rogers, M., & Sena, V. (2014). The choice between formal and informal intellectual property: A review. *Journal of Economic Literature*, 52(2), 375–423. <https://doi.org/10.1257/jel.52.2.375>
- Henttonen, K., Hurmelinna-Laukkanen, P., & Ritala, P. (2016). Managing the appropriability of

- R&D collaboration. *R & D Management*, 46, 145–158. <https://doi.org/10.1111/radm.12121>
- Hertzfeld, H. R., Link, A. N., & Vonortas, N. S. (2006). Intellectual property protection mechanisms in research partnerships. *Research Policy*, 35(6), 825–838. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.04.006>
- Holgersson, M., Granstrand, O., & Bogers, M. (2018). The evolution of intellectual property strategy in innovation ecosystems: Uncovering complementary and substitute appropriability regimes. *Long Range Planning*, 51(2), 303–319. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2017.08.007>
- Hurmelinna-laukkanen, P. (2009). The availability , strength and efficiency of appropriability mechanisms – protecting investments in knowledge creation. *International Journal Technology Management*, 45 (3-4), 282–290. 10.1504/IJTM.2009.022653
- Hurmelinna-Laukkanen, P., & Puumalainen, K. (2007). Nature and dynamics of appropriability: Strategies for appropriating returns on innovation. *R and D Management*, 37(2), 95–112. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2007.00460.x>
- James, S. D., Leiblein, M. J., & Lu, S. (2013). How Firms Capture Value From Their Innovations. In *Journal of Management* (Vol. 39, Issue 5). <https://doi.org/10.1177/0149206313488211>
- Jugend, D., Jabbour, C. J. C., Alves Scaliza, J. A., Rocha, R. S., Junior, J. A. G., Latan, H., & Salgado, M. H. (2018). Relationships among open innovation, innovative performance, government support and firm size: Comparing Brazilian firms embracing different levels of radicalism in innovation. *Technovation*, 74–75(February), 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2018.02.004>
- Laursen, K., & Salter, A. (2006). Open for innovation: The role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, 27(2), 131–150. <https://doi.org/10.1002/smj.507>
- Laursen, K., & Salter, A. J. (2014). The paradox of openness: Appropriability, external search and collaboration. *Research Policy*, 43(5), 867–878. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2013.10.004>
- Löfsten, H., & Lindelöf, P. (2005). Environmental hostility, strategic orientation and the importance of management accounting - An empirical analysis of new technology-based firms. *Technovation*, 25(7), 725–738. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.01.007>
- Lorenz, A., & Veer, T. (2019). Once bitten, less shy? The influence of prior misappropriation experience on R&D collaboration. *Industry and Innovation*, 26(1), 31–56. <https://doi.org/10.1080/13662716.2017.1403891>
- Milesi, D., Petelski, N., & Verre, V. (2013). Innovation and appropriation mechanisms: Evidence from Argentine microdata. *Technovation*, 33(2–3), 78–87. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.12.001>
- Miozzo, M., Desyllas, P., Lee, H. F., & Miles, I. (2016). Innovation collaboration and appropriability by knowledge-intensive business services firms. *Research Policy*, 45(7), 1337–1351. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.03.018>
- Neuhäusler, P. (2012). The use of patents and informal appropriation mechanisms - Differences between sectors and among companies. *Technovation*, 32(12), 681–693. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.07.004>

