

Innovación abierta y apropiación en el sector manufacturero de Colombia¹

1. Yury Castillo

Ph. D. en Economía y Gestión de la Innovación
Investigadora, Universidad del Cauca
Popayán, Colombia
Grupo de investigación Modelos Regionales de Competitividad
Rol de la autora: intelectual
yuricastillo@unicauca.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-7457-3464>

3. Juan Carlos Salazar

Ph. D. en Economía
Profesor, Universidad Autónoma de Madrid
Madrid, España
Grupo de investigación en economía y gestión de la innovación (InEGi-UAM)
Rol del autor: intelectual
juancarlos.salazar@uam.es
<https://orcid.org/0000-0001-8855-2667>

2. Isabel Álvarez

Ph. D. en Economía
Profesora catedrática, Universidad Complutense de Madrid
Madrid, España
Grupo de investigación International Business and Markets (INTBM-UCM)
Rol de la autora: intelectual
mialvare@ucm.es
<https://orcid.org/0000-0003-2016-0514>

Resumen: Las empresas necesitan abrirse en muchas ocasiones a la colaboración con diversos actores para llevar a cabo sus proyectos de innovación y, a la vez, deben contar con mecanismos para prevenir posibles fugas indeseadas de conocimiento que dificultarían la apropiación de los beneficios en la fase de comercialización. Aunque resultados recientes muestran que distintos mecanismos de apropiación (formales o estratégicos) pueden tener un efecto diferenciado sobre la decisión de cooperar con socios externos, la mayoría de estas investigaciones eluden la importancia del contexto y se centran en empresas ubicadas en economías desarrolladas. En este trabajo, se analiza el comportamiento de esta relación en el contexto de las economías emergentes y, en particular, en las empresas manufactureras de Colombia. Los resultados muestran que, si bien el uso de los dos tipos de mecanismos afecta de forma positiva la probabilidad de cooperación de las empresas estudiadas, el tamaño del efecto difiere entre los tipos de cooperación y también cuando la cooperación se limita al objetivo específico de la i+d. Las implicaciones que se derivan del análisis tienen interés tanto para la comprensión de la estrategia empresarial como para las políticas de innovación.

Palabras clave: cooperación, estrategia de apropiación, innovación abierta, mecanismos de apropiación, paradoja de la apertura.

Citación sugerida: Castillo, Y., Álvarez, I., & Salazar, J.C. (2023). Innovación abierta y apropiación en el sector manufacturero de Colombia. *Innovar*, 33(89). En prensa:
<https://doi.org/10.15446/innovar.v33n89.107035>

Clasificación JEL: O32, O34, O36

Recibido: 11/03/2021 **Aprobado:** 08/11/2021 **Preprint:** 01/02/2023

¹ Este artículo deriva de la tesis doctoral *Patrones y determinantes de la innovación abierta en economías emergentes: el caso de Colombia*, de la coautora Yury Castillo, dirigida por los profesores Isabel Álvarez y Juan Carlos Salazar, en el programa de Economía y Gestión de la Innovación de la Universidad Complutense de Madrid. Los estudios de doctorado fueron financiados parcialmente por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia.

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 & Zobel, 2015). Esta estrategia de innovación abierta (IA), 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 & 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 costos y riesgos asociados a la innovación, además de adquirir recursos y capacidades con los que no se cuenta internamente (Castillo-Molina & Gómez-Villamarín, 2021).

No obstante, la estrategia de IA también implica desafíos estratégicos, organizacionales y de gestión (Boschma, 2005; Cassiman & Valentini, 2016; Manzini & Lazzarotti, 2016). Entre otros, cabe destacar la gestión del riesgo de comportamientos oportunistas (Hagedoorn & 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 & Zobel, 2015; Ullrich & Vladova, 2016).

Las empresas asumen, por lo tanto, que el intercambio de conocimiento con otros agentes externos puede afectar seriamente su competitividad. Este dilema es denominado por Laursen y Salter (2014) como la “paradoja de la apertura”, según la cual la IA puede ser deseable en la fase de creación y desarrollo de innovaciones, pero no lo es necesariamente en la de comercialización. Para afrontar el desafío, las empresas diseñan habitualmente estrategias de apropiación combinando el uso de patentes, el diseño 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 & Salter, 2014).

