



dECON

Facultad de Ciencias Sociales

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

Documentos de Trabajo

**Evaluación de impacto del esquema de incentivos
a la investigación académica desplegado en Uruguay
(2008-2016).**

Ximena Usher Güimil

Documento No. 03/21

Junio 2021

ISSN 0797-7484

Evaluación de impacto del esquema de incentivos a la investigación académica desplegado en Uruguay (2008-2016).

Ximena Usher Güimil¹

¹ Documento de trabajo basado en la tesis para la obtención del título de Magíster en Economía de la Facultad de Ciencias Sociales.

Resumen

El objetivo de este trabajo es determinar si el esquema de incentivos a la investigación académica, desplegado a partir del 2008, tuvo efectos en la generación de conocimiento, cuantitativa y cualitativamente, aproximado a través de publicaciones en SCOPUS y del factor de impacto. La evaluación de un conjunto de apoyos con posibles efectos directos e indirectos en toda la comunidad académica implica el desafío de encontrar un contrafactual no contaminado. Para eso, se utiliza a doctores con formación de grado en el país pero que residan fuera y no hayan recibido, durante el período de tratamiento, ningún tipo de apoyo del esquema de incentivos implementado en nuestro país. Esta estrategia de identificación resulta novedosa en las evaluaciones realizadas en la materia. A partir del estimador semiparamétrico de diferencias en diferencias de Abadie (2005) se obtiene que, si bien las publicaciones totales uruguayas en SCOPUS se han cuadruplicado en lo que va del siglo, la brecha existente entre los investigadores radicados dentro y fuera del país se incrementó. Asimismo, se identifican efectos heterogéneos por área de conocimiento, tanto en publicaciones, donde el incremento de la brecha es aún mayor en las ciencias médicas y de la salud y en las ingenierías y tecnologías, como en el factor de impacto, donde se puede encontrar un efecto positivo, es decir, una disminución de la brecha, tanto en ciencias sociales como en humanidades.

Palabras clave: evaluación de impacto, investigación, política.

Clasificación JEL: C21, H43, H59, I23.

Abstract

The goal of this work is establishing whether the incentive schemes for academic research that is being developed since 2008, has had any effect on generating knowledge, both quantitatively and qualitatively, by approximation through SCOPUS publications and the impact factor. The evaluation of a set of supports with possible direct and indirect effects on the whole academic community implies the challenge of finding a non-contaminated counterfactual. In order to do so, the resort used were doctors who have completed a Bachelor's/Associate's Degree in Uruguay but that currently live abroad and who have never received (during the time frame we are analyzing) any kind of support from the incentive scheme implemented in our country. This identification strategy turns out to be innovative within the evaluations made in this subject matter. Based on A. Abadie's Semiparametric Difference-in-Difference Estimator (2005), we conclude that, even though the total of Uruguayan publications in SCOPUS have increased four-fold this century, the existing gap between investigators residing in the country and those residing abroad has broaden. Also, heterogeneous effects in different fields of knowledge have been identified, both in publications, where the gap is even wider in Medical and Health Sciences and in Engineering and Technology, and in the impact factor, where there is a positive effect, that is to say, a narrowing of the gap, in Social Sciences and Humanities.

Key words: Impact evaluation, research, policy.

JEL classification: C21, H43, H59, I23.

1. Introducción

En los trabajos seminales de Nelson (1959) y Arrow (1962) se ha destacado la importancia de la investigación y desarrollo (I+D) tanto para la generación de conocimiento como para el incremento de la productividad. Desde entonces han surgido diversas teorías en torno al conocimiento, todas ellas concluyen en la necesidad de la intervención estatal en el apoyo a la investigación. La teoría de las fallas de mercado, liderada por los mencionados autores, se apoya en el carácter de bien público del conocimiento y en la divergencia entre la tasa de retorno privada y social de inversión en investigación.

La Nueva Economía de la Ciencia (Dasgupta, 1987, y David, 1998) divide al conocimiento entre tácito y codificado. Esta corriente plantea que es endógena la decisión de los investigadores de transformar el producto de su investigación en conocimiento codificado y, por tanto, disponible bajo la forma de información, o de mantenerlo de forma tácita y que el Estado deba intervenir para generar el esquema de incentivos adecuado que genere la distribución óptima entre los tipos de conocimiento.

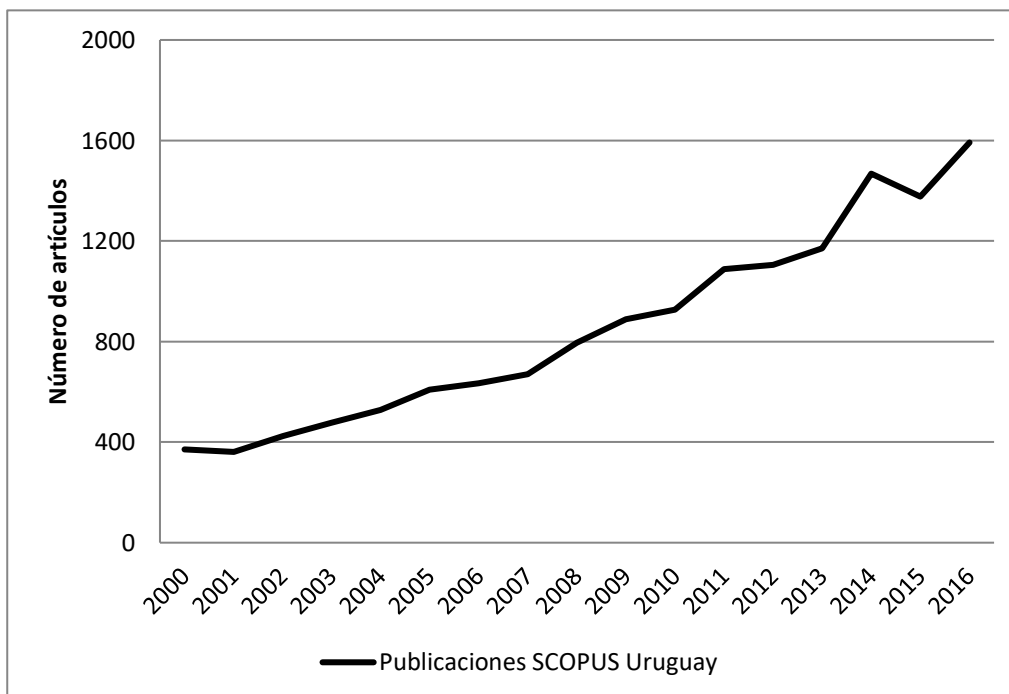
Finalmente, los evolucionistas, liderados por Pavitt (2000 y 2001), entienden que la información no es fácilmente transmisible ni apropiable, por lo que se necesita un sistema de capacidades propias para poder incorporar el conocimiento codificado, y que el Estado debe intervenir para reforzar ese sistema.

Las políticas de apoyo a la ciencia, la tecnología y la innovación, cualquiera sea el sustento teórico, se han intensificado y complejizado en América Latina desde finales del siglo XX. Uruguay no es la excepción. Ha habido distintos avances desde el retorno a la democracia, que han convergido en el sistema de incentivos actual, el cual comienza a funcionar a pleno aproximadamente en el año 2008. El sistema de incentivos a la investigación académica uruguaya se puede sintetizar en cuatro pilares: incremento de los ingresos fijos a través del crecimiento de los sueldos y de instrumentos específicos, incremento de los ingresos variables por un mayor número de proyectos concursables, incentivos reputacionales y fortalecimiento de la infraestructura de apoyo a la investigación mediante la compra de equipamiento o universalización gratuita de la literatura científica.

Esta política, al igual que la investigación científica, tiene diversos objetivos, dentro de los que se pueden destacar la generación de conocimiento, la generación de productos técnicos destinados al sector productivo o social y la formación de recursos humanos. El presente trabajo se centra en el primero de ellos y lo aproxima, bibliometría mediante, por la cantidad y la calidad

de las publicaciones arbitradas. En lo que va del siglo, las publicaciones en SCOPUS¹ de Uruguay se han cuadruplicado a un ritmo marginalmente superior al de la región, mientras que las del mundo se han duplicado. Esta diferencia se observa partiendo de niveles sustancialmente inferiores, como se advierte en los siguientes gráficos.

GRÁFICO 1. Evolución de las publicaciones arbitradas de Uruguay, 2000-2016



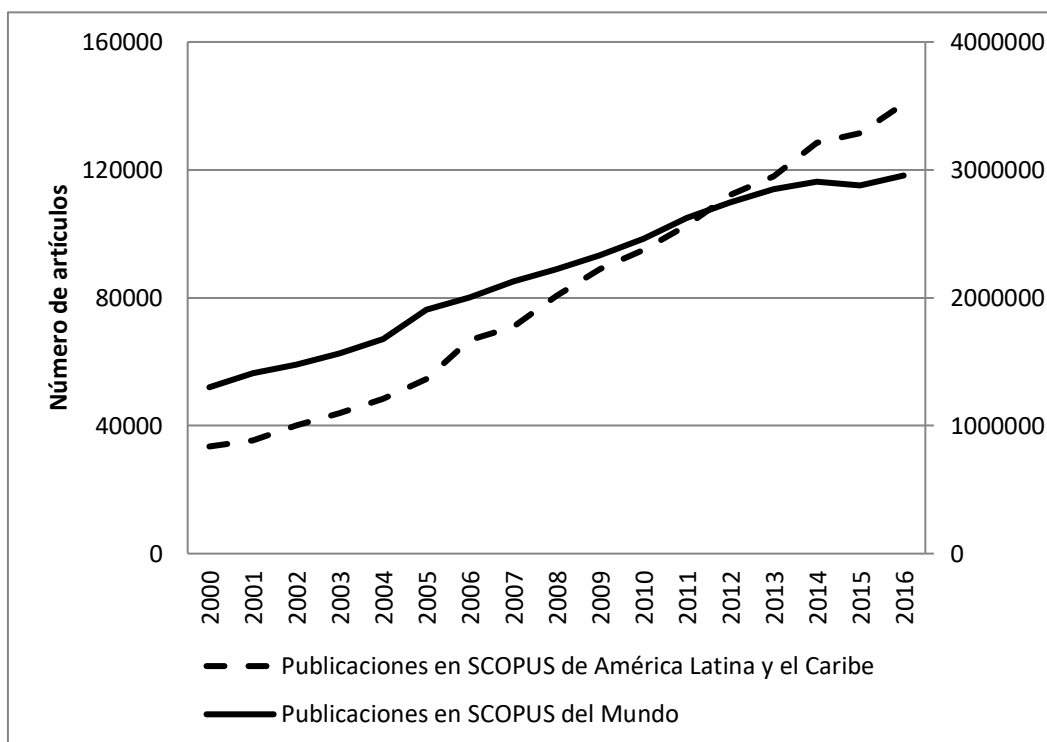
Fuente: RICYT.²

Nota: Se contabilizan las publicaciones con al menos un autor afiliado a una institución uruguaya, en la base de datos de SCOPUS.

¹ Base de datos bibliográfica de publicaciones y citas editada por Elsevier, una de las mayores editoriales de literatura científica.

² Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, iberoamericana e interamericana.

GRÁFICO 2. Evolución de las publicaciones arbitradas de América Latina y el Caribe y del Mundo, 2000-2016



Fuente: RICYT.

Nota: Se contabilizan las publicaciones con al menos un autor afiliado a una institución de América Latina y el Caribe, en la base de datos de SCOPUS.

Concomitantemente, si bien no hay información para todo el período, el número de investigadores en Uruguay también ha crecido: pasaron de 917 en 2008 a 2222 en 2016.³ Por esta razón, el incremento de las publicaciones puede tener dos fuentes: más investigadores publican, efecto extensivo, o aumenta la productividad de los investigadores que ya publicaban, efecto intensivo. El objetivo de este estudio es medir el segundo de los efectos, es decir, el impacto del esquema global de incentivos a la investigación en la productividad de los investigadores, no solo en términos de cantidad de publicaciones, sino también de su calidad, aproximada por las revistas donde publican. El principal desafío para poder lograrlo es encontrar investigadores con la misma formación de base que los beneficiarios del esquema de incentivos, pero que no hubiesen recibido ninguno de los apoyos, para conformar un grupo de control.

³ Investigadores Equivalentes a Jornada Completa, Boletín de indicadores de ciencia, tecnología e innovación (Agencia Nacional de Investigación e Innovación, 2017).

