

# Determinantes de innovaciones tecnológicas pioneras en la industria manufacturera brasileña

Juliana Brito de Oliveira, Elaine Aparecida Fernandes y Jandresson Dias Pires

Recibido: 23/03/2022  
Aceptado: 25/07/2024

## Resumen

La capacidad de innovar impulsa la competitividad y el desarrollo económico. Desde esta perspectiva, este estudio busca comprender, para la industria manufacturera brasileña, la interrelación entre la innovación y sus determinantes en el trienio 2015-2017. A partir de los datos de la Encuesta de Innovación Tecnológica (PINTEC) de 2017, se estimó un modelo lineal generalizado con respuesta binomial negativa. Los resultados mostraron que las variables capacitación tecnológica y gastos en actividades innovadoras fueron determinantes y se relacionan positivamente con el número de empresas que innovaron. Por el contrario, el financiamiento o las fuentes de apoyo a la innovación, el tamaño de la empresa y los riesgos económicos no mostraron significancia en el análisis. Finalmente, el apoyo financiero del gobierno no muestra efectos significativos sobre la innovación, lo que cuestiona su eficiencia. De hecho, cayó un 26,2% en el trienio, lo que podría estar incidiendo en la debilidad de las actividades innovadoras.

## Palabras clave

Empresas industriales, desarrollo industrial, innovaciones tecnológicas, medición, estadísticas industriales, metodología estadística, política industrial, Brasil

## Clasificación JEL

O14; O25; O33

## Autores

Juliana Brito de Oliveira es Magíster en Economía por la Universidad Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais (Brasil). Correo electrónico: juliana.brito93@outlook.com.

Elaine Aparecida Fernandes es Profesora del Departamento de Economía de la Universidad Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais (Brasil). Correo electrónico: eafernandes@ufv.br.

Jandresson Dias Pires es Profesor del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Bahía (IFBA), Campus Brumado, Brumado, Bahía (Brasil). Correo electrónico: jandresson.pires@ifba.edu.br.

## I. Introducción

Debido a la globalización y a la existencia de mercados cada vez más competitivos, es imprescindible que las organizaciones públicas y privadas inviertan en productos y procesos innovadores. La capacidad de desarrollar innovaciones impulsa el desarrollo económico, y los países que más han progresado en el proceso de innovación también son los que han invertido y continúan invirtiendo en investigación y desarrollo.

Como resultado, las economías de renta alta ocupan los primeros puestos del índice mundial de innovación del Instituto Europeo de Administración de Empresas (INSEAD). Suiza, por ejemplo, lidera la clasificación desde 2000. El Brasil, por su parte, ocupó el puesto 57 entre las 132 economías analizadas en 2021 y, entre las economías de América Latina y el Caribe, se encuentra en cuarto lugar, detrás de Chile (53), México (55) y Costa Rica (56)<sup>1</sup>. Este escenario muestra que la economía brasileña enfrenta muchos retos que es preciso atender. Problemas como la pobreza, la salud y la calidad de la educación, entre otros, son recurrentes en un país desigual como el Brasil, y plantean obstáculos para el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Ante la desigualdad y los problemas que genera, sumados a la magnitud de la crisis provocada por la pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19), la aversión al riesgo puede aumentar considerablemente y, en consecuencia, los países y las empresas tendrán más dificultades para atraer inversiones y promover la innovación. En este contexto, innovar no es una tarea fácil y exige un gran esfuerzo por parte de las instituciones públicas y privadas. Es precisamente por estas dificultades, sin embargo, que el país debe promover cada vez más el desarrollo científico y tecnológico. Al permitir un uso más eficiente de los recursos, la innovación puede ayudar a reducir los problemas que enfrenta el Brasil. Este escenario motivó la realización del presente estudio, ya que, al determinar cuáles son los factores que más inciden en las actividades innovadoras en la industria brasileña, se podrá ayudar a los agentes públicos y privados a diseñar políticas que promuevan actividades relacionadas con la innovación.

Para el análisis se eligió la industria manufacturera por su gran alcance e importancia para la economía brasileña. En la actualidad, esta industria representa el 11,2% del PIB, el 65,1% de la inversión empresarial en investigación y desarrollo, el 46,2% de las exportaciones brasileñas de bienes y servicios, y el 24,1% de la recaudación de impuestos federales (Confederación Nacional de la Industria, 2024). Sin embargo, es importante señalar que, al igual que en otros países, esta industria ha ido perdiendo participación en el PIB. Además de ver reducida su participación en el PIB, la industria brasileña ha caído 10 posiciones en la clasificación del índice de rendimiento industrial competitivo de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), al bajar del puesto 32 al 42 en el período 2010-2019 (Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial [ONUUDI], 2025). Este índice registra la capacidad de los países para producir y exportar productos manufacturados, el grado de intensificación y actualización tecnológica, y su impacto en los mercados mundiales. El resultado presentado por la economía brasileña muestra que está lejos de la frontera tecnológica.

Aunque el Brasil ha presentado valores por debajo de lo esperado en los índices de innovación y de rendimiento industrial competitivo, un estudio de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE, 2020) muestra que, en un entorno con nuevas tecnologías digitales —como Internet de las cosas y los macrodatos—, el país tiene un gran potencial, aún sin explotar, para estas tecnologías. La industria manufacturera puede lograr ganancias en productividad y eficiencia, además de una reducción de costos y una mayor sostenibilidad, siempre que se tengan en cuenta problemas como la complejidad del sistema tributario y el acceso limitado al crédito por parte de las pequeñas empresas con alto potencial innovador.

<sup>1</sup> Véanse más detalles sobre el índice mundial de innovación de 2021 en Dutta et al. (2022).

Pese a los diferentes objetos de investigación, los estudios se han orientado a descubrir datos que expliquen la relación entre la innovación y sus determinantes para el sector industrial brasileño. De este modo, la innovación tiende a estar más presente en las empresas que realizan mayores esfuerzos para innovar, como las inversiones en investigación y desarrollo, que cuentan con un mayor número de empleados cualificados, con títulos universitarios y de posgrado, y que reciben mayores incentivos gubernamentales. En la literatura empírica internacional, los estudios realizados en los últimos años relacionan las características de las empresas y la innovación y señalan que las inversiones realizadas en investigación y desarrollo, la experiencia exportadora, los subsidios gubernamentales y las menores barreras a la innovación se relacionan con el acto de innovar. Estos estudios se presentan en la sección II.

Aunque existe una vasta bibliografía que aborda el tema, el indicador de innovación considerado en este trabajo se refiere a las innovaciones que no existían en el mercado nacional. Este indicador se considera innovador, ya que solo incorpora innovaciones genuinas (pioneras) y no incluye innovaciones de productos o procesos nuevos para la empresa, pero que ya existen en el mercado nacional. Además, cabe destacar que no se encontró en revistas especializadas ningún trabajo que utilizara la información de la PINTEC de 2017.

En este sentido, el objetivo general del presente estudio es analizar, para la industria manufacturera brasileña, la interrelación entre la innovación y sus determinantes en el trienio 2015-2017. Específicamente, se busca verificar y analizar el efecto de las variables personal ocupado, capacidad tecnológica, apoyo del gobierno, gasto y riesgo económico sobre las actividades innovadoras orientadas al mercado nacional.

Se espera que la capacidad tecnológica, la inversión en investigación y desarrollo, el tamaño de la empresa y el apoyo del gobierno se correlacionen positivamente con el número de empresas por sector que realizaron innovaciones de productos o procesos. Por el contrario, se espera que la variable riesgo económico se correlacione negativamente.

El artículo se estructura en cuatro secciones además de esta introducción. En la sección II se presentan los aspectos empíricos y teóricos de la relación entre la innovación y sus determinantes. En la sección III se expone la metodología. En la sección IV se presentan y discuten los resultados, y, por último, en la sección V se presentan las principales conclusiones del estudio.

## II. Aspectos teóricos y empíricos de la innovación y sus determinantes

### 1. Aspectos teóricos

En su libro *A teoria do desenvolvimento econômico*, Schumpeter define por primera vez la innovación como el principal elemento de la dinámica capitalista, es decir, el principal mecanismo por el que se desarrolla el capitalismo. En ese contexto, el autor presenta el concepto de “emprendedor”, que sería el agente responsable de llevar la innovación a la industria. El empresario schumpeteriano tiene la función de cambiar y revolucionar el modelo vigente mediante la explotación de una invención o una nueva tecnología (Schumpeter, 1985).