- Olander, H., Vanhala, M., & Hurmelinna-Laukkanen, P. (2014). Reasons for choosing mechanisms to protect knowledge and innovations. *Management Decision*, 52(2), 207–229. <https://doi.org/10.1108/MD-11-2012-0791>
- Ordover, J. A. (1991). A patent system for both diffusion and exclusion. *Journal of Economic Perspectives*, 5(1), 43–60.
- Pollok, P., Lüttgens, D., & Pillar, F. T. (2019). Attracting solutions in crowdsourcing contests: The role of knowledge distance, identity disclosure, and seeker status. *Research Policy*, 48(1), 98–114. <https://doi.org/10.1016/J.RESPOL.2018.07.022>
- Ray, S., & Ray, P. K. (2021). Innovation strategy of latecomer firms under tight appropriability regimes: The Indian pharmaceuticals industry. *Journal of International Management*, 27(1), 100820. <https://doi.org/10.1016/j.intman.2020.100820>
- Salazar-Elena, J. C., López, A., Guimón De Ros, J., & Cancino, C. A. (2020). Sincerity is a dangerous thing: On how appropriability regimes shape innovation strategies. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 38(5), 5521–5528. <https://doi.org/10.3233/JIFS-179643>
- Stefan, I., & Bengtsson, L. (2016). Appropriability: A key to opening innovation internationally? *International Journal of Technology Management*, 71(3–4), 232–252. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2016.078570>
- Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation: Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research Policy*, 15(February), 285–305. https://doi.org/10.1142/9789812833181_0005
- Yacoub, G., Storey, C., & Haefliger, S. (2020). Appropriability mechanisms for manufacturing and service firms: the contingencies of openness and knowledge intensity. *R & D Management*, 50(5), 551–572. <https://doi.org/10.1111/radm.12411>
- Yu, M. J., Chuang, H. J., Hsu, M. Y., & Lin, P. F. (2020). Firm heterogeneity, appropriability, and innovation collaboration. *Technology Analysis and Strategic Management*, 32(10), 1156–1168. <https://doi.org/10.1080/09537325.2020.1747609>
- Zhang, J., & Groen, A. (2021). Informal and formal open activities: Innovation protection methods as antecedents and innovation outputs as consequences. *Technological Forecasting and Social Change*, 167(August 2019), 120696. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.120696>
- Zobel, A. K., Lokshin, B., & Hagedoorn, J. (2017). Formal and informal appropriation mechanisms: The role of openness and innovativeness. *Technovation*, 59(October 2014), 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.10.001>

Anexo 5. 1. Matriz de correlación

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. N_Coop																
2. Tot_aprop	0,34															
3.legal_protect	0,26	0,72														
4.strat_protect	0,27	0,83	0,21													
5.Obs_imitación	0,08	0,06	0,03	0,06												
6.Inn_prod	0,23	0,27	0,21	0,22	0,07											
7.Inn_proc	0,12	0,06	0,00	0,07	0,00	0,00										
8.tamaño	0,27	0,31	0,24	0,24	-0,07	0,19	0,13									
9.rd_int	0,08	0,13	0,08	0,12	0,03	0,09	0,02	-0,01								
10.rd_ext	0,21	0,17	0,12	0,15	0,01	0,16	0,06	0,30	0,07							
11.Export	0,17	0,24	0,19	0,19	-0,02	0,16	0,03	0,42	0,05	0,20						
12. Obs_tech	0,01	0,00	0,00	0,00	0,12	0,01	-0,01	-0,08	0,04	0,02	-0,01					
13.Obs_market	0,07	0,03	0,01	0,04	0,27	0,05	0,01	-0,06	0,03	-0,03	-0,01	0,21				
14.Obs_finan	0,01	-0,03	-0,06	0,00	0,20	-0,02	-0,01	-0,16	0,07	-0,07	-0,04	0,11	0,24			
15.Farma	0,04	0,12	0,12	0,08	-0,03	0,06	-0,06	0,05	0,01	0,05	0,06	-0,03	-0,02	-0,02		
16.Química	0,09	0,07	0,06	0,05	0,04	0,13	-0,05	-0,02	0,01	0,12	0,06	-0,03	0,01	-0,04	-0,08	
17.Informática	0,00	0,04	0,02	0,05	0,00	0,04	-0,02	-0,05	0,04	-0,03	0,05	0,01	-0,02	-0,01	-0,02	-0,03

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES E IMPLICACIONES PARA LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