Para realizar la estimación se utiliza el estimador semiparamétrico de diferencias en diferencias de Abadie (2005), tomando como intervención el esquema global de incentivos a la investigación desplegado en Uruguay desde 2008. El grupo de tratamiento (GT) se define como los doctores con formación de grado obtenida en Uruguay, que residan en el país y que, por tanto, hayan sido expuestos al esquema de incentivos a la investigación desplegado en Uruguay. Por su parte, el grupo de control (GC) está conformado por doctores con formación de grado obtenida en Uruguay, que residan fuera del país, que no hayan obtenido ningún apoyo en el período de tratamiento y que, por ende, no estén contaminados por la política a ser evaluada.

Los resultados indican que no se redujo la brecha entre los investigadores radicados en nuestro país y los del exterior, sino que esta se vio acentuada, tanto en la variable cantidad como en la variable calidad. Adicionalmente, el estimador seleccionado permite indagar si existen efectos heterogéneos, elemento especialmente importante en lo que al área de conocimiento refiere, dada la diferencia de patrones de producción científica que existe entre ellas. En ambas variables existe un efecto diferencial negativo para las ciencias médicas y las ingenierías y tecnologías, las principales áreas de producción entre los países de punta, y un efecto positivo en la variable calidad para las ciencias sociales y las humanidades, probablemente asociado a un desplazamiento hacia revistas de mayor impacto.

El incremento de la brecha plantea posibles líneas de investigación para continuar, como, por ejemplo, un análisis multitratamiento o de triple diferencia que permita identificar qué instrumentos son más o menos efectivos dentro del esquema de incentivos, o la inclusión de la intensidad del tratamiento a través del apoyo monetario para determinar el nivel de apoyo necesario para disminuir las diferencias.

El trabajo se organiza de la siguiente manera. La sección 2 presenta la racionalidad del apoyo estatal a la investigación y el desarrollo, según las principales corrientes. En las secciones 3 y 4 se realiza un breve resumen de la evolución de las políticas de ciencia, tecnología e innovación en Uruguay, así como la descripción del esquema de incentivos efectivamente implementado. La sección 5 muestra los principales antecedentes de la literatura empírica de evaluación de impacto de los instrumentos de apoyo a la investigación académica. La estrategia de identificación se describe en la sección 6, seguida de la descripción de los datos. Los resultados son presentados en la sección 7 y en la última sección se exponen las principales conclusiones.

2. Racionalidad del apoyo estatal a la I+D

Desde mediados del siglo pasado, el estudio de la importancia de la I+D, tanto para la generación de conocimiento como para el incremento de la productividad, se ha desarrollado fuertemente. En este marco, asumido el factor preponderante de la I+D, las corrientes principales coinciden en justificar la intervención estatal en el apoyo a la investigación, aunque difieran en los fundamentos.

Siguiendo a Chudnovsky et al. (2006), se pueden identificar tres corrientes principales desde el punto de vista de la economía: la teoría de las fallas de mercado, derivada de los trabajos seminales de Nelson (1959) y Arrow (1962); la nueva economía de la ciencia, plasmada por Dasgupta (1987) y David (1998); y, finalmente, la corriente de los evolucionistas, liderada por Pavitt (2000 y 2001).

Para Arrow (1962), el mercado del conocimiento científico es incompleto y presenta fallas asociadas a tres de sus características: indivisibilidad, inapropiabilidad (al menos completa) e incertidumbre. Las dos primeras son las que definen cualquier bien público, a lo que se adiciona la incertidumbre de los resultados de la investigación. Por último, se puede agregar que es un bien durable (no se destruye con su uso), con cero costo marginal adicional de su uso (bajo el supuesto de que no existen costos de transmisión), por lo que los rendimientos son crecientes, lo cual dificulta aun más los problemas de apropiabilidad típicos en los bienes públicos.

En estas condiciones, las diferencias entre las tasas de retorno privada y social hacen que, sin la intervención del Estado, la inversión en investigación sea subóptima. Por tanto, Nelson (1959) concluye que se debe intervenir cuando el valor marginal de la investigación para la sociedad exceda al valor marginal privado. Audretsch et al. (2002) precisan la regla aun más y sostienen que el Estado debe intervenir cuando la tasa social exceda a la privada, como se indicaba anteriormente, pero que también se deben cumplir dos condiciones extras: 1) que la tasa de retorno social exceda al costo de oportunidad social de invertir en otro proyecto y 2) que la tasa de retorno privada no exceda la mínima tasa privada que hace al proyecto rentable, dado que en estas condiciones el sector privado invertiría de todos modos.

La Nueva Economía de la Ciencia divide al conocimiento científico entre conocimiento codificado y conocimiento tácito, los cuales son sustitutos.⁴ Plantea que es decisión de los investigadores

⁴ El conocimiento codificado es aquel que puede ser comprendido y replicado por un tercero, generalmente la comunidad científica, ya sea para validarlo o refutarlo. El concepto de conocimiento tácito fue

transformar el producto de su investigación en conocimiento codificado y, por tanto, disponible bajo la forma de información, o mantenerlo de forma tácita. Muchas veces lo primero se asocia a las publicaciones, mientras que lo segundo, a los descubrimientos tecnológicos más cercanos al mercado (posiblemente protegidos intelectualmente). La decisión de los investigadores es una función del esquema de incentivos y es precisamente en este esquema donde ponen foco.

Chudnovsky et al. (2006), Dasgupta (1987) y David (1998) combinan la teoría de las fallas de mercado con la teoría de juegos y la organización industrial (asimetría, información incompleta, principal-agente, etc.), así como con la sociología de la ciencia de Polanyi (1997) y Merton (1969) (la distribución entre tácito y codificado es endógena determinada por factores tanto pecuniarios como no pecuniarios). Por tanto, el Estado debe intervenir para generar el esquema de incentivos adecuado, que genere la distribución óptima entre los tipos de conocimiento.

Finalmente, la escuela evolucionista critica la idea de bien público, específicamente el supuesto de que no existen costos de transmisión, dado que la información no es fácilmente transmisible ni apropiable. Ellos enfatizan que uno de los mayores beneficios sociales de la ciencia es el desarrollo de capacidades de investigación. Como señalan Benavente et al. (2012), la racionalidad de la intervención estatal se centra en la naturaleza de la creación de conocimiento, creación que necesita de un sistema de capacidades propias para poder incorporar el conocimiento codificado. Para ello, el Estado debe intervenir reforzando la formación de científicos (Salter y Martin, 2001), la creación de redes de conocimiento (Lundvall, 1992) y la capacidad de resolver problemas (Patel y Pavitt, 2000) o bien generando las instituciones e infraestructura necesarias (Callon, 1994).

En síntesis, la existencia de fallas de mercado apoyan la intervención estatal por la naturaleza de bien público del conocimiento, la nueva economía de la ciencia cuestiona que el conocimiento constituya en sí mismo un bien público y enfatiza en el esquema de incentivos, sobre el cual se debe intervenir, mientras que los evolucionistas entienden que sí existen costos de transmisión y aprendizaje del conocimiento, y justifican la intervención en el estímulo a las capacidades propias de generar e internalizar el conocimiento. Es decir, las tres teorías económicas de la ciencia sustentan la necesidad de una política estatal de apoyo a la ciencia.

acuñado por Polanyi (1997) a través de su frase «we can know more than we can tell», aunque no existe un claro consenso respecto a su definición. El punto central radica en que no es un conocimiento fácil o totalmente transmisible ni replicable fuera de una unidad de investigación.

Como marca Stephan (2010), los economistas no fueron los primeros en notar la naturaleza de bien público del conocimiento y analizar su mercado. En este sentido, partiendo de los trabajos de Merton (1957, 1968 y 1969), la sociología de la ciencia ha demostrado que el mercado del conocimiento ha generado su propio sistema de recompensas y ha evolucionado de manera de proveer a los científicos de los incentivos necesarios para que se comporten según el interés social. Ese sistema se basa en la importancia de ser el primero a la hora de descubrir y comunicar un avance científico.

El reconocimiento obtenido por ser el primero tiene diversas formas, dependiendo de la envergadura del descubrimiento, como poner su nombre en la creación u obtener premios. Las publicaciones, siguiendo nuevamente a Stephan (2010), son una forma inferior de reconocimiento, pero un paso necesario para establecer que se es el primero; por ende, incentivan a los científicos a producir y compartir socialmente el conocimiento. Esto resolvería el problema de apropiabilidad si no fuera porque la ciencia necesita recursos y el mercado de financiamiento no funciona de manera óptima a partir de un sistema de reconocimientos. Por tanto, al igual que la economía de la ciencia, se plantea la necesidad de que existan subsidios públicos a la investigación.

Benavente et al. (2012) marcan la existencia de tres esquemas de incentivos a los investigadores: en el primero el gobierno destina recursos a producir y difundir la investigación científica a través de organizaciones estatales donde el investigador es un empleado público (modelo francés del Centro Nacional de Investigación Científica). El segundo consiste en subsidios al sector privado (o incentivos fiscales) para incrementar la producción de conocimiento, lo cual mitiga el problema de no apropiabilidad. Finalmente, en el tercer esquema se otorgan subsidios directamente a los científicos para financiar sus actividades, que pueden ser fijos, variables o mixtos. La mayoría recomiendan un esquema mixto, incluso Patel y Pavitt (2000) recomiendan una remuneración tripartita, un salario fijo (para asegurar la existencia de un grupo de investigadores a tiempo completo), uno variable (sujeto a ganar proyectos) y uno no monetario del tipo reputacional. En el siguiente apartado se realizará una breve descripción del esquema implementado en la última década en Uruguay.

En conclusión, si bien existe consenso en favor del apoyo público a la investigación científica, no sucede lo mismo con respecto a la mejor manera de realizar dicho apoyo. Por ello, Crespi et al. (2011) destacan que «la necesidad de producir evaluaciones rigurosas de los programas de ciencia, tecnología e innovación ha adquirido una relevancia cada vez mayor para los gobiernos, los organismos multilaterales y la sociedad civil» (p. 4).

Siguiendo a Demsetz (1969), lo que hay que evaluar es que la intervención específica del gobierno genere mejores resultados que su ausencia o que otros arreglos institucionales. Idealmente (Jacob y Lefgren, 2007), el planificador debería querer saber el efecto del gasto y cómo varía entre las disciplinas, los investigadores o las instituciones. Como se verá en la revisión bibliográfica, existen evaluaciones de programas específicos, pero no de la política en su conjunto, que es lo que se pretende en esta tesis. Adicionalmente, se intentará ver si existe un efecto heterogéneo por área del conocimiento.

3. Evolución de la política de ciencia, tecnología e innovación en Uruguay

La política uruguaya de ciencia, tecnología e innovación (CTI) ha seguido patrones similares a los de la mayoría de los países de América Latina, tanto en sus reformas institucionales como en los instrumentos de apoyo a la investigación desplegados. El primer movimiento se verifica en la década del cincuenta y principios del sesenta con la creación de los organismos nacionales de ciencia y tecnología (los llamados ONCYT),

organismos públicos, orientados a la producción, difusión y promoción del desarrollo científico como de la investigación básica y aplicada que, entre otros objetivos fundamentales, tenían como finalidad la creación de institutos de investigación, así como la promoción y el sustento de proyectos de investigación. (Rivas et al., 2014, p. 12)

En esta misma línea, Uruguay crea en 1961 el Consejo Nacional de Innovación, Ciencia y Tecnología (CONICYT).

En el segundo movimiento, iniciado sobre finales del siglo XX hasta nuestros días, tanto la visión como la estructura de la política del CTI se ha vuelto más compleja y se ha alejado del enfoque lineal anterior hacia una visión más sistémica. De manera muy sintética se puede decir que esto se tradujo en tres grandes líneas en Latinoamérica: mayor articulación entre la innovación y la investigación (al menos en los diseños institucionales), mayor jerarquización de la temática (en algunos países se crearon ministerios) y mayor especialización, articulación y planificación (principalmente a través de planes nacionales del CTI). El paralelismo en Uruguay se podría marcar a través de la creación del Gabinete Ministerial para la Innovación, en 2005, y la aprobación del Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI), en 2010 (decreto 82/010).

