

# Impacto de los obstáculos al conocimiento en la innovación de las empresas chilenas \*

Mario Canales <sup>1\*\*</sup>, Roberto Álvarez <sup>2</sup>

**Resumen:** La literatura sobre obstáculos a la innovación se ha centrado principalmente en las restricciones financieras. En esta investigación, utilizando la 8° Encuesta de Innovación en Empresas, analizamos el impacto de los obstáculos de conocimiento en la probabilidad de innovar. Nuestros resultados muestran que, al corregir por la endogeneidad de los obstáculos, éstos reducen la probabilidad de innovar en las firmas chilenas. Además, el impacto es negativo tanto para innovaciones tecnológicas como no tecnológicas. Nuestros resultados tienen importantes implicancias de política, sugiriendo que las políticas no solo se deben centrar en las restricciones financieras, sino que también en obstáculos de conocimiento como la disponibilidad de recursos humanos y la información sobre mercados y nuevas tecnologías.

**Palabras clave:** Innovación; conocimiento; obstáculos.

**Abstract: Title:** *Impact of Knowledge Obstacles on Chilean Firms's Innovation.*

Most of previous literature about innovation obstacles has focused on the impact financial constraints. In this paper, using the 8<sup>th</sup> Chilean Innovation Survey, we analyze the impact of knowledge obstacles on the probability of introducing innovations. Our results show that, dealing with endogeneity of the obstacles, these reduce the innovation probability in the Chilean firms. This impact is negative for both technological and non-technological innovations. Our findings have relevant policy implications, suggesting that policies not only have to be focused on financial constraints, but also on knowledge barriers such as availability of human resource and information about markets and new technologies

**Keywords:** innovation, knowledge, obstacles.

Submitted: May 5<sup>th</sup> 2017 / Approved: September 8<sup>th</sup> 2017

## 1. Introducción

La innovación es uno de los factores más relevantes para la productividad y el crecimiento económico (Schumpeter, 1934), no sólo para países desarrollados sino también para los países en desarrollo (Crespi & Zúñiga, 2012; Lee & Kang, 2007). Es por ello que estudiar los factores que inhiben la innovación en las empresas es importante, ya que permitiría enfocar políticas a mitigar el impacto de estos factores y así aumentar los niveles de innovación y productividad de los países. Si bien el fenómeno de la innovación ha sido bastante estudiado, tanto a nivel agregado como a nivel de firmas, la relevancia e impacto de los obstáculos es un tema relativamente reciente.

Esta literatura, sin embargo, se ha centrado principalmente en los efectos de los obstáculos financieros (Schneider et al., 2010; Blanchard et al., 2013; Pellegrino & Savona, 2017), incluyendo trabajos que han estimado efectos heterogéneos por sector productivo (Hottenrott & Peters, 2012) y por tamaño de empresas y tipo de innovación (Álvarez & Crespi, 2015).

Uno de los aportes más relevantes en esta área han sido los trabajos de Savignac (2008) y Pellegrino y Savona (2017), quienes han identificado los problemas asociados al sesgo de selección y endogeneidad cuando se intenta estimar el impacto causal de los obstáculos sobre la

innovación. Cuando se incluye a todas las firmas en la estimación, se encuentra una relación positiva entre obstáculo e innovación. Esto se explica porque se incluyen firmas que no innovan y declaran no enfrentar ningún obstáculo. Ambos trabajos muestran que restringiendo la muestra a firmas potencialmente innovadoras, las estimaciones revelan una relación negativa entre obstáculo e innovación. Además, Savignac (2008) muestra que, luego de corregir por endogeneidad, la relación se hace incluso más negativa.

En los últimos años se han ido desarrollando estudios que intentan dilucidar la importancia de otros obstáculos, ya sean obstáculos de conocimiento, de mercado o de políticas (Pellegrino & Savona, 2017; Blanchard et al., 2013; D'Este, Rentocchini & Vega-Jurado, 2014). Por ejemplo, Pellegrino & Savona (2017) utilizan datos para el Reino Unido y encuentran que factores relacionados a la demanda y al mercado de las innovaciones son tan importantes como factores financieros para disminuir la innovación. Blanchard, et al. (2013) distinguen entre obstáculos financieros y no financieros y encuentran que ambos juegan un papel significativo en disminuir la innovación de las empresas; D'Este, et al. (2014) se centran en estudiar la complementariedad del capital humano y los obstáculos a la innovación, tanto financieros como no financieros. En el caso de Chile, Bravo (2016) explora el rol de los obstáculos de demanda y encuentra que éstos reducen la probabilidad de actividades de innovación en 17%.

(1) Banco Central de Chile

(2) Universidad de Chile

\*\*Autor de correspondencia: mcanales@bcentral.cl

\*Este trabajo es parte de la Tesis de Magister en Análisis Económico de la Universidad de Chile. Agradecemos los comentarios y sugerencias de Álvaro García, Jaime Ruiz-Tagle, Rodrigo Wagner, Juan Pablo Torres y de los asistentes a los seminarios de investigación de la Facultad de Economía y Negocios de la Universidad de Chile. Álvarez agradece la hospitalidad de la División de Competitividad e Innovación del Banco Interamericano del Desarrollo, donde realizó parte de esta investigación.