A pesar de los avances en este campo, la mayoría de estudios que evalúan la relación entre IA y apropiación se centra 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 & 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, los procesos de innovación abierta pueden verse limitados (Thomas, 2018) dadas las diferencias en las estrategias de apropiación de las empresas respecto a los países desarrollados (Keupp et al., 2009). Pero es 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 & Dutrénit, 2016; De Oliveira & 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: i) 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 como las estrategias de cooperación y los patrones de apropiación difieren de las economías con mayor nivel de desarrollo; ii) se contribuye a explicar cómo la apertura hacia los tipos de cooperación recibe influencia del enfoque de la estrategia de apropiación, atendiendo a la brecha de conocimiento que anteriores estudios han sugerido para futuras investigaciones (Freel & Robson, 2017; Gama, 2019; Laursen & Salter, 2014; Veer et al., 2016); iii) además, teniendo en cuenta que la I+D es una de las actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) más compleja e implica mayores riesgos de fuga de conocimiento claves, este estudio evalúa como caso especial la cooperación que se realiza para llevar a cabo esta actividad.

El análisis empírico se realiza a partir de la *IX Encuesta de desarrollo tecnológico e innovación* aplicada a 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).

Después de esta introducción, la siguiente sección contiene la revisión de la literatura y el planteamiento de hipótesis; después, se explica la metodología utilizada para, a continuación, exponer los resultados del análisis empírico; luego, se discuten las implicaciones del estudio y, finalmente, se exponen las conclusiones y las limitaciones.

Revisión de la literatura y desarrollo de hipótesis

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 & Gann, 2010). En el primer caso, la cooperación se distingue como un mecanismo que ayuda a gestionar los flujos de conocimiento (Chesbrough & Bogers, 2014), procedentes de diversos actores: clientes, proveedores, otras empresas de la misma industria, universidades, competidores, gobierno, etc. (Hagedoorn & Zobel, 2015). Es precisamente la dirección de flujos entrantes en la innovación abierta la que se evalúa en este estudio.

Hay que tener en cuenta que, a mayores niveles de colaboración de las empresas con actores externos, la apropiación de los resultados de la colaboración se hace más compleja (Castillo-Molina, 2017). Por lo tanto, la apropiación de los beneficios provenientes de una innovación implica alta atención y esfuerzo gerencial para, por ejemplo, solicitar patentes, acortar el periodo de tiempo hasta el mercado, ocultar las tecnologías claves a los competidores o garantizar el acceso a los activos complementarios (Belderbos et al., 2014; Ceccagnoli, 2009; Laursen & Salter, 2014; Teece, 1986).

Todo ello implica que las empresas asuman el desafío de gestionar su estrategia de apropiación y seleccionar los mecanismos más adecuados para proteger sus intangibles, al tiempo que explotan sus innovaciones en el mercado (Henttonen et al., 2016; Hurmelinna-Laukkanen, 2009). La literatura clasifica los mecanismos de apropiación principalmente en dos grupos: i) mecanismos de protección de la propiedad intelectual (en adelante, IPR), también conocidos como mecanismos formales, entre los que se incluyen patentes, diseños industriales, registro de marcas y derechos de autor (Arundel, 2001; Laursen & Salter, 2014), y ii) mecanismos estratégicos o informales (Milesi et al., 2013), que incluyen la complejidad en el diseño del producto, *lead-time* y el secreto comercial (Cassiman & 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 semiformales*, 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 mecanismos formales conceden derechos sobre la propiedad intelectual y permiten su defensa ante casos de imitación (Henttonen et al., 2016); los estratégicos, por su parte, no implican directamente la creación de derechos legales ni sanciones, aunque intentan proteger la propiedad intelectual a través de acciones tales como plazos de entrega, ventajas del primer movimiento y 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 & 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 & Zobel, 2015; Laursen y Salter, 2014; Stefan & Bengtsson, 2016; Zobel et al., 2017; Zhang & Groen, 2021). Sin embargo, en la literatura se defienden perspectivas diversas respecto a los efectos que genera el uso de estos mecanismos sobre la posibilidad de cooperar.