Siguiendo a Rubianes (2014), los principales cambios en materia de política de CTI desde el retorno a la democracia se pueden dividir en tres fases, cuyo impacto es el objeto de análisis de la presente tesis. En la primera fase, que se extiende entre 1985 y 1990, se destacan la creación del Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA), en 1985, la creación de la Comisión Sectorial de Investigación Científica de la Universidad de la República (CSIC-Udelar), en 1990, y la reinstalación del régimen de dedicación total en la Udelar (RDT). La segunda fase se ubica entre mediados de los noventa y el 2004, período en que se crean el Fondo Clemente Estable, en 1995, el Fondo Nacional de Investigadores, en 1996, y el Institut Pasteur de Montevideo, en 2004.

La tercera fase formalmente va desde el 2005 a la fecha, pero operativamente (hablando en términos de presupuesto) se podría indicar el 2008 como año de funcionamiento pleno. Institucionalmente, esta fase tiene un decreto y tres leyes fundamentales:

- El decreto N.º 136/005 de 2005 establece en abril del 2005 la creación del Gabinete Ministerial de la Innovación (GMI), cuyo objetivo principal es la coordinación y la articulación de las acciones gubernamentales vinculadas a las actividades de innovación, ciencia y tecnología. El GMI se integra por el Ministerio de Educación y Cultura, el Ministerio de Economía y Finanzas, el Ministerio de Industria, Energía y Minería, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca y la Oficina de Planeamiento y Presupuesto.

- La Ley de Presupuesto N.º 17930 de 2005 crea la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y la Dirección de Innovación, Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (DICYT) para que ejerza la secretaría ejecutiva del GMI.

- La Ley N.º 18084, en palabras de Rubianes (2014), «rediseña la nueva institucionalidad en CTI» (p. 231). Ella establece tres niveles: el estratégico y los lineamientos políticos, que le competen al GMI; el ejecutivo, a manos de la ANII, quien debe «Preparar, organizar y administrar instrumentos y programas para la promoción y el fomento del desarrollo científico-tecnológico y la innovación, de acuerdo con los lineamientos político-estratégicos y las prioridades del Poder Ejecutivo así como promover la articulación y coordinación de las acciones de los actores públicos y privados involucrados» (art. 3); y, finalmente, un rol asesor, que le otorga al CONICYT (creado en la década del sesenta), encargado de proponer planes, particularmente el PENCTI, y de efectuar el seguimiento del funcionamiento de los diferentes programas de la Agencia.

- La Ley N.º 18172 crea el Sistema Nacional de Becas y el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), ambos bajo la órbita de la ANII,⁵ y el Centro Uruguayo de Imagenología Molecular (CUDIM).

4. Esquema de incentivos a la investigación de Uruguay, 2008-2016⁶

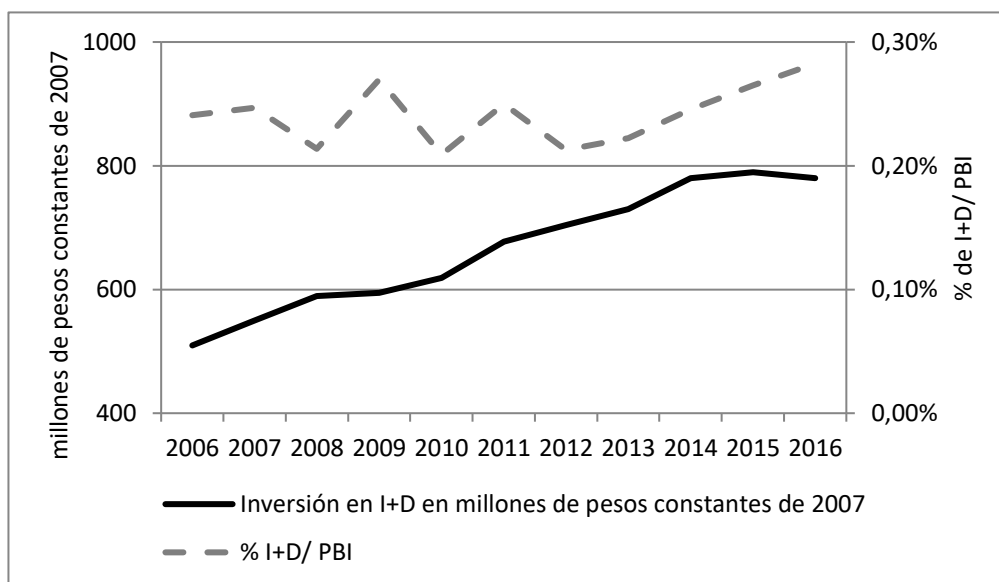
El esquema de incentivos, cuyo impacto se pretende evaluar, se centra en la implementación de la tercera fase. Sintéticamente, esta fase se caracteriza por: cambios institucionales, la intensificación de los instrumentos creados en las dos fases anteriores y un presupuesto creciente de recursos públicos destinados a la I+D.

Como se observa en el siguiente gráfico, la inversión pública en pesos constantes destinada a la investigación y el desarrollo crece a partir 2006 hasta llegar a su máximo en el 2015, con un crecimiento del 53 % en todo el período. Esto no se vio reflejado sustancialmente en relación al PBI, dado que también creció fuertemente en los años de referencia, por lo cual el peso del presupuesto destinado a I+D sobre el PBI se mantuvo en torno al 0,24 %.

⁵ En el caso del SNI, la ANII solo administra; este es conducido por la Comisión Honoraria del Sistema Nacional de Investigadores, integrada por cinco miembros, uno propuesto por la Universidad de la República (Udelar), dos por el CONICYT y dos por el directorio de la ANII.

⁶ El 23 de diciembre de 2016 se aprueba la Ley N.º 19472, que crea el Sistema Nacional de Transformación Productiva y Competitividad, que genera nuevos cambios institucionales pero que son posteriores al período de estudio de la presente tesis.

GRÁFICO 3. Inversión del gobierno y educación superior en I+D, 2005-2016, en millones de pesos constantes del 2007



Fuente: 2006-2007 DICYT, 2008-2016 ANII.

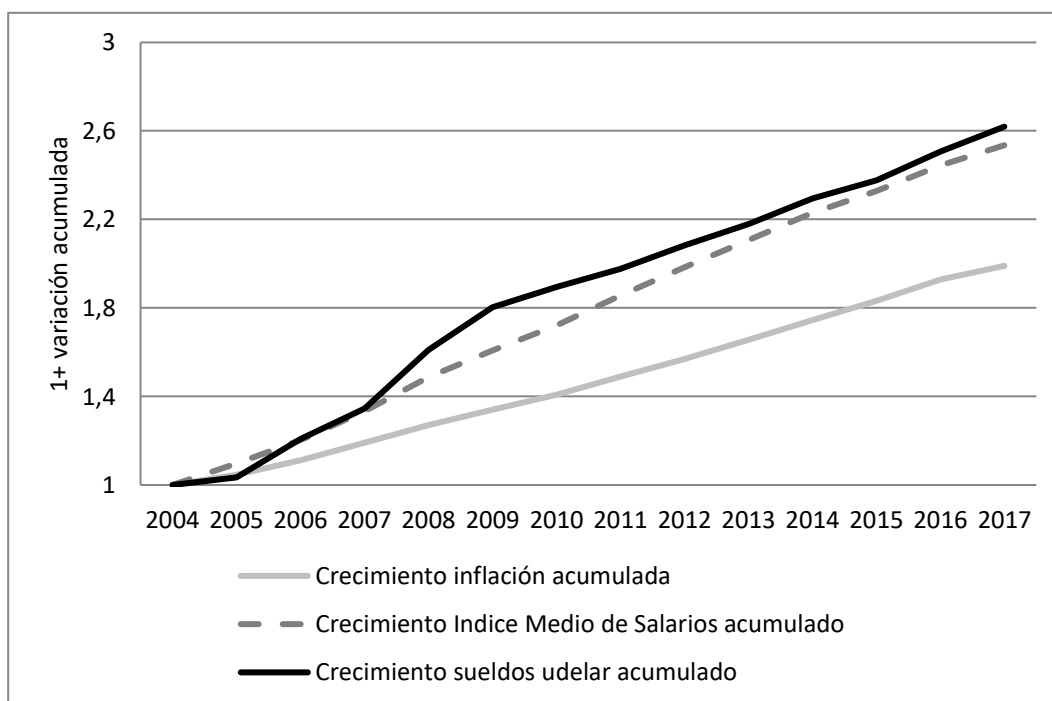
Nota: Se incluye la inversión realizada por el gobierno y la educación superior (pública y privada), excluida la I+D del sector productivo (tanto empresas privadas como públicas).

En este contexto de creciente inversión en I+D, el esquema de incentivos a la investigación académica podría asimilarse al esquema tripartito recomendado por Carillo y Papagni (2004), adicionando un cuarto eje de intervenciones que buscan apoyar el mejoramiento de la infraestructura que soporta la investigación.⁷

El primer componente del esquema de incentivos a los investigadores refiere a los ingresos fijos que buscan dar estabilidad a la carrera académica. Para ello, en Uruguay se aplicaron al menos tres medidas: incremento de los sueldos, incremento del número de investigadores con régimen de dedicación total e incremento del número de investigadores categorizados en el SNI. Tanto el RDT como el SNI están basados en una evaluación ex post de la performance de los investigadores en un período determinado, que toma en cuenta variables como: trayectoria de publicaciones, formación de recursos humanos, desarrollo de líneas de investigación, entre otras.

⁷ El esquema presentado se centra en los instrumentos de apoyo a la generación de conocimiento a través de la academia y deja de lado los apoyos a la I+D dentro de las empresas o los instrumentos de articulación academia-empresa.

GRÁFICO 4. Variación acumulada del salario de la Udelar, el Índice Medio de Salarios y la inflación



Fuente: Elaboración propia en base a salarios Udelar y datos del Instituto Nacional de Estadística.

Tomando en cuenta que la mayoría de los investigadores pertenecen a la Udelar,⁸ se decide aproximar la evolución de los ingresos por salario a través del incremento de la escala de sueldos vigente para cada año de dicha institución. En el gráfico 4 se observa cómo el salario de los investigadores creció tanto en términos reales como en comparación a la evolución del Índice Medio de Salarios de los trabajadores uruguayos, aunque marginalmente respecto a este último. Adicionalmente al salario base, los investigadores con dedicación exclusiva pueden aspirar al RDT presentando sus antecedentes académicos y una propuesta de trabajo para desarrollar en un período de tres años, que será renovable por períodos de hasta cinco años.⁹ La obtención de la dedicación total (DT) implica un incremento salarial del 60%.¹⁰ La cantidad de investigadores en régimen de DT casi se triplicó entre el 2004 y el 2017 (ver gráfico 5). La evaluación cualitativa realizada por Bernheim et al. (2012) a través de entrevistas a investigadores indica que en el

⁸ Según el Informe de Monitoreo de la ANII sobre el Sistema Nacional de Investigadores el 78% de los categorizados activos tienen como institución principal a la Udelar.

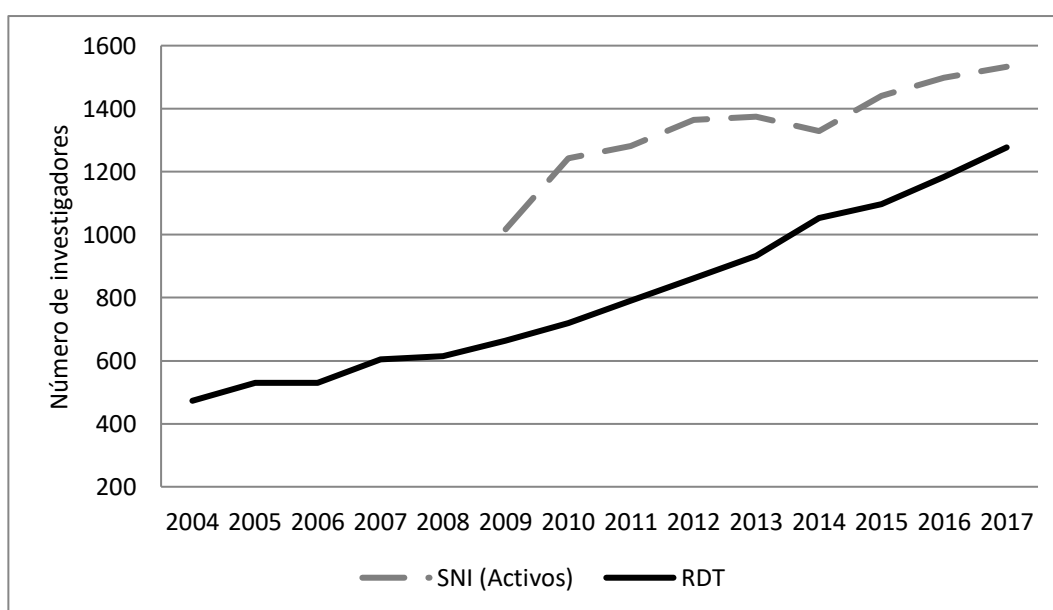
⁹ Artículo 39 del Estatuto del Personal Docente de la Udelar.