Según Schumpeter (1984), tanto las revoluciones industriales como las tecnológicas favorecieron el surgimiento incesante de nuevos productos, procesos y formas de organización. De este modo, la innovación es capaz de producir un cambio industrial continuo que revoluciona

la estructura económica y, con ello, se vuelve esencial para su desarrollo. Para el autor, se innova continuamente para lograr alguna ventaja estratégica, partiendo de dos puntos: los beneficios del monopolio y la destrucción creativa.

Para Schumpeter, los beneficios del monopolio son el resultado del proceso de competencia y representan las ganancias obtenidas a través de la innovación hasta que otros la copian. La destrucción creativa, por su parte, significa que, al comienzo, las empresas producen nuevos productos o el mismo producto con procesos diferentes, y, cuando los competidores los copian, se llevan a cabo nuevas ideas, se generan nuevos procesos y el empresario promueve más innovación.

Otra idea schumpeteriana importante es la que supone que las grandes empresas contribuyen con una proporción relativamente grande a la generación de avances tecnológicos (Schumpeter, 1985). La explicación es que las empresas más grandes tienen una mayor dilución de los costos fijos de la innovación, ventajas de escala en el proceso de investigación y desarrollo, más disponibilidad de recursos internos y mayor complementariedad entre el proceso de investigación y desarrollo y los otros procesos. Sin embargo, estudios posteriores, que cuestionaron esta hipótesis, demostraron que no se puede establecer una relación entre el tamaño de la empresa y la intensidad de las inversiones en investigación y desarrollo. Esto se debe a que lo que hay que observar es el tipo de industria que se está analizando (Cohen y Levin, 1989).

Al analizar la dinámica de las empresas, Nelson y Winter (1996) también adoptaron la idea de que la rutina se complementa con las nociones de selección y búsqueda<sup>2</sup>. La rutina estaría en la base del comportamiento de los agentes y las organizaciones, que innovan para sobrevivir mediante reglas y patrones de comportamiento, lo que constituye una de las premisas básicas del enfoque neoschumpeteriano (Nelson y Winter, 1996). Según los autores, el camino del progreso técnico se vuelve endógeno y es el fruto de las soluciones encontradas a los problemas cotidianos. En el mismo sentido de la analogía evolutiva propuesta por estos autores, Possas (2008) afirma que el progreso técnico se introduce a partir de las nociones básicas de búsqueda de innovaciones, precedidas por las empresas mediante estrategias, y de selección de los resultados económicos a través del mercado y otras instituciones, como centros de investigación y universidades.

Otro concepto fundamental del aspecto evolucionista se refiere a los comportamientos de búsqueda, que designan procesos asociados al riesgo (Rissardi et al., 2009). Por lo tanto, si las rutinas de búsqueda —materializadas en actividades de investigación y desarrollo— se ven permeadas por algún tipo de incertidumbre, la innovación se convertirá en un proceso guiado por una heurística de búsqueda basada en experiencias previas, éxitos o fracasos (Corazza y Fracalanza, 2004).

Al destacar el papel de las rutinas de comportamiento, Nelson y Winter (1996) lograron otros avances teóricos con la introducción del concepto de “trayectorias naturales”, que tienen una gran influencia en la evolución de la tecnología. De este modo, los autores rompen con los supuestos metodológicos neoclásicos de equilibrio, que se reemplazan por la noción más general de trayectoria, y de racionalidad maximizadora, que se sustituye con el concepto de racionalidad limitada o procedimental.

Rosenberg (1983) considera las innovaciones tecnológicas como un proceso de aprendizaje. En la literatura económica, este concepto se asocia a un proceso acumulativo, que permite a las empresas perfeccionar sus conocimientos y mejorar sus habilidades para desarrollar, producir y comercializar bienes y servicios (Rissardi, et al., 2009).

<sup>2</sup> La selección se refiere a la competencia que, a lo largo del tiempo, elige las mejores rutinas (estratégicas y operativas), que generan un proceso de diferenciación entre las empresas en lo que respecta a los resultados obtenidos en el mercado. Cuando las condiciones de competencia ya no se ajustan a las estrategias adoptadas por las empresas o a su puesta en práctica, estas emprenden un proceso de búsqueda de nuevas rutinas, que designan procesos asociados al riesgo (Rissardi et al., 2009).

Este argumento, según Rosenberg (1969, 1983), se opone a determinados supuestos neoclásicos, ya que las incertidumbres están en el centro de las actividades innovadoras para poder comprender la naturaleza de las innovaciones. Los resultados del proceso de cambio tecnológico suponen relaciones complejas, que no se conocen *ex ante*, y su tasa de adhesión o su dirección están vinculadas a las expectativas sobre el futuro del aprendizaje tecnológico. Por último, el autor destaca que el nivel de aprendizaje también incide directamente en el rumbo del cambio tecnológico.

En este sentido, según Rosenberg (1983), la capacidad de innovación de las empresas se relaciona a través de la investigación y el desarrollo, del aprendizaje mediante la acción, el aprendizaje mediante el uso y el aprendizaje mediante la interacción. De este modo, se puede verificar la posibilidad de dividir el proceso de innovación en dos momentos: generación y difusión. Además, la acumulación de estas tres competencias y los activos tecnológicos adquieren el tipo y la intensidad de la innovación y propician la evolución de las trayectorias de la empresa, ya que el aprendizaje puede contener la llave para mejorar la productividad de las industrias de alta tecnología.

Según Freeman (1974) y Freeman et al. (1982), es fundamental analizar las estrategias tecnológicas a las que están sujetas las empresas en el proceso de innovación. Los autores definieron este proceso como un proceso interactivo, en el que la empresa, además de adquirir conocimientos a través de sus propias experiencias, desarrollo y producción, aprende constantemente de sus relaciones con diversas fuentes externas. Por lo tanto, el papel del conocimiento científico destacado por Freeman no es exógeno al proceso innovador, sino que está cada vez más presente en esa interacción entre la ciencia y la tecnología.

Las estrategias tecnológicas definidas por Freeman et al. (1982) varían de una empresa a otra y se presentan en forma ofensiva, defensiva, imitativa, dependiente, tradicional y oportunista. La estrategia ofensiva es característica de las empresas que buscan el liderazgo técnico del mercado, cuyos procesos internos de investigación y desarrollo son fuertes y tienen importancia en la búsqueda de información disponible en la investigación básica. De manera similar, en la estrategia defensiva, las empresas no optan por lanzar un nuevo producto al mercado, sino por perfeccionar las innovaciones ya introducidas, y se caracterizan por ser reacias al riesgo; sin embargo, también son intensivas en investigación y desarrollo.

Las empresas que optan por utilizar estrategias imitativas no buscan alcanzar el liderazgo tecnológico del mercado y presentan actividades de investigación y desarrollo limitadas, restringiéndose a esfuerzos de adaptación a las condiciones locales y a la optimización del proceso productivo. En la estrategia dependiente, a diferencia de las demás, las empresas no realizan actividades de investigación y desarrollo, ya que existe una dependencia económica e institucional con respecto a las demás. Sus recursos, por tanto, se destinan a la producción y la comercialización.

Por último, ni en la estrategia tradicional ni en la estrategia oportunista se llevan a cabo actividades de investigación y desarrollo. En la tradicional, los productos de las empresas no se modifican, ya que la competencia no estimula la innovación, lo que se aproxima a una estructura de competencia perfecta u oligopolística. Por su parte, las empresas que adoptan estrategias oportunistas se orientan a ocupar un nicho de mercado asociado a conocimientos específicos de productos para determinados clientes.

El proceso de innovación puede establecerse mediante la interrelación entre las empresas y las alternativas de un paradigma tecnológico. Dosi (1982) se refiere al concepto de “paradigmas tecnológicos” en un intento de explicar los determinantes, los procedimientos y las direcciones del cambio tecnológico, así como sus efectos sobre el rendimiento industrial y el cambio estructural de las organizaciones.

Según Dosi et al. (1990, p. 84), el paradigma tecnológico puede definirse como un modelo de resolución de problemas seleccionados, basado en principios sumamente seleccionados derivados del conocimiento y la experiencia anteriores. De este modo, los paradigmas tecnológicos definen las oportunidades para innovaciones posteriores y, al mismo tiempo, los procedimientos básicos que permiten su explotación. A partir de este contexto, Dosi (1984), al analizar en detalle el mecanismo que vincula el cambio tecnológico al sistema socioeconómico, establece el concepto de “trayectorias tecnológicas”.