6.1 Conclusiones

Esta tesis trata de contribuir a mejorar la comprensión de los factores que motivan a las empresas a abrir sus procesos de innovación, y que a su vez condicionan sus patrones de cooperación. En particular, el objetivo ha sido estudiar el efecto de dos de estos factores: los obstáculos a la innovación y la estrategia de apropiación. Además, entre las novedades que aporta esta tesis esta que se hace especial énfasis en los resultados que conllevan cada tipo de cooperación en el contexto de las economías emergentes. Aunque estos factores han sido estudiados en economías industrializadas, para el caso de las economías emergentes existe poca evidencia empírica que permita profundizar en las motivaciones, desafíos y resultados de los procesos de innovación abierta en estos contextos. Una profunda revisión de la literatura y su estudio detallado ha permitido definir los análisis específicos que aquí se plantean, y delimitan también una serie de aspectos relevantes para el establecimiento de políticas de innovación en economías emergentes, concretamente, para Colombia. Las principales conclusiones, que se presentan a continuación, han sido estructuradas de acuerdo a los análisis que integran este documento de tesis.

Teniendo en cuenta lo anterior, la primera aportación de este trabajo consiste en mostrar que las empresas colombianas tienden a subutilizar el conocimiento local generado en universidades y centros de investigación, en comparación con las empresas ubicadas en países industrializados. En el contexto de las economías emergentes, la colaboración con agentes externos es también un mecanismo usado por las empresas para enfrentar y superar los obstáculos que le impiden innovar, siendo estos resultados consistentes con investigaciones que se han realizado en economías desarrolladas (Antonioli et al., 2017; Arranz et al., 2019). No obstante, nuestros resultados aportan evidencia de que el tipo de obstáculos que enfrenten las empresas delimita también sus patrones de cooperación, priorizando la colaboración con otras empresas cuando perciben obstáculos de conocimiento y financieros, a diferencia de las empresas situadas en economías desarrolladas que en estos casos priorizan la colaboración organizaciones de investigación. Este hallazgo es

consistente con investigación previa (Nooteboom et al., 2007), que llama la atención sobre la necesidad de tener en cuenta la “distancia cognitiva” que existe entre los agentes implicados en un acuerdo de colaboración (por ejemplo, entre empresas y universidades). Esta distancia tiende a ser mayor en el caso de economías emergentes, caracterizadas por una baja intensidad tecnológica y de conocimiento de sus actividades productivas.

El segundo aporte, que está estrechamente relacionado con el anterior, consiste en evaluar el efecto que cada tipo de cooperación tiene sobre el desempeño innovador de las empresas estudiadas. Nuestro estudio confirma, como han ya sugerido investigaciones previas (Moraes et al, 2020), que el efecto de la cooperación con organizaciones de conocimiento sobre el desempeño innovador es más bajo si se compara con el efecto causado por la cooperación con otras empresas. No obstante, lo novedoso de nuestros resultados es que muestran que en el caso de la innovación radical la relevancia de la colaboración con organismos de investigación es sustancialmente mayor. Esto tiene dos implicaciones importantes. Por un lado, estos resultados llevan nuevamente a considerar la importancia de la distancia cognitiva entre las partes involucradas en los acuerdos de cooperación, ya que, al existir una mayor cercanía cognitiva entre las empresas, la cooperación entre ellas podría tener unos mejores resultados que cuando se coopera con instituciones de investigación. Por otra parte, el problema de la distancia cognitiva podría profundizar la brecha entre economías emergentes e industrializadas desde el punto de vista de la capacidad innovadora, al erigirse como un obstáculo específico de estas economías para realizar innovaciones radicales.

El tercer aporte, se relaciona con la comprobación del hecho, de que también en las economías emergentes, ante los riesgos que implica el establecimiento de acuerdos de cooperación con agentes externos, las empresas se verán motivadas a establecer estos acuerdos cuando cuentan con una estrategia de apropiación. Los resultados muestran que, en general, las empresas se apoyan menos en mecanismos legales de protección de la propiedad intelectual (patentes, modelos, copyright, etc.) que en otros mecanismos estratégicos (como el secreto, la complejidad de la innovación, o los acuerdos de confidencial entre socios). No obstante, los mecanismos legales de protección de la propiedad intelectual cobran una mayor relevancia en el caso de proyectos con un mayor grado de intensidad tecnológica/conocimiento, como es el caso de proyectos que involucran actividades de I+D o la colaboración con organismos de investigación. Aunque la cooperación en

actividades diferentes a la I+D, tales como la capacitación, las investigaciones de mercado, la colaboración en TIC, pueden generar un menor riesgo de fuga de conocimiento que la que tiene como objetivo el desarrollo de I+D, los resultados muestran que las empresas que cuentan con mecanismos que otorgan propiedad formal sobre los activos como las patentes, tendrán mayor confianza para implicarse en acuerdos de cooperación. Esto aplica aún para la cooperación con socios como universidades y centros de investigación los cuales, en principio, no representan una amenaza directa de imitación para la empresa.