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 y, por tanto, es más probable que las empresas participen en ellos (Graham & 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 (Henkel et al., 2014; Laursen & Salter, 2014; Arora et al., 2016). Sin embargo, el excesivo énfasis en estos mecanismos puede desalentar a los posibles socios, reduciendo los incentivos, el alcance o la efectividad de la colaboración en innovación (Laursen & Salter, 2014). La definición de reglas y trámites excesivos de los departamentos legales puede frenar el intercambio con externos y obstaculizar una posible cooperación (Alexy et al., 2009; Laursen & 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 & Salter, 2014) y 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 positivo de la apropiabilidad sobre la apertura disminuye. No obstante, estos estudios no diferencian el efecto que tiene cada tipo de mecanismos, formales y estratégicos, sobre la apertura.

Aquí defendemos 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 & 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 & Da Silva Ferreira, 2019; Freel &

Robson, 2017; Gama, 2019; Stefan & 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 semiformales influyen positivamente en la apertura de las empresas, mientras que para 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-Laukknen, 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:

H1.1. *Existe una relación positiva entre el uso de mecanismos formales y la probabilidad de cooperación.*

H1.2. *Existe una relación positiva entre el uso de mecanismos estratégicos y la probabilidad de cooperar.*

H1.3. *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 no I+D. Estas últimas incluyen, entre otras, la adquisición de tecnología en el mercado, los estudios de mercado, la capacitación o la introducción de TIC (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2018). Arbussà 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 compleja 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 la siguiente hipótesis:

H1.4. 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.

Tipos de cooperación y mecanismos de apropiación

El trabajo con agentes externos a la empresa implica riesgos diferenciados, relacionados tanto con el derrame de conocimiento como con la apropiación indebida del valor creado; de ahí que la influencia que tengan los diferentes mecanismos de apropiación sobre la probabilidad de 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 & Salter, 2014).

La cooperación vertical —con clientes 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 & 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 & 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; aunque estos autores encuentran influencia positiva de la estrategia de apropiación en la cooperación vertical, no diferencian entre tipos de mecanismos usados. Leiponen y Byma (2009) no encontraron relación alguna entre el uso de mecanismos estratégicos y la cooperación vertical. Por el contrario, para 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 vertical informal. A partir de lo anterior, se proponen las siguientes hipótesis:

H2.1. *Existe un efecto positivo de los mecanismos formales sobre la probabilidad de cooperar verticalmente.*

H2.2. *Existe un efecto positivo de los mecanismos estratégicos sobre la probabilidad de cooperar verticalmente.*

H2.3. *El efecto de los mecanismos estratégicos es mayor que el de los formales sobre la probabilidad de cooperar verticalmente.*

H2.4. *Cuando el objeto de cooperación es la I+D, ambos tipos de mecanismos tienen efecto positivo sobre la probabilidad de cooperar verticalmente, pero es mayor el efecto de los formales.*

En cuanto a la cooperación con organizaciones de conocimiento –universidades, centros de investigación, etc.–, aunque siendo una de las 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 & García-Quevedo, 2013). Esto se debe 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).

Sin embargo, en este tipo de cooperación es menos probable que se generen problemas de apropiación (Belderbos et al., 2014; Stefan & 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, se debe tener en cuenta que en esta cooperación existe el riesgo de que estas organizaciones trabajen actualmente o en el futuro con competidores, por lo que, 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, mientras que 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:

H3.1. *Existe un efecto positivo de los mecanismos formales sobre la probabilidad de establecer cooperación con organizaciones de conocimiento.*

H3.2. *Existe un efecto positivo de los mecanismos estratégicos sobre la probabilidad de establecer cooperación con organizaciones de conocimiento.*

H3.3. El efecto de los mecanismos estratégicos sobre la probabilidad de cooperar con organizaciones de conocimiento es mayor que el de los formales, independientemente de si la cooperación es para todas las ACTI o solo para I+D.