Este concepto, por lo tanto, resulta interesante en el análisis empírico de las organizaciones, ya que señala la dirección tomada por el progreso técnico. Según Cardôso (2003, p. 64), la trayectoria tecnológica corresponde a la acción del progreso tecnológico incluido en un paradigma tecnológico dado, es decir, es la forma o el modelo “normal” de formular y buscar soluciones para problemas específicos.

Los diferentes grados de competencia tecnológica entre las empresas se deben a sus características específicas y dependen de los cambios en sus trayectorias tecnológicas. Por lo tanto, los cambios en los paradigmas, junto con el desarrollo a lo largo de las trayectorias tecnológicas, son responsables de las oportunidades que las empresas pueden aprovechar en la búsqueda de beneficios (Tigre, 2005).

## 2. Análisis empírico sobre la relación entre la innovación y sus determinantes

Al incorporar el enfoque evolutivo de las innovaciones en los análisis, muchos estudios empíricos se han centrado en identificar cuáles fueron las características y los factores organizativos, institucionales y económicos considerados determinantes para la innovación tecnológica (De Marchi, 2012). Características como los flujos de información y conocimiento, las capacidades tecnológicas y de absorción interna, las características sectoriales, el comportamiento innovador de las empresas y las condiciones de financiamiento, entre otras, comenzaron a añadirse a los estudios (Veugelers, 2012).

Al enfatizar este tema en las últimas décadas y abarcar diversas metodologías e indicadores, los resultados obtenidos hicieron que esta investigación se volviera aún más relevante.

La elaboración del presente estudio, por lo tanto, además de basarse en la literatura teórica mencionada anteriormente, también pone de relieve los aspectos empíricos nacionales e internacionales sobre los determinantes de las innovaciones tecnológicas en las actividades de la industria manufacturera.

En cuanto a la literatura nacional, Quadros et al. (2000) condicionan el comportamiento de las innovaciones tecnológicas en la industria a cuatro variables: sector, sistema técnico de producción, tamaño de la empresa y origen del capital. A partir de los datos recopilados por la Encuesta de Actividad Económica de São Paulo, los autores concluyeron que las empresas paulistas más grandes presentaron un rendimiento tecnológico significativamente mayor que el grupo de pequeñas y medianas empresas (pymes).

Por medio de los datos de la PINTEC de 2000, Kannebley et al. (2004) mostraron que, entre las principales características que incidían en la probabilidad de que las empresas innoven, las más relevantes eran la orientación exportadora y el tamaño de la empresa (medido en número de empleados). Para los autores, esta última variable aumenta más que proporcionalmente la probabilidad de innovación en la industria manufacturera. Cabe destacar que las principales características encontradas en el trabajo de Kannebley et al. (2004) también se encuentran en los estudios de Póvoa y Monsueto (2011), Mohamed (2018) y De Freitas (2019).

En relación con la variable gastos en actividades innovadoras (esfuerzo de innovación), los estudios de Carrara y Ferreira (2020) mostraron que es válida la proposición de que la cantidad de empresas que invierten en actividades innovadoras influye positivamente en el rendimiento de la industria manufacturera brasileña. Estos resultados se repiten cuando se aplican individualmente y a todas las regiones del Brasil a lo largo del tiempo.

De este modo, la inversión en investigación y desarrollo, infraestructura y tecnología constituye una alternativa posible para los países en desarrollo que quieren acelerar su trayectoria de crecimiento. El trabajo de Scherrer Mendes et al. (2020) constató que para reducir la brecha tecnológica es preciso modificar la estructura productiva y aumentar la productividad mediante la endogeneización del progreso tecnológico. Por medio de un análisis multinivel con datos de la PINTEC (2008, 2011, 2014), los autores también mostraron que cuanto mayores son los gastos en investigación y desarrollo, maquinaria y equipos y formación, mayor es la probabilidad de que las empresas innoven.

Vinculados a la gran competitividad que existe en la actualidad, los costos de la innovación se vuelven relevantes para la toma de decisiones de las empresas, ya que pueden considerarse una de las barreras para el proceso innovador (Silva y Dacorso, 2014). El informe de la PINTEC de 2014 señaló que, en la industria manufacturera, los altos costos se consideraron los principales obstáculos para innovar y ocuparon el primer lugar en la clasificación de importancia en relación con las ediciones de 2008 y 2011. En consonancia con el informe de la PINTEC de 2014, el análisis de los costos de la innovación en la industria manufacturera brasileña realizado por Silva y Dacorso (2014) mostró que la mayoría de los sectores de dicha industria consideraban alto o medio el grado de importancia del impacto de los costos en las actividades innovadoras. Kühl y da Cunha (2013) también muestran que estos costos constituyen uno de los principales obstáculos económicos y barreras para la innovación.

La capacidad tecnológica es de suma importancia. Cohen y Levin (1989) definen la capacidad tecnológica como la habilidad de reconocer el valor de un nuevo conocimiento, asimilarlo y aplicarlo con fines comerciales. Al tener una vinculación directa con las actividades de investigación y desarrollo que permiten la generación de nuevos productos o procesos, la capacidad tecnológica se vuelve indispensable para la innovación (Patel y Pavitt, 1994).

De Negri (2006), al analizar los determinantes de la innovación y la capacidad de absorción de las empresas brasileñas a partir de los datos de la PINTEC (2000 y 2003), mostró que las características relacionadas con la mano de obra de las empresas, como el nivel educativo y la diversidad de formación, tienen gran influencia en la innovación tecnológica. Mohamed (2018) también encontró resultados similares al analizar, para la industria manufacturera brasileña, los factores empresariales, sectoriales y regionales de la innovación a partir de datos de la PINTEC de 2014. El autor también señaló la capacidad tecnológica y el apoyo del gobierno como los principales determinantes de la innovación tecnológica en el sector industrial brasileño.

En lo que respecta a la variable apoyo del gobierno, aunque despierta controversia, el Estado y las políticas públicas desempeñan un papel fundamental en la innovación. Según Pinsky y Kruglianskas (2017), el incentivo gubernamental a la innovación puede producirse por dos vías o mediante la combinación del impulso tecnológico (*technology-push*) y la presión de la demanda (*demand-pull*). En el primer caso, el gobierno actúa reduciendo el costo privado del desarrollo de proyectos, mientras que, en el segundo, el apoyo del gobierno aumenta las ganancias de la empresa con el éxito de la innovación<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> El impulso tecnológico se refiere a los subsidios destinados a iniciativas de investigación y desarrollo, el aumento de la capacidad de transferencia de conocimientos, el apoyo a iniciativas de educación, la capacitación y el financiamiento de proyectos. Algunos ejemplos de presión de la demanda son la propiedad intelectual, los créditos fiscales y descuentos para los consumidores de nuevas tecnologías, los modelos regulatorios y los impuestos aplicados a tecnologías competidoras (Pinsky y Kruglianskas, 2017).

Según Avellar et al. (2021), el apoyo del gobierno, así como los gastos en investigación y desarrollo, las fuentes de información y los obstáculos a la innovación, también son determinantes importantes de la cooperación para la innovación. En su trabajo, los autores analizan los determinantes de la cooperación para la innovación teniendo en cuenta la cooperación con instituciones nacionales y extranjeras, y los tipos de socios, como otras empresas, grupos e instituciones de investigación.

La innovación depende de importantes esfuerzos financieros, que se miden, en gran medida, por las inversiones destinadas a investigación y desarrollo, que pueden verse influidas por las políticas públicas que, al realizar cuantiosas inversiones en investigación, complementan las actividades de innovación de las empresas. Mendes y Rocha (2019) analizaron el impacto de las inversiones públicas en investigación en el rendimiento de la innovación tecnológica de las empresas. Los autores obtuvieron estimaciones del efecto de las inversiones públicas en la relación “rendimiento x de la inversión privada en investigación y desarrollo”, a partir de una muestra de 2.500 empresas en 45 países. Los resultados del modelo indicaron que las inversiones públicas contribuyen a aumentar el rendimiento privado de la inversión en investigación.