Esta investigación contribuye a la literatura de obstáculos a la innovación, analizando el impacto de los obstáculos de conocimiento sobre la innovación en las empresas. Para ello, se utilizan datos de la Octava Encuesta de Innovación en Empresas en Chile, que cuenta con información sobre las características generales de las empresas y sobre las actividades de innovación. El motivo de focalizar el análisis de los obstáculos de conocimiento, y no otros obstáculos, es que en primer lugar éste no ha sido estudiado por sí solo. Una contribución adicional es generar evidencia empírica en una economía emergente en un área donde los trabajos son mayoritariamente realizados en países desarrollados.

El presente trabajo continúa en la sección II con el marco teórico de la investigación. En la sección III se presentan los datos. Luego, en la sección IV se revisa la estrategia empírica. En la sección V, se muestran los resultados. En la sección VI, se resumen las conclusiones.

## 2. Marco Teórico

En esta investigación se analiza el efecto que tienen los obstáculos de conocimiento sobre la innovación en las firmas, por lo tanto necesitamos entender cómo el conocimiento puede afectar las decisiones de innovación. Una primera aproximación considera la firma como un ente creador de conocimiento, donde la habilidad de crear y utilizar dicho conocimiento es la fuente más importante de ventajas competitivas sostenibles para las firmas. Esta visión de la firma es conocida en la literatura como *knowledge-based view* (Nonaka, 1994; Grant, 1996; Nonaka et al., 2000). Según esta visión, el manejo del conocimiento es tan importante como el manejo de otros aspectos como el marketing y las finanzas (Leonard-Barton, 1995). El conocimiento se considera uno de los recursos más relevantes y que por ende debe ser correctamente administrado para obtener su máximo potencial.

El conocimiento se relaciona positivamente con la innovación en las empresas. Sin embargo, afecta a las firmas de manera diferente. Si consideramos a la innovación como un proceso donde intervienen muchos factores, el conocimiento es un insumo para la innovación, pero es un factor que puede ser más relevante en ciertos casos que en otros. En particular, es esperable que el efecto que tenga el conocimiento sobre la innovación dependa del proyecto que está realizando la firma. Por ejemplo, si las innovaciones tecnológicas son más intensivas en conocimiento que las innovaciones no tecnológicas, entonces el impacto del conocimiento sería mayor sobre la probabilidad de introducir innovaciones tecnológicas. Lo mismo si se refiere a innovaciones más radicales o disruptivas.

Además se debe tener en cuenta que otros factores que afectan la innovación, como por ejemplo el tamaño de una firma y/o si es exportadora o no, pueden capturar el efecto del conocimiento. Si bien existe evidencia empírica que respalda el hecho de que firmas más grandes y/o exportadoras innoven más, esto puede deberse a que se encuentran menos restringidas, ya sea en términos de conocimiento o financiamiento. Por ello, considerar estas barreras es importante para entender el efecto de otros determinantes de la innovación.

En términos simples, suponga que la decisión de realizar un cierto tipo de innovación  $j$  está dado por la comparación entre la inversión ( $I$ ) que se necesita para llevar a cabo la innovación y el valor presente neto de los beneficios esperados ( $\pi$ ) de tal innovación. La inversión se realiza sólo si:

$$\pi_j(X, C) \geq I_j(C) \quad (1)$$

En este caso, siguiendo la discusión anterior, el grado de conocimiento ( $C$ ) puede aumentar los beneficios de la innovación, ya sea por un mayor conocimiento de mercado de los nuevos productos o por acceso a mejores tecnologías, o porque reduce los costos de la inversión. Los beneficios son también afectados por otras características de las firmas denotadas por  $X$ , que reflejan, entre otras cosas, su acceso a los mercados internacionales, tamaño y propiedad.

Esta simple formulación del problema de decisión de las firmas permite ilustrar la endogeneidad de  $C$  y el tipo de proyectos de innovación que realiza la firma. Asuma que la firma tiene  $j=1, \dots, J$  proyectos disponibles, que requieren un nivel de conocimiento  $C_j$ . En tal caso, simplificando al caso de elegir un proyecto, una firma que maximiza beneficios escogerá el proyecto  $j$  tal que:

$$\pi_j(X, C_j) \geq I(C_j) \quad (2)$$

$$y \quad \Delta_j > \Delta_k \quad \text{para todo } k \neq j \quad (3)$$

$$\text{con} \quad \Delta_j = \pi_j(X, C_j) - I(C_j)$$

De (2) debiera ser claro que  $j$  es un proyecto rentable para un cierto nivel de conocimiento que depende de  $j$ , que por lo tanto es endógeno y debiera ser considerado en la estimación. De (3) se infiere que  $j$  se realiza si es el proyecto más rentable que tiene la empresa.

Similarmente, se puede tener empresas que, dado su conjunto de proyectos disponibles, decidan no innovar. Este es el caso de empresas en las que:

$$\pi_j(X, C_j) < I(C_j) \quad \text{para todo } j.$$

Este es el tipo de empresas que al no innovar, generalmente declaran que no enfrentan barreras relevantes para la innovación.