Metodología

Datos y muestra

En la realización de este trabajo se utilizan los datos provenientes de la IX Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica de Colombia (EDIT IX). Esta encuesta es aplicada por el Departamento Administrativo de Estadística (DANE) de Colombia a las empresas del sector manufacturero del país. Al combinarse la EDIT IX, correspondiente al período 2017-2018, con la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) de 2017, se identifica un total de 8.062 empresas, de las cuales 7.529 disponían de información (DANE, 2019).

De estas 7.529 empresas, solamente el 0,1% es innovador en sentido estricto (tienen por lo menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional); el 20,7% es innovador en sentido amplio (cuentan con al menos un bien o servicio, nuevo o mejorado, para el mercado nacional o para la empresa, o implementaron un proceso productivo, organizacional o de comercialización nuevo o mejorado); el 3,7% es potencialmente innovador (no obtuvieron ninguna innovación; sin embargo, indican haber realizado o tener en marcha algún proyecto de innovación); y el 75,4% de las empresas no es innovador (no tienen innovaciones, ni han intentado desarrollar algún proyecto de innovación) (Castillo-Molina & Gómez-Villamarín, 2021; DANE, 2019).

Teniendo en cuenta que estudios previos que investigan acerca de la relación entre IA abierta y cooperación tecnológica incluyen en sus trabajos solo las empresas innovadoras (Balderbos et al., 2004; Cassiman & Veugelers, 2002), dentro de la muestra de este estudio se incluyen las empresas clasificadas como innovadoras en sentido estricto, en sentido amplio y las potencialmente innovadoras, lo que representa un total de 1.850 empresas.

Variables incorporadas y modelo econométrico

La variable dependiente es la propensión de la empresa a cooperar con socios externos, al igual que trabajos previos similares (Guimón & Salazar-Elena, 2015; Miotti & Sachwald, 2003); como variable binaria, toma valor 1 cuando la empresa ha cooperado con alguno de los doce 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. Como variables dependientes también se usan la cooperación vertical (clientes y proveedores)

y la cooperación con organizaciones del conocimiento (universidades, CDT, CI, PT y CRP), igualmente con 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 siete mecanismos de propiedad intelectual —mecanismos formales—: i) patentes de invención, ii) modelos de utilidad, iii) derechos de autor, iv) registros de *software*, v) registros de diseños industriales, vi) registros de marcas y otros signos distintivos, y vii) certificados de variedades vegetales (Castillo-Molina, 2017); 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—: i) secretos industriales, ii) la alta complejidad en el diseño, iii) acuerdos de confidencialidad con otras empresas y iv) acuerdos de confidencialidad con empleados (Castillo-Molina, 2017), 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 define 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 (seis formales y cuatro estratégicos).

Como variables de control se incluyen las referidas en la literatura de IA y apropiación: el tamaño de la empresa (logaritmo del número de empleados), por ser un factor determinante de la cooperación (Cassiman & Veugelers, 2002); la intensidad de la inversión en ACTI, porque estudios previos confirman que empresas con mayor inversión pueden ser más abiertas a la cooperación (Freel & Robson, 2017); 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 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 1 contiene la denominación de las variables, su explicación y algunos estadísticos descriptivos básicos. En el análisis econométrico se usaron dos modelos. El primero es un *probit*, con una estructura conocida, y apropiado cuando la variable dependiente es discreta con solo dos opciones de respuesta: si la empresa coopera o no con actores externos. Se estima la probabilidad de un resultado positivo, es decir, que las empresas cooperen. 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 vertical y con organizaciones de conocimiento, el entorno común son las condiciones de la empresa que hacen que las elecciones no sean independientes.

Tabla 1.

Variables del modelo y descriptivos estadísticos (n = 1.850).