En la misma línea que la literatura nacional sobre los determinantes de la innovación, los estudios internacionales también identifican características determinantes del proceso de innovación. El estudio de Adams et al. (2016) investigó el impacto de la capacidad de absorción tecnológica en 549 empresas ubicadas en Alemania, Austria, el Brasil, China, la India y Singapur. Entre los principales resultados, los autores señalaron que la capacidad tecnológica tiene un impacto positivo y significativo en el rendimiento de las empresas de esos países.

Sofka (2008) investigó cómo las empresas alemanas ajustan su capacidad de absorción tecnológica para beneficiarse de oportunidades en nuevos mercados. Como resultado, las investigaciones sobre la internacionalización de las actividades de innovación señalaron que las inversiones realizadas en investigación y desarrollo, la munificencia del mercado nacional y la experiencia exportadora generan capacitación tecnológica en el país.

En su tesis, De Oliveira (2019) analizó empresas con potencial innovador en los países en desarrollo y constató que los factores institucionales, de mercado y de conocimiento guardan relación con las innovaciones tecnológicas. Al utilizar los datos de la Encuesta Nacional de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) del Ecuador para el período 2009-2014, el autor verificó que características como el conocimiento y las barreras de mercado son las más relevantes para las empresas ecuatorianas que participan en estas actividades innovadoras. En cambio, en el análisis realizado para el Uruguay, en el período 2001-2015, con la información de la Encuesta de Actividades de Innovación (EAI), se constató que las barreras de mercado presentan una relación negativa y significativa con respecto a la productividad innovadora. Por último, el análisis efectuado para el Perú, entre 2009 y 2014, señaló que los factores institucionales, como el apoyo del gobierno, tienen una relación positiva y significativa con las actividades innovadoras, y los obstáculos a la innovación, como era de esperar, una relación negativa.

Al explorar los efectos de los subsidios gubernamentales, la investigación, el desarrollo y la innovación en las industrias manufactureras chinas entre 2007 y 2017, Ahia et al. (2022) verificaron la existencia de una relación positiva y significativamente transitiva entre las inversiones en investigación y desarrollo y la innovación. Los autores también encontraron que las empresas consideradas “más jóvenes” y estatales presentan un mejor rendimiento innovador a corto plazo que las privadas. Además, los subsidios gubernamentales, aunque son un determinante de investigación y desarrollo a corto plazo, también se relacionan positivamente con las innovaciones a largo plazo y desempeñan un papel crucial en las actividades de investigación, desarrollo e innovación para los mercados emergentes.

Un aspecto extremadamente importante observado en el trabajo de Yildiz et al. (2021) es la capacidad de absorción. Según los autores, se puede orientar a las personas para mejorarla, tanto de manera individual como colectiva, lo que permite obtener resultados positivos en términos de innovación. Dado que esta capacidad refleja la habilidad de extraer y manejar nuevas ideas en el entorno laboral, desempeña un papel importante en la promoción de procesos innovadores.

En virtud de los objetivos propuestos en este trabajo, esta sección contribuye considerablemente a la selección de las variables explicativas que se utilizaron en el modelo de regresión para el análisis de los determinantes de la innovación tecnológica en la industria manufacturera. De este modo, se puede inferir que la literatura nacional e internacional que analiza los aspectos teóricos de la innovación, así como sus determinantes en la industria manufacturera en el Brasil y en el mundo, está bastante difundida.

### III. Metodología

#### 1. Descripción de la base de datos y las variables

La base de datos utilizada en el presente análisis fue elaborada por la PINTEC de 2017 del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE).

Iniciada en la década de 2000, la PINTEC tiene por objeto la construcción de indicadores sectoriales, nacionales y regionales de las actividades innovadoras en las empresas del sector de la industria (extractiva y manufacturera), del sector de la electricidad y el gas, y de servicios seleccionados. Además, esta encuesta busca profundizar el esfuerzo realizado para innovar en productos y procesos, identificando aspectos como gastos en actividades innovadoras, fuentes de financiamiento, papel de los incentivos gubernamentales, obstáculos encontrados, uso de tecnología, sostenibilidad e innovación ambiental, entre otros (Instituto Brasileño de Geografía y Estadística [IBGE], 2020).

De este modo, el conjunto de datos considerados en este análisis contiene una muestra de 3.695 empresas que se encuentran distribuidas en 54 sectores de actividades de la industria manufacturera brasileña. Estas empresas realizaron innovaciones consideradas nuevas para el mercado nacional.

En el cuadro 1 se presentan las variables utilizadas para estimar la relación entre la innovación y sus determinantes para las empresas de la industria manufacturera en el Brasil. Cabe destacar que la elección de estas variables se inspiró en los trabajos teóricos y empíricos presentados anteriormente. El cuadro 1 también incluye los trabajos que utilizaron las variables seleccionadas y los signos esperados para cada variable.

**Cuadro 1**  
Descripción de las variables explicativas del modelo

Variable	Descripción de la variable	Trabajos	Signo
Innovación	Variable dependiente (número de empresas que implementaron innovaciones de productos y procesos consideradas nuevas para el mercado nacional).	No se encontraron	–
Personal ocupado ( <i>po</i> )	Es una variable indirecta ( <i>proxy</i> ) del tamaño de la empresa y corresponde al número de personas ocupadas a 31 de diciembre de 2017.	Mohamed (2018), De Freitas (2019) y Avellar et al. (2021)	> 0
Capacidad tecnológica ( <i>captec</i> )	Número de empleados con título universitario y de posgrado que se dedicaron a actividades innovadoras.	Sofka (2008), Adams et al. (2016), Mohamed (2018), De Oliveira (2019) y De Freitas (2019)	> 0

Variable	Descripción de la variable	Trabajos	Signo
Apoyo del gobierno ( <i>ag</i> )	Número de empresas, por actividad, que recibieron algún tipo de apoyo del gobierno, incluidos incentivos fiscales, subvenciones económicas y financiamiento.	De Negri (2018), Mohamed (2018), Mendes y Rocha (2019), De Oliveira (2019), De Freitas (2019) y Ahia et al. (2022)	> 0
Gasto ( <i>dis</i> )	Número de empresas, a nivel sectorial, que invirtieron en actividades internas y externas de investigación y desarrollo, adquisición de conocimientos internos, adquisición de <i>software</i> , maquinaria y equipos, y formación.	Mohamed (2018), Silva y Dacorso (2014), Mendes y Rocha (2019), De Freitas (2019), Scherrer Mendes et al. (2020) y Ahia et al. (2022)	> 0
Riesgo económico ( <i>re</i> )	Número de empresas que atribuyeron una importancia media o alta a los problemas y obstáculos para innovar (por sector).	De Oliveira (2019) y Silva y Dacorso (2014)	< 0

**Fuente:** Elaboración propia, sobre la base de Mohamed, A. A. (2018). *Determinantes empresariais, setoriais e regionais da inovação: um estudo para a indústria de transformação* [Disertación de maestría]. Universidad Federal de Viçosa. <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/22501>; De Freitas, H. D. (2019). *Determinantes do consumo de água no processo produtivo da indústria de alimentos e bebidas* [Disertación de maestría]. Universidad Federal de Viçosa. <https://locus.ufv.br/handle/123456789/27404>; Avellar, A. P. M., Damasceno, A. O. y Silva, F. Q. (2021). Determinantes da cooperação para inovação das empresas brasileiras. *Economia e Sociedade*, 30(3). <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2021v30n3art07>; Sofka, W. (2008). Globalizing domestic absorptive capacities. *Management International Review*, 48. <https://doi.org/10.1007/s11575-008-0106-9>; Adams, D. R., Flatten, T. C., Brinkmann, H. y Brettel, M. (2016). Consequences and antecedents of absorptive capacity in a cross-cultural context. *International Journal of Innovation Management*, 20(1). <https://doi.org/10.1142/S1363919616500031>; De Oliveira, F. S. (2019). *Obstáculos à inovação: determinantes, efeitos e complementaridades em países em desenvolvimento* [Tesis de doctorado]. Universidad de Santiago de Compostela; De Negri, F. (2018). *Novos caminhos para a inovação no Brasil*. Instituto de Investigación Económica Aplicada; Mendes, H. D. y Rocha, L. A. (2019). *A contribuição dos investimentos públicos em pesquisa no desempenho da inovação das empresas* [Disertación de maestría]. Universidad Federal Rural del Semiárido; Ahia, B. N. K., Song, N., Anafo, S. A. y Boakye, E. A. (2022). A story conveyed for emerging economies: the transitivity effects of subsidy, R&D, and innovation within manufacturing industries. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(6). <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.3036614>; Silva, G. y Dacorso, A. L. R. (2014). Riscos e incertezas na decisão de inovar das micro e pequenas empresas. *Revista de Administração Mackenzie*, 15(4). <https://doi.org/10.1590/1678-69712014/administracao.v15n4p229-255>; Scherrer Mendes, P., Britto, G. y Hermeto, A. M. (2020). La industria brasileña y la absorción de conocimientos: determinantes internos y externos de la empresa. *Revista CEPAL* (131) (LC/PUB.2020/9-P/Rev.1). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

**Nota:** Se analizaron 3.695 empresas que realizaron innovaciones para el mercado nacional, pero que ya existían en el mercado mundial.