## 3. Datos

Los datos a utilizar corresponden a los de la Octava Encuesta de Innovación en Empresas que desarrolla el Ministerio de Economía en conjunto con el Instituto Nacional de Estadísticas de Chile. Esta encuesta cuenta con información sobre el tipo de innovación (proceso, producto, organizacional o de marketing), sus efectos, la percepción que tiene la empresa de ciertas barreras u obstáculos, entre otros, para los años 2011 y 2012. Además, el diseño del formulario y la metodología de aplicación de esta encuesta siguen los lineamientos generales planteados por la OCDE en el Manual de Oslo (2005), y que la siguen EUROSTAT con la *Community Innovation Survey* (CIS) para el desarrollo de sus encuestas de innovación.

Si bien lo ideal sería poder contar con un panel de datos que permita conocer la evolución del proceso de innovación en las firmas, esto no es posible puesto que a pesar de que existen ocho rondas de la Encuesta de Innovación en Empresas en Chile, no se puede acceder a un registro que permita identificar a las empresas a lo largo de las diferentes encuestas. Por ello, se utilizan datos de corte transversal.

Estos datos fueron complementados con datos sobre el sistema educativo chileno del año 2012, donde se utilizó información sobre la matrícula total en dicho año para ciertas carreras de interés. Esta información es de carácter regional y se utilizó para construir variables que permitan caracterizar la oferta disponible de trabajadores calificados. Como quedará luego más claro, estas variables son necesarias como instrumentos que permiten intentar solucionar el problema de endogeneidad de los obstáculos de conocimiento.

En relación a los obstáculos a la innovación, la Encuesta de Innovación indaga por la relevancia percibida de distintos factores que obstaculizan o desincentivan la innovación. La empresa indica el grado que percibe de cada factor de acuerdo a la siguiente escala: (i) no es un obstáculo, (ii) bajo, (iii), medio y (iv) alto. Los factores se agrupan en 4 categorías: obstáculos financieros, obstáculos de conocimiento, obstáculos de mercado y otros obstáculos. En este caso, nos centramos en los obstáculos de conocimiento.

Los obstáculos de conocimiento y su percepción corresponden a cuatro factores<sup>2</sup>:

- Falta de personal calificado
- Falta de información sobre la tecnología
- Falta de información sobre los mercados
- Dificultad en encontrar cooperación para la innovación

La falta de capital calificado es un obstáculo a la innovación puesto que para desarrollar innovaciones se necesitan de un alto grado de conocimientos y habilidades en el personal. En este sentido, si la firma no tiene el personal adecuado, tanto en términos de conocimientos como de habilidades, se dificulta el proceso de innovación o incluso puede que finalice y desista su proyecto.

La falta de información sobre la tecnología se relaciona con los obstáculos de conocimiento ya que son problemas para identificar las tecnologías disponibles para innovar. Esto se puede deber a la falta de personal capaz de adquirir esta información, o bien a que dicha información no está disponible o es muy costosa de adquirir. En cualquiera de ambos casos corresponde a problemas de conocimiento por parte de la firma.

De la misma forma la falta de información sobre el mercado se asocia a los obstáculos de conocimiento. Este factor mide la información y conocimientos que posee la firma sobre el mercado, sea tanto de conocimientos sobre la competencia como información o predicciones sobre posibles innovaciones que desee llevar a cabo.

La dificultad en encontrar otros agentes (empresas, centros de investigación, universidades, etc.) para cooperar e innovar se asocia a los obstáculos de conocimiento, ya que mide las fuentes externas de las cuales se pueden absorber y aprender nuevas tecnologías y productos. De esta forma, si la firma percibe que es difícil encontrar socios para desarrollar innovaciones, puede ser que dicha dificultad radique en que la empresa necesita más conocimientos o capacidades de las que posee para llevar a cabo la innovación, lo que denota una escasez de conocimiento.

Se define la variable “obstáculos de conocimiento” como una variable binaria que toma el valor 1 si alguno de los factores antes mencionados es percibido como severo, mientras que toma valor 0 en caso contrario. En la Tabla 1 se presenta estadística descriptiva respecto a esta variable, donde vemos que un 52% de las firmas menciona percibir algún factor asociado al conocimiento como severo para restringir la innovación<sup>3</sup>. En comparación con otros obstáculos, su incidencia es similar a los de mercado, relativamente menor que los obstáculos financieros (62%) y superior a aquellos asociados a aspectos regulatorios (38%).

Las variables de innovación también se definen como una variable binaria, que toma el valor 1 si la firma declara haber introducido algún tipo de innovación durante los dos últimos años, sea esta de producto, proceso, organizacional o de marketing.

La estadística descriptiva en la Tabla 1 indica que un 23% de las firmas realizó algún tipo de innovación. Además, se aprecia que un 18% de las firmas realizó innovaciones tecnológicas (de producto o proceso), mientras que un 16% realizó innovaciones no tecnológicas (organizacional o de marketing).