¹⁰ Adicionalmente el ingreso al RDT les otorga una partida para gastos de hasta un sueldo por cada año.

ámbito de la Udelar el hito principal que pauta la opción por la carrera de investigador académico en Uruguay es la obtención de la DT.

Finalmente, el tercer ingreso fijo se puede obtener mediante la categorización en el SNI. Este promueve, mediante evaluación periódica, la categorización y el incentivo económico de los investigadores, la producción de conocimiento, transversal a todas las áreas, y el fortalecimiento y la expansión de la comunidad científica nacional. Desde la primera generación en el 2009, cuando ingresaron 1017 investigadores activos, el número de categorizados creció un 50% a 2017 (ver gráfico 5).¹¹ En las entrevistas mencionadas anteriormente, los investigadores indican que el incentivo económico del SNI, al ser de menor cuantía, funciona como variable de ajuste, lo que permite una mayor focalización en la investigación (en caso de no obtenerlo suelen buscar algún tipo de complemento, por ejemplo, a través de consultorías).

GRÁFICO 5. Número de investigadores con incentivos fijos (DT o SNI)



Fuente: Udelar-ANII.

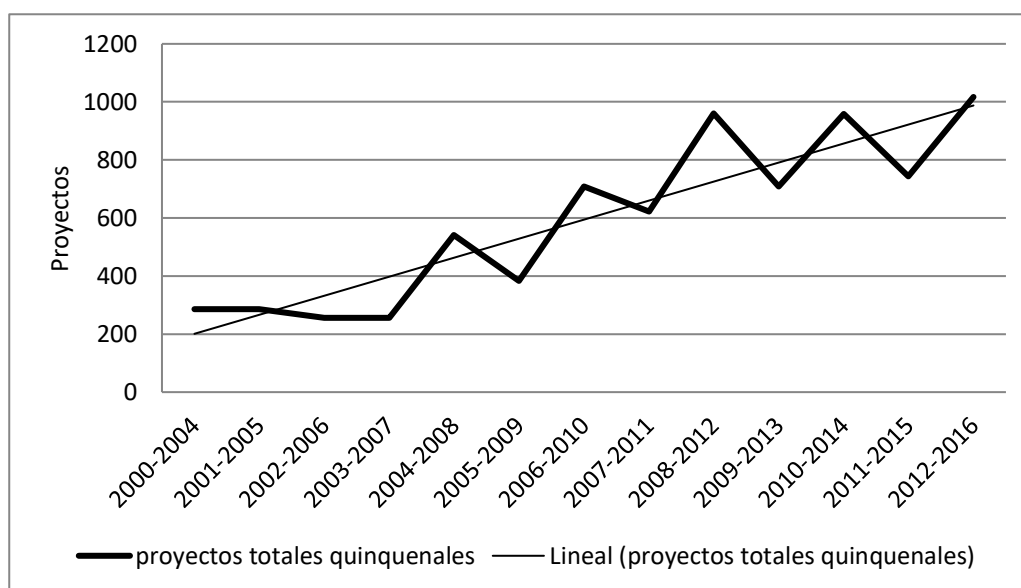
El segundo componente incluye ingresos variables a través de proyectos concursables. En este caso, son evaluaciones ex ante donde las instituciones financiadoras, normalmente a través de

¹¹ El Boletín de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación 2017-ANII, estima que el número de investigadores en Uruguay en el año 2016 era de 2641, lo que implica que el 57% estaba categorizado en el SNI y el 45% estaban dentro del RDT. De todos modos, la estimación de los investigadores, si bien cubre prácticamente la totalidad de los investigadores insertos en la academia (pública o privada), subestima los que trabajan en el Gobierno y casi no incluye los del sector productivo.

evaluación por pares, seleccionan las ideas con mayor potencial y capacidad de los equipos que las presenten. Los llamados pueden ser horizontales, para todas las áreas de conocimiento, o verticales, específicos para un área de interés u orientados a una misión. En nuestro país, si bien los investigadores pueden acceder a diversas fuentes de financiamiento de sus proyectos, nacionales o internacionales, la evolución total se aproximará a través de las dos instituciones que declaran mayor financiamiento de proyectos de investigación: la CSIC y la ANII (ANII, 2008-2017).¹²

Sumando los proyectos de I+D y de apoyo a grupos de la CSIC y los proyectos de investigación básica Fondo Clemente Estable, los de investigación aplicada Fondos María Viñas y los fondos sectoriales de la ANII, la tendencia es claramente creciente en el período.¹³

GRÁFICO 6. Proyectos de investigación financiados por la CSIC y la ANII (sumados)



Fuente: Elaboración propia en base a datos de la CSIC y la ANII.

¹² A modo de ejemplo, los datos de la página de SCOPUS muestran que desde el 2011 al 2018 la principal institución financiadora de las publicaciones con afiliación uruguaya ha sido la ANII, seguida siempre por la CSIC. Incluso, en los últimos años ambas instituciones se han coordinado para abrir alternadamente los llamados a proyectos a investigadores en desarrollo o investigadores consolidados, para no superponerse y así evitar costos duplicados de evaluación y lograr tener una mayor eficiencia y continuidad en el financiamiento.

¹³ Si bien la apertura de los llamados ha sido más estable, en lo que hace a los instrumentos horizontales, no fue siempre así en el pasado. A ello hay que sumar que los fondos sectoriales no abren siempre. Por ello, se tomó una media móvil quinquenal para suavizar la serie.

En tercer lugar, se encuentran los incentivos no monetarios, de tipo reputacional. En este caso, si bien el SNI incluye una retribución monetaria, Bernheim et al. (2012) destacan el valor de pertenecer al SNI, principalmente para los investigadores jóvenes: ellos «perciben y estiman su acceso al SNI como un recurso de alto valor. Por una parte, les significa un medio de reconocimiento “objetivo” (en tanto conferido por pares) y público (en tanto legítima ante pares), que a la vez genera un colectivo de pertenencia» (p. 41). Esta importancia que les otorgan hace que los investigadores muchas veces adapten sus estrategias de investigación e intenten cumplir los criterios de evaluación para poder permanecer y crecer dentro del sistema.

Por último, como incentivo más indirecto, pero que repercute en la capacidad del sistema de producir conocimiento, se encuentran los instrumentos que buscan apoyar la infraestructura necesaria para la investigación. Se pueden destacar: la creación del Portal Timbó, una plataforma on-line de acceso universal (gratuito y a texto completo) a bibliografía científico-tecnológica internacional (revistas, bases de datos referenciales y otras publicaciones) y a bancos de patentes; y los instrumentos de apoyo a la compra y mantenimiento de equipamiento científico.¹⁴

5. Literatura

En las dos últimas décadas se pueden encontrar antecedentes de evaluaciones de impacto de las políticas de incentivo a la investigación sobre distintos instrumentos desplegados en varios países y períodos. Dentro de las intervenciones se constata una diversidad de objetivos, derivada de la naturaleza misma de la investigación, aunque la mayoría de los trabajos se concentran en dos dimensiones: la cantidad de publicaciones arbitradas y su calidad; esta última puede estar medida de diferentes maneras, como por las citas o el factor de impacto de las revistas. Estas coinciden con las variables de impacto que serán analizadas en este trabajo, por lo que la revisión se concentrará en ellas.

Algunos ejemplos de otras dimensiones evaluadas pueden verse en el trabajo de Bloch et al. (2014); estos autores encuentran un impacto positivo de los subsidios a la investigación de la Agencia de Ciencia, Tecnología e Innovación danesa sobre la probabilidad de obtención de un cargo efectivo o de un cargo superior y, por ende, sobre la carrera de los investigadores. En la

¹⁴ Existen llamados para la compra de equipamiento tanto en la ANII como en la CSIC, a lo que se suma el fortalecimiento de los equipos a través de la creación de institutos, como el CUDIM y el Pasteur, o de centros tecnológicos.

misma dirección, Jacob et al. (2007) utilizan una variable binaria que marca a los investigadores que pasaron de no tener publicaciones a tener al menos una, para ver el impacto en el inicio de la carrera; los autores encuentran que es superior al aumento de la productividad de los investigadores ya consolidados del National Institute of Health de Estados Unidos. Tanto Ubfal y Maffioli (2011) como Colugnati et al. (2014) encuentran impactos positivos del Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), de Argentina, y del Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade de FAPESP¹⁵ (BIOTA), de Brasil, en las coautorías, en el entendido de que las colaboraciones y la consolidación de redes puede ayudar a consolidar los Sistemas Nacionales de Innovación de Latinoamérica, con recurso escasos y una infraestructura menos desarrollada. Finalmente, se puede encontrar ejemplos de mediciones de impacto sobre la formación de recursos humanos, la dirección de investigaciones, los productos técnicos o patentes.

Poniendo el foco en cantidad y calidad de las publicaciones, los estudios encuentran impacto positivo en lo que a cantidad de publicaciones refiere (totales o ajustadas por factor de impacto) y más diferencias en términos de calidad.

A modo de ejemplo, Arora et al. (2005) estiman los efectos de los subsidios otorgados por la National Science Foundation en el área de economía. Lanfeldt et al. (2015) lo realizan para los subsidios concursables del programa FRIPPO, del Consejo de Investigación de Noruega, y para los subsidios otorgados por el Consejo Independiente de Investigación de Dinamarca, a los que se pueden sumar los ya mencionados de Jacob et al. (2007) y Bloch et al. (2014). Todos encuentran impactos positivos, aunque de magnitudes modestas, y coinciden en que ese bajo efecto se debe a que la diversidad de oferta de subsidios concursables en esos países hace que la mayoría de los buenos proyectos sean financiados; por ello, la evaluación de impacto termina comparando la efectividad entre instrumentos y no entre obtener y no obtener un apoyo.

Por su parte, Fedderke y Goldschmidt (2015) analizan el impacto de un instrumento distinto: el otorgamiento de puestos de investigación por la National Research Foundation de Sudáfrica, con montos fijos y estabilidad en el tiempo;¹⁶ encuentran también efectos moderados, muy dependientes de la productividad previa del investigador.

¹⁵ Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

¹⁶ Se otorgan por 5 años, renovables hasta 15 y con ingresos de hasta 300.000 dólares anuales.

En cuanto a la calidad, medida de diversas maneras (como citas, índice h o factor de impacto), los resultados son variados, aunque la mayoría encuentra un impacto positivo. Los antecedentes para Latinoamérica se encuentran principalmente en Argentina y Chile, concentrados en dos instrumentos. Para el caso argentino, se pueden mencionar al menos cuatro trabajos que analizan el impacto de los fondos concursables del FONCYT, en distintos períodos: Chudnovsky et al. (2006 y 2008), Ghezan y Pereira (2014) y Vázquez (2015), a los que se puede sumar el ya mencionado trabajo de Ubfal y Maffioli (2011), pero que aborda una dimensión distinta. En todos los casos, los estudios encuentran impacto positivo en lo que a publicaciones refiere, y en varias oportunidades se reitera la preocupación de no poder aislar totalmente el efecto del FONCYT, por lo que terminan comparando con la segunda mejor opción. La misma interrogante plantean los trabajos de Benavente et al. (2007 y 2012) respecto al Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT), de Chile, con la diferencia de que el primero de ellos no encuentra impacto en las publicaciones, mientras que, al ampliar el horizonte temporal, sí aparece. En ninguno de los análisis sobre Chile se encuentra impacto en calidad de las publicaciones (medida a través de las citas), lo que sí sucede en todos los estudios argentinos (ya sea mediante citas o factor de impacto).