## 2. Modelos lineales generalizados

Los modelos lineales generalizados son una clase de modelos que aumentan las posibilidades de análisis para otras distribuciones que no sean solo la distribución normal. Por lo tanto, los modelos lineales generalizados se utilizan cuando el estudio tiene como objetivo realizar un análisis sobre la variable de respuesta, que es principalmente una variable de conteo, categórica y/o asimétrica con valores positivos (Fávero y Belfiore, 2017). En el presente estudio, la variable de respuesta es el número de empresas que implementaron innovaciones de productos y procesos consideradas nuevas para el mercado nacional, y, por lo tanto, se utilizaron modelos de regresión para datos de conteo. En el análisis se tuvieron en cuenta los modelos de distribución de Poisson y distribución binomial negativa. Estos modelos se detallan en Fávero y Belfiore (2017).

La ecuación (1) ilustra la estimación de los parámetros de distribución binomial negativa. Este fue el método elegido porque fue el que mejor se ajustó a los datos del presente estudio:

$$u_i = e^a + b_1 \text{captec}_i + b_2 \text{ag}_i + b_3 \text{dis}_i + b_4 \text{po}_i + b_5 \text{re}_i \quad (1)$$

donde *captec* es la capacidad tecnológica del sector; *ag* es el apoyo proporcionado por el gobierno al sector; *dis* es el número de empresas o sectores que realizaron gastos en innovación; *po* es el personal ocupado al 31 de diciembre y es una variable aproximativa del tamaño de la empresa, y *re* es una variable que refleja los riesgos y obstáculos económicos a la innovación.

Por último, se procedió a la evaluación del modelo, lo que permite no solo verificar la calidad del ajuste en lo que respecta a la elección de la distribución, sino también identificar las observaciones mal ajustadas por el modelo y las que se consideran influyentes. Así, en el presente estudio se utilizó la representación gráfica para verificar la calidad del ajuste de la distribución de Poisson y la distribución binomial negativa. La distancia de Cook, el gráfico normal de probabilidades, el gráfico de residuos estandarizados y los valores de la matriz  $\hat{H}$  son los tipos de medidas utilizadas para identificar los problemas relacionados con el ajuste del modelo en este estudio.

### 3. Análisis exploratorio y estadísticas descriptivas

En relación con la variable número de empresas que implementaron innovaciones de productos y procesos, se observa que la varianza (54.770,76) es significativamente mayor que la media (214,19), lo que sugiere la existencia de una sobre dispersión de los datos. Además, se construyeron diagramas de caja de las variables independientes utilizadas con el objetivo de verificar la existencia de observaciones discrepantes (Faraway, 2014). Al constatar la existencia de esos puntos, se trabajó con la transformación logarítmica de las variables, con lo que se redujeron los datos asimétricos.

El análisis exploratorio de los datos permitió observar que el sector de productos farmoquímicos presentó el menor número de empresas que implementaron innovaciones de productos y procesos en el período 2015-2017. Una posible explicación, según Mitidieri et al. (2015), es que el fortalecimiento de la industria farmacéutica brasileña en las últimas décadas no generó las mismas oportunidades para la industria farmoquímica, productora de la principal materia prima de los medicamentos. El auge de los países asiáticos como grandes proveedores de estos insumos para la industria farmacéutica ha planteado retos para la competitividad de la industria brasileña, al igual que para el resto de los países que no pertenecen a Asia.

Por el contrario, el valor máximo encontrado para la variable de respuesta correspondió a la industria alimentaria. En relación con el potencial innovador de esa industria en el Brasil, dado el crecimiento de la demanda interna y externa, los fabricantes de alimentos han invertido en capacidad y eficiencia productiva, lo que le ha valido un lugar destacado en el escenario económico nacional e internacional (Raimundo et al., 2017). La producción de alimentos también presenta el valor más alto en relación con el número de personas empleadas. Pese al impacto de la pandemia de COVID-19 en este segmento, que generó un costo adicional de producción del 3,8% en 2020, la industria de alimentos y bebidas creó 20.000 nuevas oportunidades de trabajo, lo que supone un alza del 1,2% con respecto al año anterior. El sector es el que más empleo genera en la industria manufacturera brasileña, con 1,68 millones de empleos directos (Asociación Brasileña de Embalaje, 2021).

En cuanto al número de empresas, por sector, que invirtieron en actividades internas y externas de investigación y desarrollo, la media nacional para el trienio fue de 168,5 empresas, una cifra considerada baja en comparación con años anteriores. Según el informe de la PINTEC para el período analizado, la intensidad del gasto en el total de actividades innovadoras en la industria cayó por tercera vez consecutiva y alcanzó el 1,65% en 2017 (IBGE, 2020). La fabricación de productos químicos presentó el valor más alto, mientras que la fabricación de productos del tabaco fue el rubro en el que menos empresas invirtieron en investigación y desarrollo en el sector.

La muestra relativa a la medición de las fuentes de financiamiento de las actividades innovadoras indicó que, en promedio, 227,35 empresas recibieron algún tipo de incentivo del gobierno. Una vez más, las empresas que recibieron más apoyo del gobierno se dedicaban a la producción de productos alimenticios y el valor más bajo correspondió a los productos derivados del tabaco. Según Zajonz et al. (2017), el Brasil destaca como uno de los principales países productores

de tabaco y es responsable del 11% de la producción mundial. En 2014, el Gobierno brasileño recaudó aproximadamente 12,8 billones de reales en impuestos. Sin embargo, además de diseñar medidas para desincentivar el consumo de tabaco mediante el aumento de los impuestos, existen obstáculos en las políticas exclusivas de este sector para la diversificación de la producción entre los productores rurales y la industria tabacalera.

Por último, la muestra relativa a la capacitación tecnológica de los empleados presentó un comportamiento incipiente. En promedio, 1.325,7 empleados con nivel superior se desempeñan en empresas del sector manufacturero, lo que, en comparación con el número de personas empleadas en las empresas de la presente muestra, corresponde al 0,8%. Según el informe de la PINTEC de 2017, el 65,5% de las empresas innovadoras hicieron referencia a la falta de personal cualificado, lo que la convierte en el tercer factor en la clasificación de obstáculos a la innovación (IBGE, 2020). En cuanto a los valores máximos y mínimos, la fabricación de vehículos de motor, remolques y carrocerías presentó el mayor número de personas con nivel superior, mientras que las actividades de impresión y reproducción de grabaciones registraron el valor más bajo.

## IV. Resultados y discusión

Se sabe que la variable considerada como respuesta corresponde al número de empresas que realizaron innovaciones de productos y procesos para el mercado nacional. Como se mencionó, se trata de una variable de conteo. Para situaciones como esta, se debe buscar una distribución que tenga esas características. Por lo general, se recurre a la distribución de Poisson con función de enlace logarítmico como primera alternativa de modelización mediante modelos lineales generalizados. Si el modelo lineal generalizado de distribución de Poisson no se ajusta bien, se utilizarán otros modelos; la distribución binomial negativa es la alternativa más empleada cuando se presentan problemas de sobredispersión de los datos (De Freitas, 2019).

De este modo, además de identificar la sobredispersión de los datos, la selección del modelo que mejor se ajustó en el presente estudio tuvo en cuenta algunas métricas. El cuadro 2 presenta los resultados de la razón de la prueba de verosimilitud y del criterio de información de Akaike de cada uno de los modelos probados con diferente distribución. Los valores encontrados muestran que la distribución binomial negativa se ajusta mejor a los datos, ya que presentó un criterio de información de Akaike menor y una mayor verosimilitud, y fue el modelo efectivamente analizado en el presente estudio.