La cuarta contribución es ampliar la comprensión de la paradoja de la apertura, lo que se ha encontrado con esta evidencia empírica es que cada tipo de mecanismos de apropiación tiene un efecto diferenciado en el grado de apertura de las empresas. En las economías emergentes, el temor a la imitación es mayor, lo que lleva a las empresas a incrementar el uso de mecanismos estratégicos de apropiación, debido a que su bajo o nulo nivel de divulgación de la información permite crear mayores barreras contra la imitación. Sin embargo, esta misma característica de los mecanismos estratégicos también conlleva que las empresas que hacen un mayor uso de éstos, estén menos dispuestas a colaborar que aquellas que usan principalmente mecanismos formales, los cuales les otorgan un mayor nivel de confianza para implicarse en acuerdos de cooperación. Se demuestra así que la paradoja de la apertura se ve afectada por diferentes aspectos, en el caso de las economías emergentes el mayor temor a la imitación impulsa un uso mayor de mecanismos estratégicos, con los consiguientes efectos que se han mencionado anteriormente.

6.2 Implicaciones para las políticas públicas

Sobre la base de las contribuciones empíricas que se han hecho a lo largo de los cuatro capítulos que conforman esta tesis, a continuación se formulan algunas recomendaciones para el diseño y ejecución de políticas públicas de innovación que serían pertinentes para fomentar la innovación abierta en Colombia y considerar diversas cautelas.

La economía mundial está enfrentando grandes cambios que obligan al sector empresarial a replantear sus estrategias para no quedar rezagadas ante los desafíos que implican las nuevas tendencias relacionadas, por ejemplo, con la alta digitalización, la expansión de los mercados a

nivel global, las nuevas formas de producción y de trabajo, el rápido cambio en los patrones de consumo, entre otras. Estas tendencias, aunque son generalizadas tanto para las economías en desarrollo como las emergentes, no tienen el mismo impacto en ambas, dadas la diferencia entre la capacidad de respuesta que existe en cada una. Ante este panorama, las empresas localizadas en las economías emergentes pueden requerir, incluso con mayor urgencia, llevar a cabo el diseño de estrategias colaborativas que les permitan responder rápidamente a estos desafíos y no perder así la ventana de oportunidad que estas transformaciones les pueden significar (Bogers et al., 2019).

Sin embargo, para lograr poner en marcha estas estrategias colaborativas de forma efectiva, resulta favorable que las empresas cuenten con un marco político que las apoye y que facilite la práctica de la innovación abierta a nivel local, nacional e internacional. Por lo tanto, el conjunto de políticas y programas que se establecen para promover la innovación en general, y la innovación abierta en particular, podrían considerar algunas de las cuestiones que han sido discutidas a lo largo de este trabajo.

La principal implicación de los cuatro estudios de la tesis para reflexión en materia de política económica es la existencia de un “*cuello de botella*” en el desarrollo de las capacidades innovadoras de las empresas manufactureras colombianas. En primer lugar, la distancia cognitiva entre las empresas y los agentes generadores de conocimiento científico/tecnológico (por ejemplo, universidades y centro públicos de investigación) podría lastrar su capacidad de generar innovaciones con una mayor capacidad transformadora de su economía (es decir, innovaciones disruptivas). En segundo lugar, la conformación de la estrategia de apropiación podría, en algunos casos, generar un desincentivo a formación de alianzas para el desarrollo de proyectos de innovación, especialmente cuando esta estrategia está centrada principalmente en mecanismos estratégicos que, debido a su mayor hermetismo, pueden desalentar la cooperación. Esto podría genera un círculo de reproducción de la distancia cognitiva entre empresas y agentes generadores de conocimiento científico/tecnológico, debido a que los incentivos de estos últimos para implicarse en actividades de transferencia serían relativamente bajos. Las contribuciones teóricas de la investigación previa, discutidas en esta tesis, apuntan a que estos patrones podrían ser inherentes a un grupo más amplio de economías emergentes.