Para Brasil se puede destacar el mencionado trabajo de Colugnati et al. (2014) quienes encuentran, para distintos modelos, un impacto positivo en las publicaciones. Finalmente, Aboal y Tacsir (2016) analizan el impacto del Programa Nacional de Incentivo a los Investigadores paraguayos, un esquema de incentivos inspirado en el SNI de Uruguay¹⁷ y en el sistema de investigadores de México. Los autores encuentran resultados diversos: impacto positivo de la cantidad de publicaciones en revistas arbitradas solo para los investigadores del nivel inferior (candidatos), mientras que respecto a la calidad, medida a través del Scimago Journal Rank (SJR),¹⁸ encuentran impactos positivos para los niveles altos (II y III) y negativo para el nivel bajo (I), y no encuentran impacto para los candidatos.¹⁹

En cuanto a nuestro país, las evaluaciones que se pueden encontrar están en la serie de documentos de trabajo de la ANII que evalúan los instrumentos de dicha institución. Bernheim et al.

¹⁷ La evaluación sigue la misma estructura que la realizada para el SNI de Uruguay por Bernheim et al. (2012) en lo que respecta a definición de grupos de tratamiento y grupos de control, así como a variables de impacto.

¹⁸ El SJR es un indicador de visibilidad de las publicaciones en SCOPUS desde 1996, que aproxima su calidad a través de las citas de los últimos tres años, ponderando la importancia de la revista en donde esa cita aparece, siguiendo el algoritmo de Google PageRank.

¹⁹ En todos los casos, los resultados no son robustos al cambio de metodología de identificación.

(2013 y 2015) y Bukstein et al. (2016) analizan distintas convocatorias a proyectos concursables de investigación: Fondo Clemente Estable de Investigación Básica, generación 2007; Fondo Sectorial Innovagro y Fondo Sectorial de Energía, generación 2009; y Fondo Clemente Estable de Investigación Básica y Fondo María Viñas de Investigación Aplicada, generación 2009. . Los resultados que obtienen son muy diversos. La primera generación de fondos sectoriales de agro y energía no tiene impacto ni en cantidad ni en calidad; el Fondo Clemente Estable 2007 muestra impacto en las publicaciones de los investigadores de los grupos consolidados,²⁰ mientras que en el último caso solo se encuentra un resultado metodológicamente robusto en el factor de impacto de las publicaciones de los investigadores jóvenes.

A estos estudios se suman Bernheim et al. (2012), quienes analizan el impacto de la primera generación del SNI. Para ello, elaboran un sistema de grupos de tratamiento y control en escalera, donde el nivel inmediato anterior hace de GC del siguiente; es decir, los no seleccionados son el GC de los candidatos, los candidatos del nivel I y así sucesivamente, hasta llegar al nivel III. Con este esquema encuentran impacto positivo y significativo en las publicaciones de los investigadores pertenecientes a las categorías candidato y nivel II, y un impacto de signo contrario en los investigadores del nivel III.

Cabe destacar algunas generalidades encontradas en la literatura, independientemente de la región analizada. En primer lugar, todos los estudios consignados refieren al análisis de instrumentos individuales y no de una política global o de un conjunto de incentivos, como pretende realizarse aquí. Para ello, utilizan diversas metodologías cuasi experimentales y toman como grupo de control a los postulantes no financiados.²¹ Excepciones al respecto se pueden encontrar en los estudios de Colugnati et al. (2014), que utiliza como GC a los beneficiarios de otro instrumento;²² de Chudnovsky et al. (2008), que, si bien utiliza los proyectos rechazados, solo incluye los que quedaron fuera por falta de fondos; o en el esquema en escalera aplicado tanto por Bernheim et al. (2012) como por Aboal y Tacsir (2016). Las metodologías son variadas: regresiones con y sin controles, Propensity Score Matching (PSM), diferencias en diferencias (DID) (en algunos casos restringidas al soporte común),²³ regresiones discontinuas y método

²⁰ No se encuentra impacto en los responsables científicos de esos mismos grupos.

²¹ Como trabajo precursor se puede mencionar el de Arora et al. (1998), que analiza el efecto de los proyectos de investigación en biotecnología del Centro Nazionale delle Ricerche (CNR), de Italia, entre 1989 y 1993 a través de un modelo estructural estimado sobre los beneficiarios.

²² Son beneficiarios de la misma área e institución, pero que no fueron parte de BIOTA.

²³ Arora et al. (2005) no restringen al soporte común, pero segmentan los grupos en diversas celdas en base a características observables y aplican la doble diferencia a la muestra restringida para cada celda.

combinado de PSM+DID (también llamado diferencias en diferencias condicional), que es el que se va a aplicar en este trabajo.²⁴

Para finalizar, dentro de los antecedentes reseñados, se identificaron dos casos que intentan analizar heterogeneidad o efecto diferenciado por área de conocimiento. Fedderke y Goldschmidt (2015) hacen interactuar la variable disciplina con el tratamiento y encuentran un efecto superior en ciencias médicas, biológicas, química y física, mientras que el efecto es menor, o incluso negativo, en las ingenierías o ciencias sociales. En cuanto a la calidad de las publicaciones, tanto en citas como en el índice h, las diferencias registradas son aún mayores y están fuertemente concentradas en las ciencias médicas. El segundo ejemplo es el de Vázquez (2015), quien directamente segmenta la muestra por área; encuentra impacto en las publicaciones de las ciencias exactas y tecnológicas, mientras que en las citas el impacto se halla en todas las áreas, aunque es mayor en las mencionadas.

6. Estrategia de identificación

La pregunta básica de toda evaluación de impacto, siguiendo a Colugnati et al. (2014), es «si la variación entre dos medidas de un indicador, tomadas antes y después de un programa, fue causada por ese programa» (p. 86). Esto lleva a la segunda pregunta que plantean: «¿esa variación hubiese ocurrido sin la presencia del programa?» (p. 86). La respuesta a esas preguntas surge de medir el efecto de un programa sobre una variable de resultado, en un conjunto de beneficiarios que conforman el GT. Para medir este impacto, la situación ideal consiste en comparar la dimensión sobre la cual se desea evaluar el impacto del programa, llamada *variable de resultado* del participante, luego de la implementación del programa, con la variable de resultado que se hubiera generado en los mismos participantes si el programa no se hubiese implementado. Dicha diferencia se conoce como *efecto tratamiento del programa*.

Como indican Imbens y Rubin (2015), la evaluación de impacto implica la medición del efecto causal de una acción (manipulación, tratamiento o intervención), aplicada a una unidad, que define el efecto causal como la diferencia entre dos resultados potenciales de esa unidad, con y sin intervención, independientemente de cuál de ellos sea el observado. El problema fundamental para realizar esta tarea radica en que para una misma persona es imposible observar ambos

²⁴ Versiones de DID condicional son aplicadas por Ubfal y Maffioli (2011), Bloch et al. (2014) y Langfeldt et al. (2015), entre otros.

resultados simultáneamente. En particular, el valor de la variable de resultado en los participantes si el programa no se hubiese implementado es un resultado hipotético, conocido como *contrafactual*. En definitiva, como marca Ravallion (2007), es un problema de falta de datos, «ya que es imposible medir resultados en una misma persona en dos condiciones diferentes al mismo tiempo (participando y no participando en un programa)» (p. 7).

Por lo tanto, la evaluación de impacto busca encontrar una estimación válida del contrafáctico. Para ello, el estándar de oro, al menos para estimar promedios, es la asignación aleatoria de los grupos de tratamiento y de control. Esto permite, en muestras grandes, que las características observables e inobservables no varíen entre los grupos, por lo cual las diferencias de resultados que se encuentren son atribuibles a la participación en el programa (Dar y Tzannatos, 1999). El problema es que la aleatorización no siempre es posible (problemas de implementación, manipulación o altos costos) ni deseable (consideraciones éticas).

En ausencia de aleatorización aparece lo que se conoce como *sesgo de selección*, provocado por la existencia de características preexistentes, observables y no observables, que pueden afectar tanto la probabilidad de participación en el programa (dado que esta es voluntaria), como la variable de resultado, incluso si no existiera el programa.

En términos formales, uno de los parámetros de interés a estimar es el impacto promedio del programa sobre los tratados (ATT, por su nombre en inglés):²⁵

$$\tau_{ATT} = E(\tau_i/D_i = 1) = E[Y_i(1)/D_i = 1] - E[Y_i(0)/D_i = 1] \quad (1)$$

siendo D_i el indicador de tratamiento y Y_i la variable de resultado.

Siguiendo a Bernal y Peña (2011), $E[Y_i(1)/D_i = 1]$ es el valor esperado de la variable de resultado en el GT en presencia del tratamiento y $E[Y_i(0)/D_i = 1]$ es el valor esperado de la variable de resultado en el GT en ausencia del tratamiento (lo que se denomina *contrafactual*). Como ya se indicó, este último no se puede observar. Lo que sí se puede observar es $E[Y_i(0)/D_i = 0]$, que no necesariamente representa el resultado de los tratados en ausencia del tratamiento, debido al potencial sesgo de autoselección.

$$\begin{aligned} \tau_{ATT} &= E[Y_i(1)/D_i = 1] - E[Y_i(0)/D_i = 1] - E[Y_i(0)/D_i = 0] + E[Y_i(0)/D_i = 0] \\ E[Y_i(1)/D_i = 1] - E[Y_i(0)/D_i = 0] &= \tau_{ATT} + \text{sesgo} \end{aligned} \quad (2)$$

²⁵ Average Treatment Effect.

En la literatura de evaluación de ciencia y tecnología se pueden encontrar innumerables casos que, para construir el contrafactual, utilizan como grupo de control a los investigadores que, ya sea de manera individual o grupal, se postulan a llamados de financiamiento pero no son seleccionados.²⁶

Esta estrategia de identificación adolece fuertemente de uno de los problemas fundamentales planteados por Langfeldt et al. (2015): la imposibilidad de aislar los efectos de un instrumento de otros que se hayan desplegado simultáneamente. Esto aplica a todas las comunidades científicas, por el denso entramado entre los investigadores, y es especialmente complicado en el caso de Uruguay, que tiene una comunidad académica pequeña y un esquema de incentivos en el cual se despliegan simultáneamente distintos apoyos (RDT, SNI, financiamiento de proyectos a través de diversos instrumentos de la CSIC y la ANII, entre otros).

Arora et al. (2005), Chudnovsky et al. (2008), Langfeldt et al. (2015), Vázquez (2015), Jacob et al. (2007), Ubfal y Maffioli (2011) y Benveniste et al. (2007 y 2012) plantean que, en los llamados de instrumentos individuales, los investigadores no seleccionados pueden obtener otras fuentes de financiamiento, por lo que eventualmente la evaluación de impacto no estima el efecto de obtener financiamiento contra no obtenerlo, sino obtener esa fuente de financiamiento contra otra, la segunda mejor opción disponible. Benveniste et al. (2007 y 2012) destacan, entre las otras opciones, las instituciones gubernamentales, las consultorías a instituciones privadas y los apoyos de organismos multilaterales.

Asimismo, el entramado académico puede llevar a que investigadores de proyectos no seleccionados colaboren con los que sí lo fueron o con otros proyectos con financiamiento en curso. Jacob et al. (2007) plantean que los investigadores pueden estar *asegurados* contra la posibilidad de que sus proyectos de investigación más productivos no sean financiados, a través del apoyo de coautores, agencias de financiación o sus propias instituciones de pertenencia, lo que podría generar que el GC estuviera contaminado o no reflejase un contrafactual de no financiamiento.

Concomitantemente, el GT, al ser seleccionado, puede incrementar su probabilidad de obtener otros fondos, por lo que aparecen los efectos de tratamiento múltiple. A modo de ejemplo,

²⁶ Cfr. Arora et al. (2005), Chudnovsky et al. (2006), Jacob y Lefgren (2007), Benveniste et al. (2007 y 2012), Bornmann et al. (2010), Ubfal y Maffioli (2011), Bloch et al. (2014), Ghezan y Pereira (2014), Fedderke y Goldschmidt (2015), Langfeldt et al. (2015), Vázquez (2015) y Aboal y Tacsir (2016).

ingresar al SNI puede aumentar la posibilidad de financiamiento de los proyectos por el efecto reputación.

En definitiva, la compleja estructura de financiamiento de los investigadores, con múltiples proyectos y fuentes de financiamiento, paralelos e interrelacionados, genera importantes problemas a la hora de evaluar los instrumentos individuales o de encontrar GT y GC que no estén contaminados.