**Tabla 1.** Innovación y Obstáculos

	Toda la muestra	Potencialmente Innovadoras
Innovación	0.23	0.26
Inn. Tecnológica	0.18	0.21
Inn. No Tecnológica	0.16	0.18
Obstáculos Conocimiento	0.52	0.59
Obstáculos Financieros	0.62	0.71
Obstáculos de Mercado	0.52	0.59
Obstáculos de Regulación	0.38	0.43

#### 4. Estrategia Empírica

Como esta estrategia utiliza una medida directa (percepción de los obstáculos) del conocimiento sobre la innovación, se tomaron en cuenta los problemas que se generan en dichas estimaciones al tomar todas las firmas de la muestra. En este sentido, siguiendo lo planteado por Savignac (2008), para evitar el sesgo asociado a firmas que no innovan y no declaran percibir obstáculos, la muestra es restringida

(2) Si bien la variable consiste en preguntarle a los gerentes de las empresas su percepción sobre cada uno de estos factores, los resultados son similares si en lugar de la variable aquí descrita se utiliza la variable estandarizada.

(3) Estimaciones de cada factor por separado lleva a conclusiones similares respecto a su efecto negativo en innovación. Como están altamente correlacionados, incluirlos conjuntamente reduce la significancia de alguno de ellos y se hace difícil identificar su impacto por separado.

a firmas potencialmente innovadoras. Estas se definen como el grupo de firmas que han realizado alguna innovación o declaran que han enfrentado algún obstáculo para innovar. De esta forma, las firmas que no tienen interés en innovar son eliminadas de las estimaciones para evitar el sesgo de selección identificado en esta literatura (Savignac, 2008; Blanchard, et al., 2013; Mancusi & Vezzulli, 2010).

Para la estimación, se modela una variable latente  $I$  para la firma  $i$  en el sector  $j$  y localizada en la región  $r$ , como función de los determinantes tradicionales de la innovación y en la existencia de los obstáculos de conocimiento. Esto es:

$$I_{ijr}^* = \beta X_{ijr} + \delta C_{ijr} + S_j + S_r + \varepsilon_{ijr}$$

En los datos se observa si efectivamente la firma innovó o no, por lo que se define la variable binaria:

$$I_{ijr} = \begin{cases} = 1 & \text{si la firma innovó} \\ = 0 & \text{si la firma no innovó} \end{cases}$$

De esta forma, el modelo estimado corresponde a un Probit, donde la propensión a innovar es explicada por determinantes de la innovación ( $X$ ) y por la existencia de Obstáculos de Conocimiento ( $C$ ).

$$I_{ijr} = F(\beta X_{ijr} + \delta C_{ijr} + S_j + S_r + \varepsilon_{ijr} > 0)$$

$I_{ijr}$  es una variable dummy que indica si la firma  $i$  en la industria  $j$  en la región  $r$  innovó.  $S_j$  son efectos fijos por industria y  $S_r$  son efectos fijos por región.

A pesar que la literatura previa encuentra que restringir la muestra a las firmas potencialmente innovadoras contribuye a solucionar el sesgo en la estimación del parámetro  $\delta$ , pasando de positivo a negativo, de todas formas puede haber razones para que sigan existiendo problemas de endogeneidad. En primer lugar, la decisión de innovar y la severidad de la barrera de conocimiento pueden estar ambas afectadas por elementos heterogéneos no observables comunes, tales como la incertidumbre respecto a la dificultad del proyecto y a las capacidades de los empleados de resolver los problemas que aparezcan. En segundo lugar, la decisión de innovar y la severidad de los obstáculos de conocimiento pueden ser determinadas simultáneamente, ya que a medida que se innova es que los obstáculos dificultan el proceso.

Por lo tanto, además de restringir la muestra, se utiliza un modelo Probit Bivariado simultáneo<sup>4</sup>, donde la existencia de obstáculos de conocimiento afecta la probabilidad de innovar y el comportamiento innovador induce la severidad del obstáculo de conocimiento.

$$\begin{aligned} I_{ijr}^* &= \beta_1 X_{ijr} + \delta_1 C_{ijk}^* + S_j + S_r + \varepsilon_{ijr} \\ C_{ijr}^* &= \beta_2 X_{ijr} + \delta_2 I_{ijr}^* + S_j + S_r + u_{ijr} \end{aligned} \quad (6)$$

Para estimar este modelo se necesita una restricción de exclusión. En este caso, se asume que los obstáculos de conocimiento afectan a la

innovación, pero que luego de controlar por los determinantes conocimiento, la innovación no afecta la percepción de este obstáculo. Es decir, al incluir variables que afectan  $C$  pero no  $I$ , se puede suponer que  $\delta_2 = 0$ .

Además de los obstáculos, basado en estudios previos similares, se incluyen como determinantes de la innovación las siguientes características de las empresas:

- **Edad:** Se considera esta variable para analizar si las firmas más antiguas innovan más o menos que las firmas más nuevas.
- **Exportación:** Si la firma exporta o no, porque el acceso a los mercados internacionales puede significar un aumento en la probabilidad de innovar ya que aumenta el grado de competencia (Harris & Moffat, 2011).
- **Unidad I+D:** Si la firma tiene una unidad formal o informal de Investigación y Desarrollo o bien gasta en I+D. Esto porque denota que la firma tiene las capacidades para innovar, independiente de si lo hace efectivamente o no. No todas las firmas que poseen departamento de I+D innovan, de hecho un 21% de las empresas que poseen o invierten en I+D no innovaron durante el periodo.
- **Empleados Calificados:** Calidad del capital humano de la empresa medido como la proporción de mano de obra calificada. Se incluye esta variable ya que una mano de obra más preparada implica que la firma posee mayor capacidad de aprender y quizás de innovar en nuevos procesos o productos.
- **Cantidad de Empleados:** Tamaño de la empresa medido como el logaritmo de la cantidad de empleados. Dicha variable se incluye en el modelo porque tal como ha enfatizado Schumpeter (1942), las firmas más grandes pueden tender a innovar más que las firmas pequeñas ya que pueden aprovechar sus economías de escala y otras características particulares.