Variable	Descripción	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Coop_Gen	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 doce socios incluidos en la EDIT IX (sí = 1; no = 0).	0,35	0,48	0	1
Coop_I+D	Cooperación en I+D con alguno de los 12 socios que considera la EDIT IX (sí = 1; no = 0).	0,19	0,39	0	1
Coop_Vert	Cooperación en ACTI con clientes o proveedores (sí = 1; no = 0).	0,28	0,45	0	1
Coop_OCon	Cooperación en ACTI con universidades, CDT, CI, PT y CRP, (sí = 1; no = 0).	0,13	0,34	0	1
Coop_Vert_I+D	Cooperación en I+D con clientes o proveedores (sí = 1; no = 0).	0,13	0,33	0	1
Coop_OCon_I+D	Cooperación en I+D con universidades, CDT, CI, PT y CRP (sí = 1; no = 0).	0,08	0,27	0	1
Mc_Formales	Fracción de los mecanismos formales usados por la empresa, donde se incluyen patentes de modelos de utilidad, derechos de autor, registros de <i>software</i> , 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	0	1

Variable	Descripción	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Mc_Estratégicos	Fracción de los mecanismos estratégicos usados por la empresa, donde se incluyen secretos industriales, alta complejidad en el diseño, acuerdos de confidencialidad con otras empresas y acuerdos de confidencialidad con empleados. Se suma el número total de mecanismos estratégicos y se divide entre 4 (total de mecanismos formales disponibles).	0,19	0,22	0	1
Tamaño	Tamaño de la empresa medido como el logaritmo natural del número de empleados	4,53	1.34	1.10	8.35
Int_ACTI	Gasto en ACTI/Ventas	0,02	0,03	0,00	0,50
Finan_Pub	Si la empresa ha recibido financiación pública en el periodo 2017-2018 (sí = 1; no = 0).	0,05	0,22	0	1
Alta_Tec	Pertenece a un sector de alta tecnología (sí = 1; no = 0).	0,01	0,07	0	1
Malta_Tec	Pertenece a un sector de media alta tecnología (sí = 1; no = 0).	0,28	0,45	0	1
Mbaja_Tec	Pertenece a un sector de media baja tecnología (sí = 1; no = 0).	0,21	0,41	0	1

Fuente: elaboración propia.

La matriz de correlación, expuesta en la tabla 2, 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 diez, recomendado en la literatura.

Tabla 2.

Matriz de correlación.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Coop_Gen													
Coop_I+D	0,66												
Coop_Vert	0,84	0,56											

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Coop_OCon	0,52	0,56	0,39										
Coop_Vert_I+D	0,39	0,59	0,27	0,75									
Coop_OCon_I+D	0,52	0,78	0,62	0,36	0,34								
Mc_Formales	0,15	0,20	0,15	0,19	0,20	0,17							
Mc_Estratégicos	0,23	0,21	0,18	0,21	0,19	0,16	0,27						
Tamaño	0,19	0,22	0,15	0,21	0,21	0,16	0,31	0,25					
Int_ACTI	0,15	0,12	0,13	0,11	0,10	0,08	-0,02	0,07	0,02				
Finan_Pub	0,12	0,17	0,09	0,14	0,15	0,12	0,05	0,10	0,08	0,17			
Alta_Tec	0,02	0,02	-0,01	-0,01	-0,02	-0,01	0,04	0,04	-0,04	0,04	0,02		
Malta_Tec	0,10	0,13	0,10	0,09	0,09	0,08	0,14	0,12	0,01	0,03	0,08	-0,05	
Mbaja_Tec	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

Fuente: elaboración propia.

Resultados

El 35% de las empresas de la muestra 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 vertical supera en más del 50% a la que se establece con organizaciones de conocimiento, 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, mientras que el 74,9%, algún mecanismo estratégico. Estos resultados están en línea con estudios previos en los que es mayor el uso de mecanismos estratégicos que formales, 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 Milesi et al. (2013) encontraron que el uso de mecanismos estratégicos superaba en casi un 20% el uso de mecanismos formales.

En la tabla 3, las estimaciones del modelo 1 analizan la influencia de los mecanismos de apropiación en la cooperación de cualquier ACTI, y el modelo 2 evalúa la cooperación en I+D exclusivamente.

Tabla 3.