El primero de los problemas (sesgo de selección) se intentó minimizar a través de la metodología seleccionada; mientras que el segundo (aislar el efecto de un instrumento y evitar la contaminación de grupos), mediante la selección del objeto de estudio, la política de apoyo a la investigación, y la definición de los GT y GC.

Específicamente, se define como GT a los doctores con formación de grado obtenida en Uruguay, que residan en el país y, por tanto, hayan sido expuestos al esquema de incentivos a la investigación desplegado en Uruguay, visto como un todo. El GC está integrado también por doctores con formación de grado obtenida en Uruguay, pero que residan fuera del país y no hayan obtenido ningún apoyo de las políticas aplicadas aquí en el período de tratamiento.

La obtención del grado en Uruguay asegura la misma formación de base, mientras que el haber finalizado el doctorado establece un mínimo de capacidades en lo que refiere a publicar, elaborar y ganar proyectos. Ambos factores intentan igualar a los grupos en una característica no observable fundamental: su capacidad, relacionada tanto con la posibilidad de obtener apoyos como con la habilidad para realizar publicaciones, variable de impacto.²⁷ Al residir en el país, los miembros del GT se consideran expuestos al esquema de incentivos, ya sea de manera directa, como beneficiarios de alguno de los instrumentos de apoyo, o indirecta, a través de los derrames por medio de colaboraciones. Finalmente, al tomar como GC a doctores residentes fuera del país y que, por eso, no hayan recibido ningún tipo de apoyo de los instrumentos aplicados en Uruguay, se evita el efecto contaminación.

Una ventaja importante que tiene definir el tratamiento como el esquema de incentivos global y los grupos de esta manera es que se evita el problema de las evaluaciones de instrumentos particulares. En estas, al comparar a los aprobados con los no financiados, la pertenencia a los

²⁷ Si la capacidad es invariante en el tiempo, las diferencias podrían haber sido eliminadas aplicando diferencias.

grupos depende de haberse postulado voluntariamente, y allí puede haber un sesgo de autoselección.

De todas maneras, como el lugar de residencia también es un acto voluntario, el riesgo de autoselección se mantiene latente. A este respecto, cabe realizar dos precisiones: en primer lugar, si el mencionado sesgo se basa en características observables o inobservables invariantes en el tiempo, se controla por el método seleccionado (como se observará en los párrafos siguientes). En segundo lugar, si el esquema de incentivos tiene como efecto la selección de Uruguay como país de residencia, ya sea por retorno como por permanencia, esa influencia podría ser considerada un efecto positivo de la política implementada.

La metodología que se va a utilizar es el estimador semiparamétrico de diferencias en diferencias de Abadie (2005). Este combina una estimación no paramétrica del Propensity Score Matching (PSM) con la parsimonia de la estimación de diferencias en diferencias (DID).

La primera diferencia de la estimación DID controla por los factores individuales (observables e inobservables) invariantes en el tiempo que afectan la probabilidad de participación y la variable de resultado, mientras que la segunda diferencia controla por los cambios en los factores ambientales. Como explica Abadie (2005), el estimador DID se suele derivar usando un modelo lineal paramétrico, donde las covariables también son introducidas de manera lineal. Para poder utilizar este estimador, se debe cumplir el supuesto de tendencias paralelas, es decir, que la variable de resultado de ambos grupos evolucione de la misma manera en ausencia de la intervención. La estimación de Abadie (2005) permite relajar ambas condiciones, las covariables pueden introducirse de manera no lineal y estimarse no paramétricamente, lo que permite, por ejemplo, introducir interacciones y medir efectos heterogéneos. Adicionalmente, ya no se requiere el supuesto de tendencias paralelas incondicional, sino que este está condicionado a las covariables, lo que lo vuelve un mejor estimador para los casos en los que no se cumplan las tendencias paralelas por desbalances en factores observables en el período base.

El supuesto de tendencias paralelas implica asumir que, en ausencia de la política, las trayectorias de los GT y GC hubiesen sido paralelas, algo que no es testeable directamente. Lo que se suele hacer es observar la evolución de las variables de impacto para ambos grupos en el período previo al tratamiento, lo que se presenta en el [gráfico 7](#) y el [gráfico 8](#) del anexo 1.

Formalmente, como explica Hounghbedji (2015), lo que se quiere estimar es el ATT, definido en la ecuación (1). Por simplicidad, eliminaremos el subíndice i y reformularemos siguiendo la nomenclatura del autor:

$$ATT = E(y_{1t} - y_{0t} | D_i = 1) \quad (3)$$

Cada individuo tiene dos resultados potenciales (y_{1t}, y_{0t}) , donde y_{1t} es el resultado de los participantes en el momento t y y_{0t} es el resultado de los que no recibieron el tratamiento en ese mismo momento. Al momento $t = 0$, es decir la línea de base,²⁸ ninguno ha sido tratado, mientras que cuando $t \neq 0$, $d = 1$ para los participantes y 0 en otro caso.

Para poder estimarlo, se parte de valores en la línea de base, específicamente de un set de características pretratamiento X_b , a partir del cual se calcula (no paramétricamente) la probabilidad condicional de pertenecer al GT, $\pi(X_b) = P(d = 1 | X_b)$, el llamado *propensity score*. A partir de este, Abadie (2005) demuestra que un estimador insesgado del ATT es el análogo muestral de:

$$E\left(\frac{\Delta y_t}{P(d=1)} \times \frac{d - \pi(X_b)}{1 - \pi(X_b)}\right) \quad (4)$$

donde $\Delta y_t = y_t - y_b$, es decir, la diferencia del resultado respecto a la línea de base.

Las condiciones que deben cumplirse para ello son:

$$E(y_{0t} - y_{0b} | d = 1, X_b) = E(y_{0t} - y_{0b} | d = 0, X_b) \quad (5)$$

$$P(d = 1 | X) = \pi(X_b) < 1 \quad (6)$$

La ecuación (5) es la condición crucial para la identificación de Abadie (2005). Esta ecuación indica que, condicional al set de variable pretratamiento, el resultado promedio de tratados y controles hubiese seguido un camino paralelo, en ausencia de tratamiento, lo que se denomina *tendencias paralelas condicionales*. Lo que Abadie (2005) destaca es que, incluso si la ecuación (5) se cumple incondicionalmente, también lo hace condicionada a algún valor de las covariables (él utiliza de ejemplo la variable sexo), por lo que se pueden seguir utilizando los resultados de la estimación condicionada para evaluar los efectos del tratamiento en distintos grupos (en su ejemplo, hombres vs. mujeres).

Por su parte, la ecuación (6) asegura la existencia de un soporte común.

El estimador es el promedio de la diferencia en las tendencias, Δy_t , entre los GT y GC, ponderado por un *ratio* definido a partir del *propensity score*. Este se estima ponderando la tendencia de

²⁸ Al momento $t = 0$ (es decir, la línea de base), lo denomina *b*, por *baseline* en inglés.

los no tratados por su *propensity score* $\pi(X_b)$. Como $\frac{\pi(X_b)}{1-\pi(X_b)}$ es una función creciente con $\pi(X_b)$, los controles con mayor probabilidad de ser tratados recibirán un mayor peso.

Para complementar la estrategia, se realizará la estimación dentro del soporte común, utilizando las variables de resultado medidas en la línea de base, como recomiendan Dehejia y Wahba (1999).²⁹

El estimador de Abadie (2005) se basa en los trabajos de Heckman et al. (1997 y 1998), pero, como el propio autor indica, su estimador tiene ventajas sobre los anteriores: se puede utilizar para corte transversal repetido; es parsimonioso, porque el ATT lo estima paramétricamente; y permite evaluar escenarios de multitratamiento (o diferentes intensidades).

En síntesis, las ventajas del uso de este estimador son, por un lado, las derivadas de aplicar PSM y DID, a saber: la reducción del sesgo en observables controlando por la heterogeneidad a través del PSM; y el control por inobservables invariantes en el tiempo y por los cambios en el contexto, a través de la doble diferencia. Por otro lado, el enfoque de Abadie (2005) se aplica a condiciones menos restrictivas, lo que permite su aplicación cuando el supuesto de tendencias paralelas no se satisface en la distribución no condicional de los resultados, pero sí en las distribuciones condicionales, así como en el análisis de efectos heterogéneos.

7. Datos

Para la construcción de la base de datos se combinaron diversas fuentes de información: el CVuy, SCOPUS e ISI Thompson (bases de datos bibliográficas), los registros de beneficiarios de la ANII y de la CSIC, y una estrategia de bola de nieve complementada con información de la web (página personal o profesional de los investigadores, LinkedIn, entre otras).

El CVuy es una base de datos de currículums vitae (CV) de estudiantes e investigadores que cuenta con más de 13.250 usuarios. Como indica el número de registros, en dicha base se puede encontrar a la gran mayoría de los investigadores debido a que esta es utilizada de manera obligatoria para poder postularse a todos los instrumentos de apoyo a la investigación (incluido el

²⁹ Se utilizó como criterio incluir las observaciones cuya probabilidad de participación (*propensity score*) se encuentre entre el mayor valor del mínimo de la distribución de las probabilidades de participación del GT y el GC, y el menor valor del máximo de dichas probabilidades. En este caso, como la distribución del GC se encuentra incluida en la distribución del GT, los límites del soporte común están determinados por el valor mínimo y máximo de la distribución de la probabilidad de participación del GC.

SNI) y a los instrumentos de formación de recursos humanos de la ANII. También es obligatorio estar registrado en dicha base para postularse a las becas que otorga la Comisión Académica de Posgrado (CAP) de la Udelar, mientras que es admitida, aunque no obligatoriamente, por la CSIC.

Construcción de los grupos de tratamiento y control

Una vez definidos el GT (como los doctores con formación de grado obtenida en Uruguay, que residan en el país y que, por tanto, hayan sido expuestos al esquema de incentivos a la investigación desplegado aquí, visto como un todo) y el GC (como los doctores con formación de grado obtenida en Uruguay, que residan fuera y no hayan obtenido ningún apoyo en el período de tratamiento), se recurrió al CVuy para buscar investigadores que cumplieran con dichas condiciones. A partir de eso, se identificaron 1622 doctores con formación de grado en Uruguay, 1409 residentes en el país y 213 fuera. Este fuerte desbalance es consistente con que quienes residen fuera de Uruguay no tienen obligación, ni mayores estímulos, para completar el CVuy. Por ello, para complementar el número de investigadores del GC, se recurrió al método de bola de nieve: se partió de los expertos de las diversas áreas,³⁰ que fueron derivando los contactos de investigadores no residentes en el país que cumplieran la doble condición anteriormente mencionada. De esta manera, se pudieron adicionar 60 casos más al GC, que llegó a 273, lo cual redundó en un total de 1682 doctores. Para los integrantes del GC se controló, a través de los registros administrativos de la CSIC y de la ANII, que estos no hubiesen recibido ningún tipo de apoyo.

Definición y construcción de las variables de impacto

La investigación científica puede derivar en una gran cantidad de resultados. Los tres clásicamente reconocidos son: la generación de conocimiento, la generación de productos técnicos destinados al sector productivo o social y la formación de recursos humanos. A estos se pueden adicionar otros, como la creación o el fortalecimiento de líneas de investigación, el fortalecimiento institucional o la popularización de la ciencia. El presente trabajo se centra en el primero de ellos, la generación de conocimiento, y busca abarcar los diversos instrumentos desplegados para ello, al punto de hablar de la política de ciencia y tecnología o del esquema de incentivos, y no de instrumentos específicos. Esta es una diferencia importante con la literatura precedente:

³⁰ Se contactó a los integrantes de la Comisión Honoraria del SNI, a los integrantes del Comité de Selección del SNI, a los integrantes del Comité de Evaluación y Seguimiento de los Instrumentos de Investigación de la ANII y a los integrantes de los Comités Técnicos de Área de esos mismos instrumentos.

como se indicó en el apartado anterior, existen diversas evaluaciones en un continuo de dimensiones, pero para instrumentos individuales y no para una política en su conjunto.