**Cuadro 2**  
Elección del modelo adecuado a la base de datos

Ajuste	Criterio de información de Akaike	Verosimilitud
Distribución de Poisson	2 060	-1 024
Distribución binomial negativa	590	-288

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se ha explicado, los modelos de regresión estimados buscaron relacionar el número de empresas que innovaron en la industria manufacturera brasileña con la variación de la capacidad tecnológica, el tamaño del sector, el apoyo del gobierno, el número de empresas por sector que realizaron gastos en actividades innovadoras y el riesgo económico. Los resultados obtenidos se pueden ver en el cuadro 3. El modelo 1 se refiere a la estimación del método de distribución binomial negativa por máxima verosimilitud. Por su parte, el modelo 2 —modelo final— se estimó

con el procedimiento escalonado para garantizar una mayor robustez de las estimaciones. Este fue el modelo utilizado en el presente estudio para interpretar los resultados, junto con sus correspondientes efectos marginales.

**Cuadro 3**  
La innovación y sus determinantes  
(Variable dependiente: innovación)

Variable	Modelo 1	Modelo 2	Efectos marginales
Capacidad tecnológica	0,1986** (0,0683)	0,1665 (0,0605)	0,3439** (0,1319)
Gasto en innovación	0,6710*** (0,1995)	0,6009*** (0,1279)	1,2409*** (0,3018)
Apoyo del gobierno	0,1905 (0,1316)	0,1797 (0,1293)	0,3711 (0,2702)
Personal ocupado	-0,1098 (0,1065)	...	...
Riesgos y obstáculos económicos	-0,0127 (0,1476)	...	...
Constante	0,5753 (0,8254)	-0,5907 (0,4742)	...
Parámetro de dispersión	5,89 (1,01)	4,97 (0,98)	...

**Fuente:** Elaboración propia.

**Nota:** \*\*\* significativo al 1%; \*\* significativo al 5%. Los valores entre paréntesis corresponden a los errores estándar. Se analizaron 3.695 empresas que realizaron innovaciones para el mercado nacional, pero que ya existían en el mercado mundial.

De acuerdo con los valores presentados en el cuadro 3, para cualquier nivel habitual de significación, el modelo 1 indicó que las variables capacidad tecnológica y número de empresas que realizaron gastos en innovación son significativas. El modelo ajustado también presentó un parámetro de dispersión mayor que 1, lo que también explica la falta de ajuste a la distribución de Poisson.

Con el fin de mantener la robustez de las estimaciones ante la presencia de variables altamente correlacionadas, las variables personal ocupado y obstáculos económicos<sup>4</sup> se eliminaron del modelo mediante el método escalonado. Es importante señalar que, aunque se trata de dos variables muy relevantes desde el punto de vista teórico, que tienen enorme incidencia en la innovación, existe una fuerte correlación entre ellas. Según Chiarini et al. (2020), cuanto mayor es el tamaño de la empresa (según el número de empleados), menos obstáculos enfrenta. Además, con la aplicación de la prueba de la razón de verosimilitud, se verificó que el modelo 2 se ajusta a los datos muestrales tan bien como el modelo 1, que considera todas las variables. Ante esto, se optó por seguir la indicación estadística.

La adecuación del modelo final se realiza esencialmente por medio de los residuos del modelo ajustado, ponderando tres medidas gráficas que habitualmente se utilizan para el análisis de los residuos: la distancia de Cook, el gráfico de residuos estandarizados y los valores de la matriz  $\hat{H}$ .

Se observan cinco puntos que destacan entre los demás. Estas observaciones deben ponderarse, ya que pueden enmascarar la presencia de alguna variable del modelo (efecto de enmascaramiento). Sin embargo, el tratamiento específico realizado —mediante el análisis confirmatorio— indicó que las observaciones no alteraron la inferencia del modelo seleccionado y, de hecho, las variables deben mantenerse.

<sup>4</sup> Los trabajos de Mohamed (2018), De Freitas (2019) y Avellar et al. (2021) encontraron una relación positiva y significativa entre el tamaño de la empresa y la innovación. Los trabajos de De Oliveira (2019) y Silva y Dacorso (2014) encontraron una relación negativa y significativa entre los obstáculos económicos y la innovación. Cabe señalar, sin embargo, que los trabajos no utilizaron ambos indicadores al mismo tiempo.

Por último, al considerar el nivel de significación del 5%, las pruebas de Shapiro-Wilk y de Breusch-Pagan mostraron, respectivamente, que los residuos del modelo final tienen una distribución normal y que no hubo indicios de heterocedasticidad.

Tras la realización de las pruebas y la verificación de la robustez del modelo, se procedió a la interpretación de los resultados obtenidos.

En relación con la variable capacidad tecnológica, se verificó que, al aumentar un 1% la cantidad de empleados con formación superior, aumenta aproximadamente 0,35 unidades el número de empresas que realizan innovaciones de productos y procesos para el mercado nacional. Aquí se destaca la importancia de las instituciones de educación superior en la formación de profesionales e investigadores cualificados que, al incorporarse a las empresas, aportan la capacidad tácita de asimilar la tecnología, adquirirla y utilizar los conocimientos científicos de forma innovadora, ya sea en la resolución de problemas complejos o en la realización de actividades de investigación y desarrollo para la generación de nuevos productos (bienes o servicios). A través de los trabajos de De Negri (2006), Mohamed (2018) y Araújo y Garcia (2019), la literatura corrobora los resultados obtenidos en el presente estudio. Estos autores muestran la importancia del efecto de la capacidad tecnológica y de los mayores niveles de investigación universitaria en la innovación.

En cuanto al esfuerzo por innovar, expresado por el número de empresas por sector que realizaron gastos en actividades innovadoras, se observa una relación positiva y significativa con el número de empresas que innovan. Además, la magnitud de esta variable por parte de las empresas aumenta 1,24 unidades el número de empresas que realizan innovaciones de productos y procesos. Este resultado era esperado y está en consonancia con la literatura especializada. El trabajo de Figueiredo y da Costa (2019), por ejemplo, muestra que el gasto medio en investigación y desarrollo destaca como uno de los factores más importantes que inciden en la innovación. En esta misma línea, el estudio de Mohamed (2018) concluye que el gasto en actividades innovadoras se correlaciona positivamente con el número de empresas que realizan innovaciones.

Contrariamente a lo esperado, la variable número de empresas que recibieron apoyo del gobierno no fue significativa. Este resultado sugiere que los financiamientos y las fuentes de apoyo a la innovación no fueron relevantes, en el período analizado, para explicar el número de empresas que innovaron en la industria manufacturera. Es importante señalar que, a lo largo de las últimas dos décadas, el Brasil ha implementado una serie de medidas destinadas a reforzar la capacidad científica, tecnológica y de innovación. Entre las políticas adoptadas se encuentran, por ejemplo, la Ley de Innovación Tecnológica (Ley núm. 10.973 de 2004) y la Ley del Bien (Ley núm. 11 196 de 2005)<sup>5</sup>. En la actualidad, el país cuenta con varios instrumentos utilizados en los países desarrollados para fomentar la innovación, como: i) crédito subsidiado; ii) incentivos fiscales; iii) subvenciones económicas, y iv) subvenciones para proyectos de investigación en universidades e instituciones científicas y tecnológicas (De Negri, 2018).

Según De Negri (2018), la inversión pública realizada en ciencia y tecnología en 2015 ascendió a unos 33 billones de reales. Sin embargo, la distribución de ese presupuesto entre los diferentes ministerios ese año reveló una diferencia significativa en comparación con las inversiones en ciencia y tecnología realizadas, por ejemplo, por los Estados Unidos. Según la autora, a diferencia de lo que ocurre en otros países, la mayoría de las inversiones brasileñas no están vinculadas a una misión específica. Por lo tanto, nada garantiza que el apoyo financiero a las actividades innovadoras sea eficaz para aumentar dichas actividades.

<sup>5</sup> La Ley de Innovación Tecnológica incentivó a los sectores público y privado a compartir personal, recursos e instalaciones con el objetivo de facilitar la colaboración entre universidades, institutos de investigación y empresas privadas. Por su parte, la Ley del Bien amplió el alcance y facilitó el uso de incentivos fiscales para la realización de inversiones privadas en investigación y desarrollo (De Negri, 2018).