En la Tabla 2 se encuentra la estadística descriptiva respecto a estas variables. Las primeras dos columnas de la tabla muestra estadística respecto a todas las firmas. En este caso, la edad promedio de las firmas es 14.9 años, el 5% de las firmas exporta, un 1,5% de las firmas posee un departamento de I+D, la proporción promedio de empleados calificados es 25% y el promedio del logaritmo trabajadores es 2.04. En las dos últimas columnas de la Tabla 2 se muestra la estadística para las firmas potencialmente innovadoras. Se aprecia que las medias de las variables son muy similares entre ambos grupos. En cambio, la Tabla 1 revela que los obstáculos son más relevantes para este tipo de empresas que para la muestra total.

Otras variables utilizadas en la estimación son aquellas utilizadas como restricción de exclusión y permiten la identificación causal del

(4) Una alternativa es usar un Probit con Variables Instrumentales (IV Probit), pero requiere que la variable endógena sea continua. En tal caso, utilizamos el promedio de la percepción de cada factor que compone los obstáculos de conocimiento. Los resultados son generalmente similares respecto a su efecto negativo en innovación, aunque su significancia es menor.

modelo. Estas variables deben estar correlacionadas con la percepción del obstáculo de conocimiento por parte de la firma, pero no deben correlacionarse con la innovación a través de otros canales. Para esto, se utilizan 2 variables de relacionadas al grado de conocimiento al que puede acceder o tiene acceso la firma.

**Tabla 2.** Estadística Descriptiva

Variable	Toda la muestra		InnPot Inicial	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
Edad	14.90	12.02	15.03	12.44
Exportación	0.06	0.23	0.06	0.24
Unidad I+D	0.02	0.12	0.02	0.13
Emp. Calificados	0.26	0.32	0.25	0.32
Num. Empleados	2.05	1.44	2.09	1.43
Conocimiento SR	0.38	0.12	0.39	0.12
Cooperación SR	0.14	0.11	0.13	0.11
Conoc. Público	0.39	0.49	0.39	0.49
Prof	5.61	4.48	5.57	4.49

La primera variable intenta capturar el efecto de aumentos en la oferta regional de profesionales vinculados a la generación de conocimiento científico y tecnológico (Prof). Para esto, se considera la matrícula universitaria de pregrado<sup>5</sup> del año 2012 en las carreras de Ciencias y de Tecnología<sup>6</sup> de cada región y se multiplica por la proporción de empleados que tienen estudios universitarios o de postgrado en cada firma. Esta variable se basa en la interacción entre la oferta de mano de obra calificada de la región, y la demanda potencial de mano de obra calificada de la firma ( $\delta_{i,r}$ ). Se asume que la oferta de profesionales es exógena, ya que una firma no puede incidir en la oferta de mano de obra calificada de una región, y que las firmas se ven afectadas de distinta forma en función de su necesidad de mano de obra calificada.

En la ecuación de obstáculos se incluye una variable relativa al grado de información que posee la firma. Se define como una variable binaria igual a 1 si la firma conoce instrumentos de fomento público (Conoc. Público). Se asume que esta variable se correlaciona con el conocimiento, ya que mide información relevante que posee la firma para innovar, pero que no es un determinante de la innovación. De hecho, la pregunta es si conoce este tipo de instrumentos, no si ha aplicado a ellos o los ha utilizado. Para corroborar este supuesto, se probó esta variable como determinante de la innovación, encontrándose que no es una variable significativa.

Para controlar por el potencial impacto de otros factores asociados a la falta de conocimiento, se incluyen dos variables adicionales en esta ecuación. La primera es una variable que mide la propensión a

cooperar en la industria y región (Cooperación SR). A mayor propensión a cooperar, se espera que las firmas enfrenten menores obstáculos de conocimiento. Se construye como el porcentaje de firmas que cooperaron en cada industria/región. La segunda, captura los factores comunes que constituyen obstáculos al conocimiento de las firmas. Se calcula como la proporción de firmas en la misma industria/región que declaran como severos a los obstáculos de conocimiento (Conocimiento SR).

## 5. Resultados

La Tabla 3 presenta los resultados de las estimaciones principales. Las columnas 1 y 2 corresponden a estimaciones con el total de firmas de la base, mientras que las columnas 3 y 4 solo consideran a las firmas potencialmente innovadoras. Las columnas 1, 2 y 3 corresponden a los efectos marginales de un modelo Probit y la columna 4 a un modelo Probit Bivariado.