No existe una forma directa de medir la generación de conocimiento nuevo, por lo que se suelen utilizar indicadores aproximados derivados de la bibliometría o la cienciometría.³¹ Bornmann et al. (2010) datan esta práctica para la evaluación de impacto de la investigación en la primera mitad de la década de los ochenta, con los trabajos de Martin e Irvine (1983) y Moed et al. (1985). Para este trabajo, se tomó el número de publicaciones arbitradas en SCOPUS como proxy de cantidad y el factor de impacto (FI) de las revistas³² como aproximación a la calidad (más adelante se analizarán las limitaciones de los indicadores seleccionados).

Existen numerosos ejemplos en la literatura del uso de estas variables: Chudnovsky et al. (2006), Jacob y Lefgren (2007), Benavente et al. (2007), Bornmann et al. (2010), Ubfal y Maffioli (2011), Benavente et al. (2012), Colugnati et al. (2014), Langfeldt et al. (2015) y Aboal y Tacsir (2016). Todos usan publicaciones arbitradas, algunos en SCOPUS y otros en Web of Science de ISI Thompson, mientras que para la calidad la mayoría usa el FI, que pueden complementar con citas o índice h.³³

Las variables van a ser calculadas en promedios anuales por investigador, en ventanas de cinco años, con un rezago de tres años entre ambos períodos. Esta estructura de tiempo es utilizada por varios autores,³⁴ basados en los estudios de Crespi y Geuna (2005 y 2008), quienes estiman una función de producción de conocimiento a partir de la cual encuentran que existe un rezago entre que se introduce la inversión en I+D (input) y se producen las publicaciones o citas (output). La elasticidad de la función de producción en cuanto a publicaciones comienza a ser significativa al finalizar el segundo año y llega a su máximo al quinto año. En base a esto, se tomó como período 0 el quinquenio 2004-2008, previo a que los instrumentos de la ANII empezaran a funcionar y los de la CSIC mostraran su mayor incremento; luego se contempló una ventana de tres años de rezago (2009-2011) y se consideró que el período 1 era el quinquenio 2012-2016. Una ventaja adicional de tomar promedios anuales quinquenales es que suaviza las

³¹ Técnicamente es un buen proxy para la generación de conocimiento codificado.

³² El FI mide el cociente entre las citas que una revista recibe en un año de los artículos publicados los dos años previos, y el número total de artículos que esa misma revista publicó durante eso dos años.

³³ Este índice mide la relación entre el número de publicaciones de un investigador y las citas que estas reciben. Un índice h de valor n indica que al menos n artículos recibieron al menos n citas.

³⁴ Cfr. Chudnovsky et al. (2006), Jacob et al. (2007) o Ubfal y Maffioli (2011).

variables de impacto, especialmente en lo que refiere al FI, que puede presentar variaciones importantes de un año al otro.

Por lo tanto, las variables de impacto se definen como: 1) el promedio anual de las publicaciones SCPUS por investigador y 2) el promedio anual de los FI de las publicaciones en SCOPUS por investigador.³⁵

Para calcular la primera de las variables de impacto se tomaron del CVuy los registros de las publicaciones de los investigadores y las revistas en que publican, con su respectiva identificación, el ISSN.³⁶ El sistema del CVuy cruza la información volcada por los investigadores con la información de cobertura de las revistas en SCOPUS y valida si cada artículo es arbitrado o no, lo que asegura la calidad de la información ingresada. El problema de tomar esta base es que no todos los investigadores mantienen su CV actualizado y es muy probable que exista un sesgo entre quienes lo actualizan y quienes no. Por un lado, los investigadores que tienen incentivos para mantener su CV actualizado son los categorizados en el SNI (quienes tienen la obligación de actualizarlo cada seis meses) y aquellos que activamente postulan proyectos a instrumentos que utilizan el CVuy para su evaluación. En contrapartida, quienes están fuera del país o se han alejado del mundo de la investigación no cuentan con beneficios palpables por mantenerlo actualizado.

Dejar de investigar es un resultado negativo que debe tomarse en cuenta, por lo cual no se puede dejar de lado los CV no actualizados. Por ende, para todos los que residen fuera del país, así como para los que no tenían actualizado su CV en la base de datos, se buscó manualmente su producción en SCOPUS y se descargó su historial de artículos y de las revistas en donde publicaron. De esta manera, se obtuvo información fidedigna de las publicaciones de artículos arbitrados en SCOPUS. Finalmente, para obtener la segunda variable de impacto se cruzó la información de publicaciones en SCOPUS con el FI de las revistas donde fueron publicadas, tomadas del Journal Citation Report en la Web of Science, calculando los promedios anuales en las ventanas quinquenales.

Tanto los datos provenientes del CVuy como los de SCOPUS registran los años en donde sí existe publicación del investigador, por lo que se podría asumir que en el resto de los años no han realizado publicaciones, es decir que el valor de la variable es 0. La duda se puede generar con

³⁵ Ambas variables medidas en ventanas de cinco años.

³⁶ International Standard Serial Number.

los valores del pasado, sobre todo para investigadores jóvenes, porque en realidad no es que no hayan logrado publicar sus investigaciones, sino que directamente no investigaban, lo que genera que la variable sea un *missing* en lugar de un 0. Si se hubiese imputado 0 a todos los valores del pasado, se habría disminuido artificialmente el promedio de la línea de base. Para determinar cuándo correspondía que se imputara un 0 y cuándo un valor *missing*, se tomó como regla que, desde que el investigador se doctoró o desde que realizó su primera publicación, ya se considera que inició su trayectoria como investigador, por lo que los valores subsiguientes se imputan como 0.

Luego de extraída la información de publicaciones y FI de los 1682 investigadores identificados, muchos debieron ser descartados. Por un lado, se encontró que 171 de ellos no tenían ninguna publicación en el período de análisis (2004-2016), 5 del GC y 166 del GT, por lo que fueron dejados de lado para este estudio. En segundo lugar, al usar el estimador semiparamétrico de diferencias en diferencias de Abadie (2005), que estima no paramétricamente el *propensity score* a partir de valores en la línea de base de un set de características pretratamiento, se decidió incluir a la variable de impacto en $t = 0$ ³⁷ para mejorar el emparejamiento. Ello implicó que los investigadores debían contar con al menos un registro en el período 0.³⁸ Adicionalmente, al trabajar con datos de panel, también se debía contar con un registro en el período 0 para poder construir la diferencia entre ambas ventanas quinquenales. Esta restricción generó la pérdida de 375 casos, 72 controles y 303 tratamientos.

Finalmente, luego de depurada la base, se cuenta con 1136 casos, 940 del GT y 196 del GC. La distribución por sexo y área de conocimiento se indica en la tabla 1.

³⁷ La inclusión de las variables de impacto en el período de base, largamente utilizadas, sigue las recomendaciones de Dehejia y Wahba (1999). En su trabajo, ellos aplican la estimación con el *propensity score matching* (PSM), de Rosenbaum y Rubin (1983), en la base de datos de Lalonde (1986), donde los GT y GC fueron contruados aleatoriamente, y comparan con los resultados de estimaciones experimentales. Dehejia y Wahba encuentran que el PSM es muy sensible a las variables correspondientes a la preintervención y que incluir las variables de impacto en el período base acerca la estimación a la que se hubiese obtenido con métodos experimentales.

³⁸ Al decir *registro* se admite el valor 0, pero no el valor *missing*. Para tener 0 en la ventana de 5 años, además de no haber publicado, tiene que haberse doctorado antes del 2004 o haber publicado alguna vez antes de dicho año. En caso contrario, el promedio es *missing*.

TABLA 1. Distribución de la base por sexo y área de conocimiento

	Controles	Tratados	Total
Mujer	71	455	526
Hombre	125	485	610
Agrícolas	18	136	154
Medicas	23	129	152
Naturales_Exactas	87	442	529
Sociales	36	107	143
Humanidades	7	36	43
Ingeniería	25	90	115
Total	196	940	1136

Incluir en la base final únicamente a los investigadores con un registro tiene implicancias en la interpretación de los resultados. Las políticas de financiamiento a la investigación académica pueden generar, en lo que a publicaciones refiere, dos tipos de efectos, uno extensivo y otro intensivo. El efecto extensivo se traduciría en un aumento del número de investigadores, en el sentido de que personas que no publicaban ni habían realizado un doctorado pensando en optar por la carrera de la investigación pasan a hacerlo. Por su parte, el efecto intensivo implica que el esquema de incentivos les permite una mayor productividad o calidad a los investigadores que ya realizaban esa tarea. Ambos efectos deberían traducirse en el aumento de las publicaciones del país; el primero, porque más personas publican, y el segundo, porque quienes publicaban aumentan la cantidad promedio. Jacob et al. (2007) analizan ambos efectos, el extensivo a través de una variable binaria que marca el cambio en la trayectoria de las personas, mientras que el intensivo a través de la productividad individual de los investigadores. Para este trabajo se analiza únicamente el efecto intensivo.

VARIABLES DE CONTROL

El estimador semiparamétrico de diferencias en diferencias de Abadie (2005), que se utiliza, combina una estimación no paramétrica del Propensity Score Matching con una estimación de diferencias en diferencias.

Las variables de control utilizadas para el emparejamiento son: sexo, área del conocimiento, año de obtención del doctorado, promedio de publicaciones en el período 2004-2008 y suma de los factores de impacto en dicho período. La información se obtuvo del CVuy para los casos en que existía registro, mientras que para el resto se buscó manualmente de las páginas web, personales o institucionales de los investigadores, o de LinkedIn.

Estas son las principales variables observables que, según la evidencia empírica disponible, afectan la tasa de publicación de un investigador (Ubfal y Maffioli, 2011). La diferencia de productividad por género ha sido ampliamente estudiada y ha arrojado resultados disímiles. En cuanto al área de conocimiento, su efecto se manifiesta principalmente por la variable de impacto seleccionada. El año de obtención de doctorado se utiliza para captar la cohorte; como indica Stephan (1996), el efecto cohorte está asociado con el cambio en el conocimiento de base de cada área. Las otras dos variables que la empiria ha estudiado por sus efectos en la productividad son la edad y el nivel educativo alcanzado. La primera de ellas no se pudo obtener para todos los investigadores (la literatura indica que tiene un efecto de U invertida en la productividad), mientras que, al seleccionar únicamente doctores, ya se eliminó el diferencial de niveles educativos.

La tabla 2 muestra la media de las variables para los grupos seleccionados y sus diferencias. Se puede observar un desbalance estadísticamente significativo en las características personales de ambos grupos en lo que refiere al sexo (más mujeres en el GT), área de conocimiento (mayor peso de Agrícolas en el GT y de Ciencias Sociales en el GC) y año de obtención del doctorado (el GT se doctoró más adelante en el tiempo). En cuanto a las variables de impacto, se encuentran diferencias entre ambas en el período de partida, en tanto los promedios del GC son superiores al GT. En esta evaluación se analiza si dicha diferencia se reduce luego de aplicar el esquema de incentivos.

**TABLA 2. Estadísticos descriptivos y diferencia de medias
entre tratados y grupo de control**

	Media_tratados	Media_controles	Diferencia	p_valor	
Mujer	0.484	0.362	0.122	0.002	***
Agrícolas	0.145	0.092	0.053	0.049	**
Medicas	0.137	0.117	0.02	0.457	
Naturales_Exactas	0.47	0.444	0.026	0.502	
Sociales	0.114	0.184	-0.07	0.007	***
Humanidades	0.038	0.036	0.003	0.863	
Ingenierías	0.096	0.128	-0.032	0.18	
Año_doctorado	2004.84	2003.337	1.504	0.013	**
prom_pd_04_08	0.967	1.21	-0.243	0.012	**
fi_pd_04_08	1.919	2.631	-0.713	0.018	**

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

La variable prom_pd_04_08 es el promedio de artículos en SCOPUS en el quinquenio 04-08

La variable fi_pd_04_08 es el promedio de los factores de impacto en el quinquenio 04-08

Una vez aplicados los ponderadores de Abadie (2005), las diferencias en las características desaparecen, como se observa en la tabla 3.