En este sentido, las recomendaciones de política pública apuntarían en el sentido de explorar instrumentos que aumenten la capacidad de absorción de conocimiento científico/tecnológico de las empresas, así como a incentivarlas a construir estrategias de apropiación que les permita capturar los resultados de sus innovaciones, pero, a la vez, permitan una mayor transferencia de conocimiento entre agentes.

Por lo tanto, los programas de fomento de la conformación de alianzas entre el sector empresarial y el académico, a través por ejemplo del incentivo de la financiación pública, debería considerar que la construcción de alianzas efectivas requiere reconocer las necesidades y capacidades tanto de la empresa que busca establecer acuerdos de cooperación como de los socios potenciales, para no forzar alianzas que no serán exitosas. Si bien es cierto que en los sistemas de innovación las empresas pueden acceder a una gama diversa de fuentes de información y conocimiento, no todas las fuentes disponibles pueden ser de interés para la empresa, debido a incompatibilidades con su propia estrategia de innovación o a las características propias de los socios. Gran parte del éxito de la colaboración para innovar está supeditado a la compatibilidad, la confianza y la distancia cognitiva o tecnológica entre los participantes de la alianza.

En relación con lo anterior, una política integral para promover la innovación abierta, requiere considerar que las empresas que conforman el tejido empresarial de las economías en desarrollo, y específicamente de Colombia, son en su mayoría pequeñas y medianas empresas que no cuentan con recursos, procesos y estructuras institucionalizadas que les faciliten la práctica de la innovación abierta y que, por lo tanto, en muchos casos no tienen ni el interés ni la capacidad para explorar y explotar de forma intensiva el conocimiento proveniente de agentes externos (Álvarez-Aros y Bernal-Torres, 2017). Por esta razón, tanto las políticas como los programas diseñados para este fin, debieran orientarse a ayudar a que las empresas superen sus debilidades internas que les dificultan la participación en redes de colaboración, para de esta forma mejorar el aprovechamiento de los flujos de conocimiento provenientes del entorno. Lo anterior permite hacer énfasis en que, si bien la cooperación es un factor importante para mejorar la capacidad de innovación, el conocimiento externo debe utilizarse como un complemento de las capacidades internas, y no como un sustituto de las mismas (Vega- Jurado et al., 2009). Esto también debería estar reflejado en el diseño de las políticas.

Además, tanto el diseño como la ejecución de las políticas deberían considerar las disparidades en términos de capacidades en ciencia, tecnología e innovación que existen entre las regiones de un mismo país. Estas disparidades no solo se presentan a nivel empresarial, sino también a nivel de las organizaciones de investigación (universidades, centros de investigación, centros de desarrollo tecnológico, etc.), cuya consolidación en los países emergentes es aún incipiente. Por lo tanto, son pocas las que cuentan con la institucionalidad e instrumentos necesarios para trabajar de manera conjunta con el sector productivo. Teniendo en cuenta lo anterior, la política de innovación podría considerar la apuesta por una estrategia de innovación abierta a nivel nacional, basada por ejemplo en las necesidades y capacidades de los sectores que dinamizan la economía del país. Esto implicaría también un trabajo conjunto entre la política de innovación y la política industrial (Fischer, 2018).