En la columna (1) no se incluye la variable de obstáculo, pero se incluye en la columna (2). Al comparar ambos resultados, correspondiente a la totalidad de las firmas, se puede apreciar que la inclusión de los Obstáculos de Conocimiento no afecta significativamente los otros determinantes de la innovación. En ambas estimaciones, tanto si la firma exporta como si posee Unidad de I+D y el número de empleados afectan positiva y significativamente la propensión a innovar.

Es importante destacar que al incluir los obstáculos de conocimiento en la estimación con todas las firmas, el coeficiente de esta variable es positivo, aunque no significativo. Esto es consistente con lo discutido anteriormente relativo al sesgo de selección en este tipo de estimaciones al incluir a todas las firmas.

En las columnas 3 y 4 se corrige por este sesgo. La diferencia entre ambas columnas es que la columna 3 corresponde a los efectos marginales de una estimación Probit, mientras que la columna 4 son los coeficientes de un modelo Probit Bivariado. Si comparamos la columna 2 con la 3, vemos que al restringir la muestra el coeficiente de los Obstáculos de Conocimiento cambia al signo esperado: en este caso pasa a ser negativo. Al mismo tiempo, los determinantes de la innovación no sufren cambios mayores y los coeficientes se mantienen en torno a valores similares.

La columna 4 muestra un efecto negativo y estadísticamente significativo de los obstáculos de conocimiento, lo que indica que si se corrige tanto por el sesgo de selección como por endogeneidad, se encuentra que las firmas que presentan más obstáculos de conocimiento tienden a innovar menos. En esta columna, en términos de significancia y signo se mantienen los resultados referidos a los otros determinantes de la innovación. El efecto marginal es relativamente importante, indicando que una alta incidencia de obstáculos al conocimiento reduce la probabilidad de innovar en cerca de un 26%.

(5) Una mejor medida sería el número de egresados, pero no está disponible. En todo caso ambas deberían estar altamente correlacionadas entre regiones, salvo haya diferencias regionales muy marcadas entre matrícula y egreso.

(6) Las carreras de Ciencia son programas como Bachillerato en Ciencias y similares; Biología; Bioquímica; Física, astronomía y similares; Geología; Ingeniería estadística, estadística y similares; Licenciatura en Ciencias y similares, Licenciatura en matemáticas; Química y carreras similares; y Técnico en química, análisis químico y similares. En tanto que las de tecnología son Bioingeniería; Cartografía; Construcción Civil; Ingenierías e Ingenierías Civiles.

La estimación del Probit bivariado permite también analizar variables que afectan la severidad de los obstáculos de conocimiento. Los resultados indican que la información sobre instrumentos públicos y la disponibilidad de profesionales en ciencia y tecnología reducen la severidad de este obstáculo. El resto de las variables, en particular la propensión a cooperar y la severidad de los obstáculos en firmas similares no afectan la probabilidad que los obstáculos de conocimiento sean relevantes para las firmas.

**Tabla 3.** Determinantes de la Innovación Marginal Effects

	Toda la muestra		Potencialmente innovadoras	
	(1)	(2)	(3)	(5)
Innovación	Dprobit	Dprobit	Dprobit	Biprobit
Obs. Conocimiento		0.0348 (0.0334)	-0.0139 (0.0381)	-0.268*** (0.0245)
Edad	-0.00129 (0.00146)	-0.00131 (0.00145)	-0.00146 (0.00159)	-0.000729 (0.00133)
Exportación	0.205** (0.0880)	0.204** (0.0873)	0.219** (0.0939)	0.107 (0.0708)
Unidad I+D	0.577*** (0.0946)	0.584*** (0.0939)	0.595*** (0.0867)	0.156 (0.108)
Emp. Calificados	0.0109 (0.0527)	0.0158 (0.0521)	0.00786 (0.0610)	-0.00427 (0.0525)
Num. Empleados	0.0711*** (0.00990)	0.0715*** (0.00996)	0.0758*** (0.0118)	0.0320** (0.0128)
Obs. Conocimiento				
Conocimiento SR				-0.0660 (0.0441)
Cooperación SR				-0.0385 (0.0509)
Conoc. Público				-0.0172* (0.00904)
Prof				-0.00538** (0.00209)
Observations	4,590	4,590	4,050	4,050
Industria FE	Si	Si	Si	Si
Region FE	Si	Si	Si	Si

Robust standard errors in parentheses \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

### Efectos por Tipo de Innovación

En esta sección, se presentan y discuten los resultados según el tipo de innovación que realiza la firma. Las innovaciones se pueden agrupar en dos grandes grupos: Innovaciones Tecnológicas e Innovaciones No Tecnológicas. Las Innovaciones Tecnológicas se refieren a innovaciones de proceso o producto que haya realizado la firma, mientras que las No Tecnológicas indican si la firma introdujo innovaciones organizacionales o de marketing.

El motivo de estudiar diferencias en cómo afecta el conocimiento a cada tipo de innovación es que estas innovaciones pueden ser de naturaleza distinta. Tal como sugiere Toner (2011), cada tipo de innovación requiere de insumos distintos, lo que repercute finalmente en los conocimientos necesarios y por ende probablemente en los efectos negativos de este obstáculo sobre la innovación de las empresas. De esta forma, es de esperar que el conocimiento afecte a todos los tipos de innovación, pero su relevancia podría ser distinta. Es difícil, sin embargo, indicar a priori si los obstáculos de conocimiento son más importante en innovaciones tecnológicas que no tecnológicas.