Efectos de la estrategia de apropiación sobre la cooperación (efectos marginales)

	M1	M2	M3		M4	
	Coop_Gen	Coop_I+D	Coop_Vert	Coop_OCon	Coop_Vert_I+D	Coop_OCon_I+D
Mc_Formales	0,26* (0,10)	0,36*** (0,08)	0,29** (0,10)	0,28*** (0,06)	0,30*** (0,07)	0,25*** (0,05)
Mc_Estratégicos	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_Emp	0,05*** (0,01)	0,05*** (0,01)	0,03*** (0,01)	0,04*** (0,01)	0,02*** (0,01)	0,03*** (0,00)
Int_ACTI	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)
Alta_Tec	0,12 (0,14)	0,10 (0,11)	-0,12 (0,15)	-0,04 (0,11)	-0,03 (0,11)	-0,61 (1,070,2)
Malta_Tec	0,10*** (0,02)	0,09*** (0,02)	0,07** (0,02)	0,07*** (0,02)	0,04* (0,02)	0,05*** (0,01)
Mbaja_Tec	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	
LogLikelihood	-1.103,96	-793,31	-1.553,26		-1.016,73	
LR chi2(8)	194,36	228,26				
Wald chi2(16)			235,36		215,70	
Prob > chi²	0,00	0,00	0,00		0,00	
Pseudo R2	0,081	0,126				
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 del M1 y M2 fueron hechas con *probit*; las de M3 y M4, con *biprobit*.

Fuente: elaboración propia.

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 H1.1 y H1.2.

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 también confirman la hipótesis H1.3. 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 H1.4.

Para analizar el comportamiento de la relación entre la IA y la estrategia de apropiación, dependiendo del tipo de socio y del objetivo de la cooperación, los modelos 3 y 4 evalúan la cooperación vertical y con organizaciones de conocimiento. 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 vertical. Estos resultados difieren de Stefan y Bengtsson (2016), para quienes es significativo y positivo el efecto de los mecanismos informales, pero no el de los formales, sobre este tipo de cooperación; sin embargo, están en línea con los de Cassiman y Veugelers (2002), quienes encuentran que la estrategia de apropiación influye positivamente la cooperación vertical. Teniendo en cuenta estos resultados, se confirman las hipótesis H2.1 y H2.2.

El efecto de los mecanismos formales es mayor que el de los estratégicos sobre la probabilidad de realizar cooperación vertical ($0,29 > 0,24$). 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 H2.3 y a aceptar la H2.4. 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 o proveedores, más cuando es en I+D; no obstante, difieren en parte de los de Stefan y Bengtsson (2016), quienes no encuentran significatividad de los mecanismos formales sobre la cooperación vertical.

Con respecto a la cooperación con organizaciones de conocimiento, 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 y H3.2. Estos son contrarios a los de Cassiman y Veugelers (2002), para quien la estrategia de apropiabilidad no tiene efecto en la decisión de cooperar con estas organizaciones, pero coincidentes con Stefan y Bengtsson (2016), quienes encuentran significancia de ambos tipos de mecanismos.

De acuerdo con los resultados del modelo 3, el efecto de los mecanismos formales sobre la cooperación con organizaciones de conocimiento 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 H3.3, porque era esperable que la cooperación con organizaciones de conocimiento 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), quienes encontraron un mayor efecto de los mecanismos semiformales.

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.

Los resultados de la tabla 4 muestran que el número de innovaciones es positivo y significativo, y no lo es la productividad laboral; estos resultados coinciden 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 4.

Efectos de la estrategia de apropiación sobre la cooperación (efectos marginales): robustez de los resultados.

	M1	M2	M3	M4		
	Coop_Gen	Coop_I+D	Coop_Vert	Coop_Ocon	Coop_Vert_ I+D	Coop_OCon_ I+D
Mc_Formales	0,29* (0,13)	0,37*** (0,11)	0,32* (0,13)	0,30*** (0,09)	0,29** (0,10)	0,28*** (0,07)

	M1	M2	M3		M4	
	Coop_Gen	Coop_I+D	Coop_Vert	Coop_Ocon	Coop_Vert_I+D	Coop_OCon_I+D
Mc_Estratégicos	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_Emp	0,04** (0,01)	0,04*** (0,01)	0,03* (0,01)	0,03*** (0,01)	0,02* (0,01)	0,03*** (0,01)
Int_ACTI	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)
Alta_Tec	0,13 (0,15)	0,16 (0,12)	-0,18 (0,18)	-0,92 (364,24)	0,01 (0,12)	-0,69 (1,554)
Malta_Tec	0,09** (0,03)	0,08** (0,03)	0,07* (0,03)	0,07** (0,02)	0,03 (0,02)	0,04* (0,02)
Mbaja_Tec	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	
LL	-642,12	-493,04	-948,60		-664,75	
LR $\chi^2(10)$	170,18	191,9				
Wald $\chi^2(16)$			186,80		174,3	
Prob > χ^2	0,00	0,00	0,00		0	
Pseudo R2	0,117	0,1629				
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 del M1 y M2 fueron hechas con *probit*; las de M3 y M4, con *biprobit*.