Por otro lado, teniendo en cuenta que tanto la apertura como la apropiación son dos estrategias que van de la mano (Laursen y Salter, 2014), las políticas públicas deben considerar el hecho de que en países como Colombia las empresas optan de manera mayoritaria por el uso de mecanismos estratégicos de apropiación (Campi et al., 2020). Aunque esta tendencia no es exclusiva de los países emergentes, sí pueden diferir las razones que están detrás de esta elección en cada contexto. Un ejemplo es que en las economías desarrolladas las empresas prefieren usar mecanismos estratégicos -secreto o *lead-time*- porque estos no relevan información valiosa como sí se hace en las patentes. Por su parte, esta elección en las economías emergentes puede estar relacionada con las bajas capacidades para generar innovaciones radicales y con la debilidad de sus sistemas de propiedad intelectual, lo que explica que las empresas puedan preferir los mecanismos alternativos de apropiación que requieren procesos menos complejos para su obtención, para el mantenimiento y defensa en caso de infracciones (Hurmelinna-Laukknen, 2009). En este sentido, y retomando a Forero et al. (2011), el diseño de las políticas públicas debiera buscar el impacto en los dos lados de la relación aquí estudiada, considerando su complejidad, la interrelación y las realidades propias que enfrentan las empresas de las economías emergentes para mejorar sus capacidades de innovación.

Finalmente y resumiendo lo expresado en los párrafos anteriores, para mejorar tanto los procesos de innovación abierta como el funcionamiento general de los sistemas de innovación en las

economías emergentes, las políticas públicas deberían estar enfocadas en superar los obstáculos estructurales (e.j capacidades internas y habilidades para cooperar) y las debilidades institucionales (e.j falta de articulación de políticas, instrumentos de financiación pública) que impiden la colaboración entre los actores del sistema(Álvarez et al.,2019), especialmente entre las empresas y organizaciones de investigación.

6.3 Limitaciones de la investigación

Los datos disponibles y la metodología elegida permitieron cumplir con los objetivos propuestos para este estudio, y, por lo tanto, posibilitaron tener un mayor conocimiento de los patrones y determinantes de la cooperación en el contexto de las economías emergentes. Sin embargo, hay algunas cuestiones, como el estudio de los efectos de la distancia cognitiva sobre los procesos de colaboración, que requerían un estudio más profundo, apoyado principalmente en información primaria.

Teniendo en cuenta que en la innovación abierta pueden existir flujos de conocimiento entrantes, salientes y en doble dirección (Chesbrough y Bogers, 2014), se reconocen también como una limitación el hecho de que aquí no se puede distinguir la direccionalidad de la innovación abierta que se evalúa porque la pregunta de la EDIT no es clara con respecto a este aspecto, solo indaga por la cooperación en términos generales y no tiene preguntas específicas para medir los flujos salientes, como por ejemplo, el licenciamiento de tecnología. Tampoco ha sido posible medir la importancia que se le otorga a cada tipo de socio y a los mecanismos de apropiación en los diferentes modelos, porque la encuesta no recopila esta información.

También se cuenta como una limitación que en los análisis empíricos que se hicieron a lo largo de la investigación, solo se consideraron las empresas que han innovado o intentado innovar, pero al excluir de la muestra a las empresas no innovadoras, no se puede conocer cómo se comportan las hipótesis evaluadas para las empresas que, aunque no logren o intenten innovar, si establecen cooperación con actores externos.

6.4 Futuras líneas de investigación

Este trabajo de tesis ha estudiado principalmente dos factores que afectan la propensión de las empresas del sector manufacturero de Colombia a abrir sus procesos de innovación, así como a determinar los tipos de cooperación que establecen. Teniendo en cuenta que tanto el efecto de los obstáculos a la innovación y la estrategia de apropiación han sido dos temáticas poco abordadas en las agendas de investigación de la innovación en economías emergentes, y dado que tanto la configuración como los efectos de la innovación abierta son dependientes del contexto, otros estudios podrían replicar estos análisis en otras economías emergentes con el fin de contar con elementos que permitan hacer comparaciones y obtener conclusiones más generalizadas.

La gama de factores que determinan la decisión de una empresa de cooperar con agentes externos para innovar puede ser muy amplia. Como se mencionó anteriormente, en esta investigación solo se han abordado dos de estos factores, pero hay otros factores de interés como son el factor humano y la transformación digital. Con respecto al primero, autores como Bogers et al. (2018) y Gassmann et al. (2010) consideran que evaluar la importancia de talento humano, sus características demográficas (género, educación, nacionalidad) y sus aptitudes en la gestión de la innovación abierta, es un tema que aún está pendiente dentro de la agenda investigativa. En lo referente al segundo, las situaciones recientes como la pandemia ocasionada por el COVID 19, han acelerado la transformación digital a nivel mundial, brindando de esta forma muchas facilidades para trabajar de forma conjunta con empresas u organizaciones de investigación de cualquier parte del mundo. Sin embargo, aún está pendiente de evaluar los efectos y desafíos de esta transformación en los procesos colaborativos, especialmente en las economías emergentes, en donde la brecha digital aún es considerable.