Además, con el objetivo de analizar si estas barreras han afectado mayormente la probabilidad de introducir innovaciones más novedosas, hacemos uso de la información de si las innovaciones de producto y procesos son consideradas como nuevas para el mercado y no sólo para la empresa. Esto es lo que calificamos como innovación tecnológica novedosa.

**Tabla 4.** Determinantes por Tipo de Innovación

Innovación	Tecnológica	No Tecnológica	Tecnológica Novedosa
Obs. Conocimiento	-0.269*** (0.0384)	-0.253*** (0.0345)	-0.119 (0.200)
Edad	-0.000483 (0.00131)	-0.00178 (0.00109)	0.000409 (0.000625)
Exportación	0.0280 (0.0731)	0.107* (0.0618)	0.0625 (0.0409)
Unidad I+D	0.163 (0.191)	0.0635 (0.0632)	0.112** (0.0479)
Emp. Calificados	-0.00903 (0.0535)	-0.0143 (0.0441)	0.00798 (0.0307)
Num. Empleados	0.0253 (0.0206)	0.0339*** (0.0101)	0.00615 (0.00562)
Obstáculos			
Conocimiento SR	-0.0474 (0.0390)	-0.0588* (0.0342)	-0.0139 (0.00892)
Cooperación SR	-0.0147 (0.0480)	-0.0158 (0.0345)	-0.00209 (0.00853)
Conoc. Público	-0.0152* (0.00838)	-0.0135* (0.00768)	-0.00339 (0.00364)
Prof	-0.00390** (0.00180)	-0.00341** (0.00162)	-0.000613 (0.000584)
Observations	4,050	4,050	4,050
Industria FE	Si	Si	Si
Region FE	Si	Si	Si

Robust standard errors in parentheses \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

En la Tabla 4 se presentan los resultados considerando los tres tipos de innovación: tecnológica, no tecnología y tecnológica novedosa. Los resultados respecto a los obstáculos para la probabilidad de innovar son similares para ambos tipos de innovaciones. Se encuentra que el efecto de los obstáculos de conocimiento es negativo y estadísticamente significativo para la probabilidad de introducir innovaciones tecnológicas y no tecnológicas. Más aún, para ambas, el impacto es una reducción en torno al 27%.

Respecto a la novedad de la innovación, aunque también se encuentra un efecto negativo en torno al 11%, éste es no significativo. Esto indica que el bajo grado de novedad de las innovaciones de las empresas chilenas responde a otro tipo de problemas y no necesariamente a los obstáculos de conocimiento que ellas mismas declaran. Esto puede ser una pregunta relevante para futuras investigaciones respecto a qué factores limitan la introducción de innovaciones más novedosas.

## 5. Conclusiones

En esta investigación, se ha analizado cómo los obstáculos de conocimiento afectan la innovación de las firmas chilenas. Consistente con la evidencia internacional que utiliza obstáculos auto-reportados en las encuestas de innovación, nuestro trabajo confirma que es necesario utilizar una muestra adecuada y corregir por la endogeneidad de los obstáculos para estimar correctamente su efecto causal de estos obstáculos. En particular, se restringe la muestra a las firmas potencialmente innovadoras y se utiliza un Probit bivariado con restricciones de exclusión, las que corresponden a variables asociadas con la disponibilidad de personal calificado y el conocimiento de programas públicos.

Los resultados indican que los obstáculos al conocimiento afectan negativamente la probabilidad de innovar. Este efecto se encuentra tanto para las innovaciones tecnológicas como no tecnológicas. En términos cuantitativos su efecto es relevante. En ausencia de estos obstáculos, la probabilidad de innovar se incrementaría en un 26%. Este efecto es comparable al impacto de las restricciones financieras encontrado por Alvarez y Crespi (2015), las que de eliminarse, incrementarían la probabilidad de innovar en un 32%.

También se estudia el efecto sobre la novedad de la innovación, y se encuentra que el impacto de los obstáculos de conocimiento no es significativo. Esto indica que el bajo grado de novedad de las innovaciones de las empresas chilenas puede responder a otro tipo de problemas. Futuras investigaciones podrían indagar en más detalle respecto a qué factores limitan la introducción de innovaciones más novedosas y cómo su impacto podría diferir de acuerdo a otras características de las empresas como tamaño y localización.

Nuestros resultados tienen implicancias de política importantes considerando que muchos de los programas públicos en innovación son basados en la existencia de restricciones financieras. Esta evidencia, junto a otra reciente a nivel mundial, indica que es necesario profundizar en la implementación de programas que afecten más directamente a otros obstáculos a la innovación.

En relación a los determinantes de estos obstáculos, se encuentra que mayores niveles generales de información y la oferta de capital humano especializado contribuyen a que estas barreras sean percibidas como menos severas. En este sentido, se requiere analizar cómo las firmas reciben y adquieren información, y de qué manera las políticas públicas podrían contribuir a mejorar en esa dimensión. También, en lo relativo al capital humano, nuestros resultados indican que programas de inserción de profesionales en la empresa podrían ayudar en este sentido.