Fuente: elaboración propia.

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 teóricas a esta línea de investigación. En primer

lugar, el estudio encuentra que, para 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 & Veugelers, 2002; Laursen & Salter, 2014; Stefan & 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 claves. Sin embargo, esta es solo la evidencia respectiva a un país, por lo que se requiere 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 & 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 las actividades de ciencia, tecnología e innovación como de los tipos de 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 formales; además, estas diferencias están condicionadas por el 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 & Robson, 2017; Stefan & Bengtsson, 2016; Miozzo et al., 2016).

Teniendo en cuenta las características de las economías emergentes que se han mencionado anteriormente, se esperaba 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 viene a ser controvertidos con 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 & Robson, 2017; Stefan & Bentson, 2016).

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

Es especialmente interesante el caso de la cooperación con organizaciones de conocimiento pues, según estudios anteriores, 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 que trabajan al mismo tiempo.

Asimismo, entre las aportaciones teóricas está la confirmación acerca de que el tamaño de los efectos de diferentes tipos de mecanismos depende también del objetivo de la cooperación. Estos resultados confirman la hipótesis de que, ante el 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 tendrán un mayor efecto sobre la probabilidad de que la empresa establezca este tipo de cooperación, independientemente 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 & Torres Aranibar, 2019; Guerrero & Urbano, 2017). Esto es especialmente relevante en los países emergentes en los que los obstáculos para la creación y difusión de las innovaciones son más complejos (Zanella 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 por 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 muy importante para el diseño de la estrategia empresarial. Esto podría facilitar a los responsables empresariales los elementos necesarios para definir una estrategia de apropiación acorde con sus objetivos y sus capacidades, lo que los preparará para asumir la apertura de sus procesos de innovación con todos los beneficios y desafíos que esto conlleva.

La apertura y la apropiación son dos estrategias que van de la mano (Laursen & Salter, 2014). Así, con los resultados de este estudio es posible obtener algunas implicaciones importantes para la creación y aplicación de políticas públicas de innovación que tengan en cuenta la importancia de estos dos factores (Castillo-Molina, 2017) y su coexistencia. 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 los procesos de innovación de las empresas es una decisión compleja en la que intervienen factores tanto internos como externos. De este modo, las políticas que busquen promover la innovación abierta deben 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 pymes, las cuales tienen más limitaciones de recursos para llevar a cabo I+D internos, 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 observación del 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, sí pueden diferir las razones que están detrás de esta en estos países 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-Laukkonen, 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.

Conclusiones

En los últimos años, la relación entre IA y estrategia de apropiación ha cobrado mucho interés, no solo en el ámbito de la investigación académica, sino también en los campos de la gerencia y de la política pública. Esto se debe a que, dados los beneficios de este tipo de innovación, se ha generalizado la tendencia a promoverla en diferentes escenarios. Sin embargo, se mantiene también la preocupación de cómo gestionar los desafíos que esta representa, entre los que se incluyen la apropiación del valor creado en las alianzas para innovar (Castillo-Molina, 2017). A pesar de la importancia de esta relación, su estudio ha estado centrado principalmente en las economías desarrolladas. Esto justifica que esta investigación permita profundizar en la comprensión de esta relación en el contexto de las economías emergentes, 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 permite 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 conocimiento, 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 estén más dispuestas 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 solo la innovación abierta entrante, porque la EDIT no cuenta con información que permita medir los flujos de conocimiento salientes; de ahí que la información para construir la variable dependiente no permita diferenciar con total certeza la dirección de los flujos de conocimiento que hay en los acuerdos de cooperación, por lo que se asimila la variable *cooperación* como una de las estrategias de innovación abierta entrante, tal y como lo hacen estudios previos en esta línea. En segundo lugar, tampoco ha sido posible medir 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. Cabe entender estas limitaciones como posibles avenidas para futuras líneas de 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.