6.5 Referencias

- Álvarez –Aros, E. & Bernal-Torres, C. (2017). Modelo de Innovación Abierta: Énfasis en el Potencial Humano. *Información tecnológica*, 28(1), 65-76. doi: 10.4067/S0718-07642017000100007.
- Álvarez, I., Natera, J. M., & Castillo, Y. (2019). *Generación y transferencia de ciencia, tecnología e innovación como claves de desarrollo sostenible y cooperación internacional en América Latina*. (Documentos de Trabajo, 19/2019). <https://doi.org/10.33960/issn-e.1885-9119.dt19>
- Antonioli, D., Marzucchi, A., & Savona, M. (2017). Pain shared, pain halved? Cooperation as a coping strategy for innovation barriers. *The Journal of Technology Transfer*, 42(4), 841-864. <https://doi.org/10.1007/s10961-016-9545-9>
- Arranz, N., Arroyabe, M. F., & de Arroyabe, J. C. F. (2019). Obstacles of innovation and institutional support in the cooperation agreements: The Spanish case. *European Journal of Innovation Management*, 23(4), 696–712. <https://doi.org/10.1108/EJIM-12-2018-0275>
- Bogers, M., Burcharth, A., & Chesbrough, H. (2019). Open Innovation in Brazil: Exploring opportunities and challenges. *International Journal of Innovation*, 7(2), 178–191. <https://doi.org/10.5585/iji.v7i2.417>
- Bogers, M., Foss, N. J., & Lyngsie, J. (2018). The “human side” of open innovation: The role of employee diversity in firm-level openness. *Research Policy*, 47(1), 218–231. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2017.10.012>
- Campi, M., Antonio, M., & Esterling, D. (2018). ¿El fortalecimiento de los derechos de propiedad intelectual estimula la innovación? Un análisis exploratorio de la dinámica de patentamiento por sectores industriales en Colombia, 1980-2010. *Cuadernos de Administracion*, 33. doi.org/10.11144/Javeriana.cao33.fdpi
- Chesbrough, H., & Bogers, M. (2014). Explicating Open Innovation: Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation. In H. Chesbrough, W. Vanhaverbek, & J. West (Eds.), *New Frontiers in Open Innovation* (Oxford Uni, pp. 3–28).
- Fischer, B.B.; Schaeffer, P.R.; Vonortas, N., & Queiroz, S. (2018). Quality comes first: university-industry collaboration as a source of academic entrepreneurship in a developing country. *J Technol Transf*, 43, 263–284. <https://doi.org/10.1007/s10961-017-9568-x>
- Forero-pineda, C., Martinez, D. L., & Laureiro-martinez, D. (2011). Innovation patterns and intellectual property in SMEs of a developing country. *Innovar*, 21(42), 113–127.
- Gassmann, O., Enkel, E., & Chesbrough, H. (2010). The future of open innovation. *R&D Management*, 40(213–221), 35–38. <https://doi.org/10.1080/08956308.2017.1255054>
- Hurmelinna-laukkanen, P. (2009). The availability , strength and efficiency of appropriability mechanisms – protecting investments in knowledge creation. *International Journal Technology Management*, 45 (3-4), 282–290. 10.1504/IJTM.2009.022653
- Laursen, K., & Salter, A. (2006). Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms. *Strategic management journal*, 27(2), 131-150. <https://doi.org/10.1002/smj.507>

Vega-Jurado, J., Gutierrez-Gracia, A., & Fernández, I. (2009). *La Cooperación con Agentes Científicos y su Incidencia sobre el Desempeño Innovador de la Empresa* (Ingenio -CSIC-UPV- Working Paper Series, 2009/05), 1–24.
<http://ideas.repec.org/p/ing/wpaper/200905.html>