## Referencias

- Aghion, P., Akcigit, U., & Bergaud, A. (2015). Innovation and Top Income Inequality. *NBER Working Papers*.
- Álvarez, R., & Crespi, G. (2015). Heterogeneous effects of financial constraints on innovation: Evidence from Chile. *Science and Public Policy*, 42(5), 1-14.
- Amara, N., D'Este, P., Landry, R., & Doloreux, D. (2016). Impacts of obstacles on innovation patterns in KIBS firms. *Journal of Business Research*, 69(10), 4065-4073.
- Belitz, H., & Lejpras, A. (2016). Financing patterns of R&D in small and medium-sized enterprises and the perception of innovation barriers in Germany. *Science and Public Policy*, 43(2), 245-261.
- Blanchard, P. H., Musolesi, A., & Sevestre, P. (2013). Where there is a will, there is a way? Assessing the impact of obstacles to innovation. *Industrial and Corporate Change*, 22(3), 679-710.
- Canepa, A., & Stoneman, P. (2008). Financial constraints to innovation in the UK: evidence from CIS2 and CIS3. *Oxford Economic Papers*, 60(4), 711-730.
- Coad, A., Savona, M., & Pellegrino, G. (2016). Barriers to innovation and firm productivity. *Economics of Innovation and New Technology*, 25(3), 321-334.
- Coad, Pellegrino, & Savona. (2016). Barriers to innovation and firm productivity. *Economics of Innovation and New Technology*, 25(3), 321-334.
- Crespi, G., & Zuñiga, P. (2012). Innovation and productivity; Evidence from six Latin American countries. *World Development*, 40(2), 273-290.
- D'Este, P., Rentocchini, F., & Vega-Jurado, J. (2014). The role of human capital in lowering the barriers to engaging in innovation: Evidence from the Spanish innovation survey. *Industry and Innovation*, 21(1), 1-19.
- D'Este, P., Iammarino, S., Savona, M., & von Tuzelmann, N. (2012). What hampers innovation? Revealed barriers versus deterring barriers. *Research Policy*, 41(2), 482-488.

- Galia, F., & Legros, D. (2012). Are innovation and R&D the only sources of firms' knowledge that increase productivity? *Journal of Productivity Analysis*, 38(2), 167-181.
- Galia, F., Mancini, S., & V, M. (2012). Obstacles to innovation: what hampers innovation in France and Italy? *DRUID Society Conference 2012*.
- Grant, R. (1996). Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(2), 109-122.
- Harris, R., & Moffat, J. (2011). R&D, innovation and exporting. *SERC Discussion Paper*.
- Hottenrott, H., & Peters, B. (2012). Innovative Capability and Financing constraints for innovation: More money, more innovation? *The Review of Economics and Statistics*, 94(4), 1126-1142.
- Iammarino, S., Sanna-Randaccio, F., & Savona, M. (2009). The perception of obstacles to innovation: Multinational and domestic firms in Italy. *Revue d'économie industrielle*(125), 75-104.
- Lee, K., & Kang, M. (2007). Innovation types and productivity growth: Evidence from Korean manufacturing firms. *Global Economic Review*, 36(4), 343-359.
- Leonard-Barton, D. (1995). Wellsprings of knowledge: Building and sustaining the sources of innovation.
- Mancusi, M., & Vezzulli, A. (2010). R&D, innovation and liquidity constraint. *Knowledge, Internationalization and Technology Studies*.
- Mohnen, P., & Röller, L. (2005). Complementarities in Innovation Policy. *European Economic Review*, 49(6), 1431-1450.
- Mohnen, P., Palm, F., Van Der Loeff, S., & Tiwari, A. (2008). Financial constraints and other obstacles: are they a threat to innovation activity? *De Economist*, 156(2), 201-214.
- Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*, 5(1), 14-37.
- Nonaka, I., Toyama, R., & Nagata, A. (2000). A firm as a knowledge-creating entity: a new perspective on the theory of the firm. *Industrial and Corporate Change*, 9(1), 1-20.
- Pellegrino, G. & M. Savona (2017). No money, no honey? Financial versus knowledge and demand constraints on innovation. *Research Policy*, 46 (2). pp. 510-521
- Savignac, F. (2008). The impact of financial constraints on innovation: What can be learned from a direct measure? *Economics of Innovation and New Technology*, 17(6), 553-569.
- Schneider, Gunther, & Branderburg. (2010). Innovation and skills from a sectoral perspective: A linked employer-employee analysis. *Economics of Innovation and New Technology*, 19(2), 185-202.
- Schumpeter. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*.
- Segarra-Blasco, A., Teruel, M., & García-Quevedo, J. (2008). Barriers to Innovation and Public Policy in Catalonia. *International entrepreneurship and management journal*, 4(4), 431-451.
- Toner, P. (2011). Workforce skills and innovation: An overview of major themes in the literature. *OECD Education Working Papers*, 55.
- van Uden, A., Knobens, J., & Vermeulen, P. (2016). Human capital and innovation in Sub-Saharan countries: A firm level study. *Innovation*, 1-22.