Declaración de conflicto de interés

Los autores no manifiestan conflictos de intereses institucionales ni personales.

Referencias bibliográficas

Albis, N., Álvarez, 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(4), 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? MIT Sloan Management Review, 51(1), 71-77. <http://sloanreview.mit.edu/article/does-ip-strategy-have-to-cripple-open-innovation/>
- Arbussà, 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 opportunities 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(3-4), 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., Dueñas Esterling, 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 Administración*, 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*, 37(6), 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. <https://doi.org/10.1257/00028280260344704>
- Castillo-Molina, Y. Y. (2017). Innovación abierta y apropiabilidad: estudio sobre las implicaciones de la “paradoja de la apertura” en el sector manufacturero de Colombia [Working Paper No 2017/30]. Cátedra UAM-Accenture. <https://www.catedrauamaccenture.com/uam-accenture-working-papers/>
- Castillo-Molina, Y. Y., & Gómez-Villamarín, C. A. (2021). Efectos de la cooperación tecnológica sobre la actividad innovadora del sector manufacturero de Colombia. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 11(3), 479-492. <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n3.2021.13345>
- 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(1), 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. https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2008.00309_1.x
- Chesbrough, H., & Bogers, M. (2014). Explicating open innovation: Clarifying an emerging paradigm for understanding innovation. En H. Chesbrough, W. Vanhaverbek, & J. West (Eds.), *New frontiers in open innovation* (pp. 3-28). Disponible en SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2427233>
- 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? *Research Policy*, 39(6), 699-709. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.013>
- De Fuentes, C., & Dutrénit, G. (2016). Geographic proximity and university–industry interaction: The case of Mexico. *Journal of Technology Transfer*, 41(2), 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 Management*, 23(4), 1950032. <https://doi.org/10.1142/S1363919619500324>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2019, noviembre 27). *Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica. Industria Manufacturera - EDIT IX. 2017 - 2018* [Boletín técnico]. DANE. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/boletin_EDIT_manufacturera_2017_2018.pdf
- 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., Laureiro-Martinez, D., & Marín, A. (2011). Innovation patterns and intellectual property in SMEs of a developing country. *Innovar*, 21(42), 113-127. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/70736>
- 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(1), 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. En H. Chesbrough, W. Vanhaverbeke, & J. West (Eds.), *Open innovation: Researching a new paradigm* (pp. 184-204). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2008.00502.x>
- 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). 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 & 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&D Management*, 46(S1), 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 of Technology Management*, 45(3-4), 282-290. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2009.022653>
- James, S. D., Leiblein, M. J., & Lu, S. (2013). How firms capture value from their innovations. *Journal of Management*, 39(5), 1123-1155. <https://doi.org/10.1177/0149206313488211>
- Juliao Rossi, J. L., Barrios Aguirre, F., Schmutzler, J., & Sánchez Manchola, I. D. (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>
- Keupp, M. M., Beckenbauer, A., & Gassmann, O. (2009). How managers protect intellectual property rights in China using de facto strategies. *R&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. DOI: [10.1257/000282802320189294](https://doi.org/10.1257/000282802320189294)

- Louma, T., Paasi, J., & Valkokari, K. (2010). Intellectual property in inter-organisational relationships - Findings from an interview study. *International Journal of Innovation Management*, 14(3), 399-414. <https://doi.org/10.1142/S1363919610002702>
- Manzini, R., & Lazzarotti, V. (2016). Intellectual property protection mechanisms in collaborative new product development. *R&D Management*, 46(S2), 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. <https://doi.org/10.1080/19761597.2011.630502>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]. (2018). Oslo Manual2018.: *Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation* (4.^a ed.). OECD; Eurostat. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
- 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 Administración*, 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(6), 285-305. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(86\)90027-2](https://doi.org/10.1016/0048-7333(86)90027-2)

- 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&D Management*, 46(S3), 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 & 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, 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, 44-54.
<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2016.10.001>