Por su parte, el trabajo de Gordon y Cassiolato (2019), que analizó el papel del Estado en el estímulo a la innovación a través del Plan Inova Empresa, lanzado en 2013, también corrobora los resultados obtenidos en el presente estudio. Los autores mostraron que, pese a que el gobierno implementó un conjunto de instrumentos avanzados para incentivar y fomentar la actividad innovadora, los resultados de la política no tuvieron el efecto deseado. Concluyen que las políticas no lograron cambiar el comportamiento de las empresas.

El trabajo de Zucoloto y Nogueira (2017) analizó, específicamente, la evolución del apoyo del Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social (BNDES) a las actividades innovadoras a partir de 2002. Entre los resultados de la evaluación de los instrumentos y mecanismos de financiamiento, los autores destacaron el aumento de la importancia de la innovación en el sector manufacturero en los desembolsos de la institución. Sin embargo, pese a que las operaciones no automáticas alcanzaron un monto de 14,3 billones de reales si para proyectos destinados a la innovación (6,5% del total), los mecanismos tradicionales de apoyo a la innovación, como la concesión de incentivos fiscales y el financiamiento de apoyo a proyectos de investigación y desarrollo, siguen siendo insuficientes para la generación y difusión de nuevos productos y procesos en el Brasil. Una de las causas señaladas por los autores fue que las 362 operaciones de crédito existentes en el período 2002-2015 solo abarcaron a 168 empresas de la industria manufacturera brasileña.

Además, el informe de la PINTEC relativo al último trienio (2015-2017) muestra una reducción del apoyo del gobierno a la innovación (26,2%) en relación con los trienios 2009-2011 (34,2%) y 2012-2014 (39,9%). En la industria, el porcentaje de empresas innovadoras que utilizaron instrumentos de financiamiento para la adquisición de maquinaria y equipos cayó del 31,4% entre 2012 y 2014 al 14,1% en 2017. Por otra parte, el porcentaje de empresas que se beneficiaron de los incentivos fiscales para las actividades de investigación y desarrollo previstos en la Ley del Bien (Ley núm. 11 196 de 2005) aumentó del 3,2% al 4,3% (IBGE, 2020).

Este escenario, sumado a la pandemia de COVID-19, está teniendo repercusiones aún mayores para la industria farmoquímica brasileña. Según Paranhos et al. (2021), la pandemia puso de manifiesto la dependencia de este segmento respecto de la producción de principios farmacéuticos activos de los países asiáticos, especialmente China y la India, además de causar diversas presiones debido a las dificultades logísticas provocadas por el cierre de fronteras y la paralización de los medios de transporte, como, por ejemplo, el aéreo. La inestabilidad de este mercado debido a la escasez de medicamentos, la demora en la fabricación y la aplicación de la vacuna a la población por cuestiones políticas y el consiguiente aumento de los costos perpetuó un entorno de incertidumbre, riesgos económicos excesivos, falta de confianza en las instituciones y la urgencia de replantearse las estrategias nacionales para hacer frente a los retos tras la pandemia. Además, es necesario promover un debate sobre la política industrial brasileña para garantizar un desarrollo sostenible.

## V. Conclusiones

La innovación se ha convertido en un factor esencial para el desarrollo de cualquier economía. Esto se debe a que la implementación de la innovación, expresada en productos o procesos nuevos o sustancialmente mejorados, tiene una relación directa con el crecimiento, la generación de empleo y los ingresos. En este sentido, los estudios dedicados a este tema son fundamentales, ya que sin innovación no hay desarrollo.

Los resultados del presente estudio mostraron que las variables capacidad tecnológica y esfuerzo por innovar se relacionan positivamente con el número de empresas del sector

manufacturero que realizaron innovaciones tecnológicas. Estos resultados refuerzan la idea, expresada en la literatura, de que estas variables son importantes como elementos explicativos para que los sectores sean de tipo innovador.

La variable apoyo del gobierno, pese a estar positivamente correlacionada con el número de empresas que innovan, no fue significativa. Su no significancia sugiere que los financiamientos y las fuentes de apoyo a la innovación no fueron relevantes, en el período analizado, para incentivar a las empresas a innovar. La principal razón para que esto ocurra es que el apoyo financiero del Gobierno brasileño se limita a algunos sectores y empresas, además de no tener una misión específica, lo que supone que el dinero puede gastarse en otras actividades que no guardan relación con la innovación.

En este contexto, tras la situación de estabilidad observada en la tasa de innovación de productos y procesos entre los períodos anteriores, la capacidad de innovación de la industria manufacturera brasileña está muy por debajo de lo deseado. Esto puede constatarse al observar el valor medio del 33,6% para la tasa de innovación en la PINTEC de 2017 (un descenso de 2,4 puntos porcentuales frente al trienio anterior). Este valor se ve corroborado por el hecho de que el Brasil ocupa el puesto 57 en la clasificación del índice mundial de innovación de 2021.

Por último, es importante destacar que el estudio presentó algunos puntos fuertes, como el indicador para la variable dependiente (innovaciones genuinamente pioneras para el sector industrial nacional) y el método econométrico. No se encontró en la literatura relacionada ningún otro trabajo que utilizara este enfoque y método. Por otra parte, al tratarse de una muestra pequeña, el trabajo no permitió explicar, por ejemplo, cómo la cuestión regional afecta el surgimiento de innovaciones. Para futuros trabajos, se sugiere incluir esta cuestión en el modelo, de modo de permitir no solo un estudio más profundo de las empresas que forman parte de este sector, sino también el uso de otros procedimientos, como los modelos multinivel.

## Bibliografía

- Adams, D. R., Flatten, T. C., Brinkmann, H. y Brettel, M. (2016). Consequences and antecedents of absorptive capacity in a cross-cultural context. *International Journal of Innovation Management*, 20(1). <https://doi.org/10.1142/S1363919616500031>
- Ahia, B. N. K., Song, N., Anafo, S. A. y Boakye, E. A. (2022). A story conveyed for emerging economies: the transitivity effects of subsidy, R&D, and innovation within manufacturing industries. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 69(6). <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.3036614>
- Araújo, V. D. C. y Garcia, R. (2019). Determinantes e dependência espacial da inovação nas regiões brasileiras: evidências a partir de um Modelo Tobit Espacial. *Nova Economia*, 29(2). <https://doi.org/10.1590/0103-6351/4456>
- Asociación Brasileña de Embalaje. (2021, 1 de marzo). *Inovação varejo: faturamento da indústria de alimentos cresce 12,8% em 2020*. <https://www.abre.org.br/inovacao/faturamento-da-industria-de-alimentos-cresce-128-em-2020>
- Avellar, A. P. M., Damasceno, A. O. y Silva, F. Q. (2021). Determinantes da cooperação para inovação das empresas brasileiras. *Economia e Sociedade*, 30(3). <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2021v30n3art07>
- Cardoso, C. E. L. (2003). *Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil* [Tesis de doctorado]. Universidad de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/T.11.2003.tde-04122003-151241>
- Carrara, A. y Ferreira, G. A. (2020). Dispendio em P&D no Brasil: uma análise da sua evolução e impacto no produto do país. *A Economia em Revista*, 28(2). Universidad Estatal de Maringá.
- Chiarini, T., De Oliveira, V. C. P. y Rapini, M. S. (2020). Obstáculos à inovação e porte das empresas industriais no Brasil: rumo a políticas públicas de incentivo à inovação mais assertivas. *Planejamento e Políticas Públicas*. (56). <https://doi.org/10.38116/ppp56art2>

- Cohen, W. M. y Levin, R. C. (1989). Empirical studies of innovation and market structure. *Handbook of Industrial Organization*, 2. [https://doi.org/10.1016/S1573-448X\(89\)02006-6](https://doi.org/10.1016/S1573-448X(89)02006-6)
- Confederação Nacional de la Indústria. (2024). *A importância da indústria de transformação para o Brasil*.
- Corazza, R. I. y Fracalanza, P. S. (2004). Caminhos do pensamento neo-schumpeteriano: para além das analogias biológicas. *Nova Economia*, 14(2). Universidad Federal de Minas Gerais.
- De Freitas, H. D. (2019). *Determinantes do consumo de água no processo produtivo da indústria de alimentos e bebidas* [Disertación de maestría]. Universidad Federal de Viçosa. <https://locus.ufv.br/handle/123456789/27404>
- De Marchi, V. (2012). Environmental innovation and R&D cooperation: empirical evidence from Spanish manufacturing firms. *Research Policy*, 41(3). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.10.002>
- De Negri, F. (2006). Determinantes da capacidade de absorção das firmas brasileiras: qual a influência do perfil da mão-de-obra. En J. A. De Negri, F. De Negri y D. Coelho (Coords.), *Tecnologia, Exportação e Emprego*. Instituto de Investigación Económica Aplicada.
- De Negri, F. (2018). *Novos caminhos para a inovação no Brasil*. Instituto de Investigación Económica Aplicada.
- De Oliveira, F. S. (2019). *Obstáculos à inovação: determinantes, efeitos e complementaridades em países em desenvolvimento* [Tesis de doctorado]. Universidad de Santiago de Compostela.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3). [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)
- Dosi, G. (1984). *Technical Change and Industrial Transformation: The Theory and an Application to the Semiconductor Industry*. Palgrave Macmillan.
- Dosi, G., Pavitt, K. y Soete, L. (1990). *The Economics of Technical Change and International Trade*. New York University Press.
- Dutta, S., Lanvin, B., Wunsch-Vincent, S. y León, L. R. (2022). *Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis*. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. <https://doi.org/10.34667/TIND.44315>
- Faraway, J. J. (2014). *Linear Models with R*. CRC Press.
- Fávero, L. P. y Belfiore, P. (2017). *Manual de Análise de Dados: Estatística e Modelagem Multivariada com Excel®, SPSS® e Stata*. Elsevier.
- Figueiredo, J. C. F. y da Costa, R. A. (2019). A eficiência do financiamento à inovação no Brasil: uma análise dos dados da Pintec de 2000 a 2014. *Nexos Econômicos*, 13(2). <https://doi.org/10.9771/rene.v13i2.37026>
- Freeman, C. (1974). Innovation and the strategy of the firm. En C. Freeman y L. Soete, *The Economics of Industrial Innovation*. Penguin Books.
- Freeman, C., Clark, J. y Soete, L. (1982). *Unemployment and Technical Innovation*. Frances Pinter.
- Gordon, J. L. y Cassiolato, J. E. (2019). O papel do Estado na política de inovação a partir dos seus instrumentos: uma análise do Plano Inova Empresa. *Revista de Economia Contemporânea*, 23(3). <https://doi.org/10.1590/198055272334>
- Instituto Brasileiro de Geografia y Estadística. (2020, 16 de abril). *Pesquisa de Inovação PINTEC 2017: resultados principais*.
- Kannebley, S. Jr., Porto, G. S. y Pazello, E. T. (2004). Inovação na indústria brasileira: uma análise exploratória a partir da PINTEC. *Revista Brasileira de Inovação*, 3(1). <https://doi.org/10.20396/rbi.v3i1.8648893>
- Kühl, M. R. y da Cunha, J. C. (2013). Obstáculos à implementação de inovações no Brasil: como diferentes empresas percebem sua importância. *Brazilian Business Review*, 10(2). Fucape Business School.
- Mendes, H. D. y Rocha, L. A. (2019). *A contribuição dos investimentos públicos em pesquisa no desempenho da inovação das empresas* [Disertación de maestría]. Universidad Federal Rural del Semiárido.
- Mitidieri, T. L., Pimentel, V. P., Braga, C. A. y Pieroni, J. P. (2015). Há espaços competitivos para a indústria farmacéutica brasileira? Reflexões e propostas para políticas públicas. *BNDES Setorial* (41). Banco Nacional de Desenvolvimento Económico y Social.
- Mohamed, A. A. (2018). *Determinantes empresariais, setoriais e regionais da inovação: um estudo para a indústria de transformação* [Disertación de maestría]. Universidad Federal de Viçosa. <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/22501>

- Nelson, R. R. y Winter, S. G. (1996). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press.
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos. (2020). *A Caminho da Era Digital no Brasil*. <https://doi.org/10.1787/45a84b29-pt>
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial. (2025). *Competitive Industrial Performance Index*. <https://stat.unido.org/data/table?dataset=cip#data-browser>
- Paranhos, J., Perin, F. S., Miranda, C., Falcão, D. y Vaz, M. (2021). Desenvolvimento da indústria farmoquímica no Brasil e na Argentina: diagnóstico, desafios e oportunidades. *Texto para Discussão* (021). Universidad Federal de Río de Janeiro.
- Patel, P. y Pavitt, K. (1994). National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared. *Economics of Innovation and New Technology*, 3(1). <https://doi.org/10.1080/10438599400000004>
- Pinsky, V. y Kruglianskas, I. (2017). Inovação tecnológica para a sustentabilidade: aprendizados de sucessos e fracassos. *Estudos Avançados*, 31(90). Universidad de São Paulo.
- Possas, M. L. (2008). Economia evolucionária neo-schumpeteriana: elementos para uma integração micro-macrodinâmica. *Estudos Avançados*, 22(63). <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200021>
- Póvoa, L. M. C. y Monsueto, S. E. (2011). Tamanho das empresas, interação com universidades e inovação. *Revista de Economia*, 37(4). <https://doi.org/10.5380/re.v37i4.28870>
- Quadros, R., Brisolla, A., Furtado, A. y Bernardes, R. (2000). Força e fragilidade do sistema de inovação paulista. *São Paulo em Perspectiva*, 14(3). <https://doi.org/10.1590/S0102-88392000000300018>
- Raimundo, L. M. B., Batalha, M. O. y Torkomian, A. L. V. (2017). Dinâmica tecnológica da indústria brasileira de alimentos e bebidas (2000-2011). *Gestão & Produção*, 24(2). <https://doi.org/10.1590/0104-530X2750-15>
- Rissardi, D. J. Jr., Shikida, P. F. A. y Dahmer, V. S. (2009). Inovação, tecnologia e concorrência: uma revisita ao pensamento neoschumpeteriano. *Revista Economia & Tecnologia*, 5(1). <https://doi.org/10.5380/ret.v5i1.27308>
- Rosenberg, N. (1969). The direction of technological change: inducement mechanisms and focusing devices. *Economic Development and Cultural Change*, 18(1). <https://doi.org/10.1086/450399>
- Rosenberg, N. (1983). *Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511611940>
- Scherrer Mendes, P., Britto, G. y Hermeto, A. M. (2020). La industria brasileña y la absorción de conocimientos: determinantes internos y externos de la empresa. *Revista CEPAL* (131) (LC/PUB.2020/9-P/Rev.1). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Schumpeter, J. A. (1984). *O processo de destruição criadora. Capitalismo, socialismo e democracia*. Zahar.
- Schumpeter, J. A. (1985). *A teoria do desenvolvimento econômico*. Nova Cultural.
- Silva, G. y Dacorso, A. L. R. (2014). Riscos e incertezas na decisão de inovar das micro e pequenas empresas. *Revista de Administração Mackenzie*, 15(4). <https://doi.org/10.1590/1678-69712014/administracao.v15n4p229-255>
- Sofka, W. (2008). Globalizing domestic absorptive capacities. *Management International Review*, 48. <https://doi.org/10.1007/s11575-008-0106-9>
- Tigre, P. B. (2005). Paradigmas tecnológicos e teorias econômicas da firma. *Revista Brasileira de Inovação*, 4(1). <http://doi.org/10.20396/rbi.v4i1.8648911>
- Veugelers, R. (2012). Which policy instruments to induce clean innovating? *Research Policy*, 41(10). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.06.012>
- Yildiz, H. E., Murtic, A., Klofsten, M., Zander, U. y Richtné, A. (2021). Individual and contextual determinants of innovation performance: a micro-foundations perspective. *Technovation*, 99. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102130>
- Zajonz, B. T., Villwock, A. P. S. y Silveira, V. C. P. (2017). A fumiicultura brasileira e as políticas públicas associadas ao Programa Nacional de Diversificação em Áreas Cultivadas com Tabaco. *Revista NERA*, 37(20). <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i37.4683>
- Zucoloto, G. F. y Nogueira, M. O. (2017). Inovação nas inovações ou mais do mesmo? O papel do BNDES no apoio ao desenvolvimento tecnológico. En L. M. Turchi y J. M. de Moraes (Coords.), *Políticas de apoio à inovação tecnológica no Brasil: avanços recentes, limitações e propostas de ações*. Instituto de Investigación Económica Aplicada.