TABLA 3. Estadísticos descriptivos y diferencia de medias entre tratados y grupo de control ponderador

	Media_tratados	Media_controles	Diferencia	p_valor	
Mujer	0.475	0.488	-0.013	0.669	
Agrícolas	0.128	0.120	0.008	0.702	
Medicas	0.140	0.145	-0.005	0.815	
Naturales_Exactas	0.478	0.490	-0.012	0.682	
Sociales	0.117	0.109	0.008	0.686	
Humanidades	0.039	0.043	-0.003	0.790	
Ingenierías	0.098	0.093	0.005	0.772	
Año_doctorado	2004.777	2004.736	0.041	0.926	
prom_pd_04_08	0.924	1.033	-0.109	0.070	*
					*
fi_pd_04_08	1.745	2.208	-0.463	0.006	*
					*

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

La variable prom_pd_04_08 es el promedio de artículos en SCOPUS en el quinquenio 04-08

La variable fi_pd_04_08 es el promedio de los factores de impacto en el quinquenio 04-08

Limitaciones de las variables de impacto seleccionadas

Jacob y Lefgren (2007) seleccionan las mismas variables de impacto que en el presente trabajo y aceptan que no capturan completamente el incremento en el bienestar social derivado del apoyo a la investigación, aunque entienden que es una buena aproximación. De todos modos, hay que tomar en cuenta que las publicaciones tienen una distribución, concentrada entre los investigadores (Ley de Lotka)³⁹, a lo que se suma un efecto dinámico donde la concentración se incrementa en el tiempo (efecto Mateo).⁴⁰

Las bases de datos de ISI o de SCOPUS tienen varias limitaciones o sesgos. En primer lugar, están fuertemente sesgadas por las diversas propensiones a publicar artículos por disciplina (principalmente para aquellas cuyo producto principal difiere, como las humanidades o las ciencias sociales, que publican muchos libros). En segundo lugar, existe un sesgo regional de las revistas, con una mayor proporción de revistas en los países del norte. Finalmente, el tercer sesgo, vinculado al anterior, se relaciona con la cuestión del idioma, ya que se publica principalmente en inglés y muchas revistas locales en español no están incluidas.

En relación a la utilización del factor de impacto, también se han documentado diversas limitaciones. Chudnovsky et al. (2006) marcan que el factor de impacto fluctúa mucho año a año, lo cual se minimiza, en cierta medida, al utilizar una media de cinco años. El factor de impacto es una de las medidas más controvertidas, que ha llevado a muchos investigadores internacionales a realizar la Declaración de San Francisco (Declaration on Research Assessment, 2012),⁴¹ que tiene varias recomendaciones, principalmente centradas en que no se deben comparar investigadores individuales en base a esta medida. Críticas similares existen para otras medidas utilizadas, como el índice h o las citas. Para tratar de tomar en cuenta estos sesgos, se eligió una estrategia que busca identificar posibles efectos heterogéneos entre áreas del conocimiento.

³⁹ Como explica Stephan (1996), Alfred Lotka encontró en un estudio en 1926 que el 6% de los investigadores de física producían el 50% de los *papers* en la materia. Luego la fuerte acumulación de la producción en unos pocos investigadores fue confirmada para otras áreas.

⁴⁰ Merton (1968) fue el primero en identificarlo. Lo que el efecto indica es que con el paso del tiempo quienes más publican tienen mayores probabilidades de ser nuevamente publicados. Lo que genera un efecto de acumulación de las publicaciones en unos pocos.

⁴¹ Las principales críticas que realizan refieren al alto sesgo en la distribución de los factores de impacto entre revistas, a su especificidad por área de conocimiento, a la posibilidad de que sea manipulado por las editoriales y a la falta de transparencia o de disponibilidad de los datos con los que estos son contruidos.

En el mismo sentido de la Declaración de San Francisco se encuentra el Manifiesto Leiden (2015), en el cual también se establecen principios que deben ser tomados en cuenta para el uso de métricas. Dos de ellos se pueden utilizar para justificar el uso de las publicaciones como variable de impacto. Uno establece que se deben seleccionar las medidas que reflejen los objetivos de las instituciones (en este caso, de la política) y el otro sostiene que hay que tomar en cuenta que establecer un indicador como métrica afecta al sistema en su conjunto (los que son evaluados por esa métrica se adaptan). La discusión de los objetivos de la política establecida escapa al alcance de esta evaluación, pero el análisis de los criterios que utilizan los instrumentos de estímulo a la investigación reseñados muestra siempre la importancia que se brinda a las publicaciones (cantidad y revistas donde se publica), por lo cual tiene sentido seleccionar estas variables para una primera evaluación global de la política implementada.

8. Resultados

En este apartado se presentan los resultados de aplicar el estimador semiparamétrico de diferencias en diferencias de Abadie (2005), tomando como intervención el esquema global de incentivos a la investigación desplegado en Uruguay desde 2008.⁴² El GT se define como los doctores con formación de grado obtenida en Uruguay, que residan en el país y que, por tanto, hayan sido expuestos al esquema de incentivos a la investigación desplegado aquí; mientras que el GC está conformado también por doctores con formación de grado obtenida en Uruguay, pero que residan fuera y no hayan obtenido ningún apoyo en el período de tratamiento. Las variables de impacto son los artículos en SCOPUS y los factores de impacto (FI),⁴³ mientras que las variables de control utilizadas para el emparejamiento son sexo, área del conocimiento, año de obtención del doctorado, promedio de publicaciones en el período 2004-2008 y suma de los factores de impacto en dicho período. Finalmente, se estima un posible efecto heterogéneo por área de conocimiento.⁴⁴

⁴² El esquema incluye: 1) ingresos fijos provenientes del RDT y el SNI; 2) ingresos variables provenientes de proyectos concursales; 3) incentivos no monetarios, de tipo reputacional, como el del SNI; y 4) incentivos indirectos, a través del apoyo a la infraestructura necesaria para la investigación.

⁴³ Ambas son medidas en ventanas quinquenales, 2004-2008 y 2012-2016, y dejan un rezago de tres años entre ambas, basado en los estudios empíricos que muestran un retraso entre que se introduce la inversión en I+D (input) y se producen las publicaciones o citas (output).

⁴⁴ Se hizo el análisis de efecto heterogéneo por sexo y año de obtención del doctorado, pero no fue significativo.

En la [tabla 4](#) del anexo 2 se puede observar que en ambas variables el impacto es significativo y negativo, es decir que la política de incentivos no solo no logró disminuir la brecha entre los investigadores radicados en nuestro país y los del exterior, sino que hizo que esta se viera acen- tuada. Si bien la producción del GT se incrementó en el período, lo hizo promediamente 0.33 artículos menos que los no residentes y 2.44 puntos de FI.⁴⁵

Al analizar si existe efecto heterogéneo (ver la [tabla 5](#) del anexo 2), tomando como área omitida la de las ciencias naturales y exactas por ser las de mayor peso en la muestra, se observan efec- tos diferenciados en cuatro de las cinco áreas. La constante refleja el ATT del área omitida, sin impacto en publicaciones y con impacto negativo en FI. Sobre este valor se debe adicionar el encontrado para las áreas restantes. En un extremo se ubican las ciencias médicas y de la salud, que cuentan con un impacto diferencial negativo en ambas variables y son el de mayor magnitud de todas las áreas. Las ingenierías también muestran un efecto negativo, aunque solo en lo que a artículos refiere. Esto no significa que sean las áreas de peor performance, sino las que han incrementado la brecha negativa en mayor medida.⁴⁶ Solo a modo de referencia, según el in- forme sobre los diez años del SNI (ANII, 2018), los investigadores de las ciencias médicas cate- gorizados en dicho sistema han sido siempre los de mayores tasas de publicaciones en revistas arbitradas, aunque es la única área cuyo promedio desciende del 2009 al 2016, lo que sería coherente con lo encontrado en este trabajo.⁴⁷ Por el otro lado, se observan impactos positivos en lo que a FI refiere, tanto a ciencias sociales como a humanidades, lo que podría indicar un desplazamiento de publicaciones en revistas regionales. Estas áreas tradicionalmente publica- ban más en Latindex, en revistas de mayor impacto.⁴⁸ Cabe resaltar que el hallazgo de efectos

⁴⁵ Para la variable artículos el $EMD_{MPL} = (1.96 + 0.84) \sqrt{\frac{1}{0.83 \cdot 0.17} \frac{0.018}{1136}} = 0.03$, con nivel de significación de 5% y poder del 80%. Para la estimación SLE el valor es el mismo, dado que el desvío estándar apenas varía.

Para la variable FI el $EMD_{MPL} = (1.96 + 0.84) \sqrt{\frac{1}{0.83 \cdot 0.17} \frac{0.426}{1136}} = 0.14$, con nivel de significación de 5% y poder del 80%. Para la estimación SLE el EMD pasa a ser 0.15.

⁴⁶ Los 10 países con mayores publicaciones en SCOPUS actualmente (2015-2016) tienen a Medicina e In- geniería como sus dos principales áreas de publicación, según los valores publicados por SCImago y to- mando en cuenta que utilizan una clasificación distinta a la de la OCDE aplicada en este trabajo. Este peso se revierte recién en el puesto 13, donde Rusia publica más en Física y Astronomía.

⁴⁷ Si bien muchos de los investigadores del SNI forman parte del GT, ambos conjuntos no son equiparables y los comportamientos no tienen que seguir la misma senda. Existen doctores del GT que no pertenecen al SNI, así como investigadores que no tienen doctorado, pero que por contar con producción equivalente sí pertenecen al SNI.

⁴⁸ Cfr. Bernheim et al. (2008).

heterogéneos refuerza la importancia de haber adoptado una estrategia de identificación semi-paramétrica de diferencias en diferencias, que permite la estimación de este tipo de efectos.⁴⁹

Se puede plantear tres hipótesis o posibles líneas de investigación respecto al efecto general de un incremento significativo en la brecha en cantidad y calidad de las publicaciones entre residentes y no residentes, independientemente de los efectos heterogéneos por área. En primer lugar, podría haber ocurrido un incremento, superior al de Uruguay, en el apoyo a la I+D en los países donde investigan los integrantes del GC. Como se observa en el [gráfico 11](#) del anexo 1, si bien la inversión de los países seleccionados es sostenidamente superior a la uruguaya, no presenta indicios de aceleración que pudieran explicar el aumento de la brecha.

En segundo lugar, que la definición realizada aquí de un esquema global de incentivos no disminuyera la brecha no significa que alguno de sus instrumentos, o un subconjunto de ellos, no sean efectivos. Esto se podría indagar a través de evaluaciones de impacto con multitratamiento o triple diferencia, intentando identificar cuáles instrumentos son más o menos efectivos.

Finalmente, en tercer lugar, se puede cuestionar que la definición adoptada de GT, incluidos los potenciales beneficiarios directos e indirectos, sea demasiado laxa. En este caso, se podría refinar el GT distinguiendo a los beneficiarios directos, ya sea de alguno de los instrumentos como de su conjunto. Sobre esta hipótesis se realizó una primera aproximación. Se construyeron tres grupos de control refinados: el primero de ellos toma en cuenta solo beneficiarios directos de al menos uno de los instrumentos de apoyo,⁵⁰ el segundo toma a aquellos beneficiarios del esquema de incentivos en su conjunto⁵¹ y el tercer grupo potencia al anterior al imponer la condición de que hayan recibido el apoyo de varios proyectos de I+D.⁵²

Los resultados, aplicando la misma metodología, se encuentran en la [tabla 6](#) y la [tabla 7](#) del anexo 2, que muestran valores diferentes según la variable de impacto que se utilice. En el caso de artículos en SCOPUS, ser beneficiario directo sigue mostrando un impacto significativo, aunque levemente menor, mientras que en los grupos con mayores apoyos el coeficiente negativo se acerca a 0 y no es estadísticamente significativo. Por su parte, al analizar el FI, los coeficientes

⁴⁹ Luego de realizar la primera estimación de efectos heterogéneos, se rastreó el lugar de realización del doctorado (Uruguay o el exterior) para evaluar si podía afectar las estimaciones. Esto no fue incluido debido a que solo 15 de los investigadores del GC lo habían realizado en nuestro país.

⁵⁰ Tienen el RDT en el período de referencia, fueron categorizados en el SNI o bien recibieron un proyecto de I+D (ya sea de la CSIC o de la ANII).

⁵¹ Tienen RDT, son categorizados en el SNI y recibieron un proyecto de I+D. No se toman en cuenta los incentivos a la infraestructura, dado que es muy difícil identificar a los beneficiarios directos.

⁵² Tienen RDT, son categorizados en el SNI y recibieron más de un proyecto de I+D.

no varían sustancialmente y se mantienen significativamente negativos.⁵³ Al igual que en la hipótesis anterior, esto podría ser profundizado a través de una evaluación de impacto donde se incluya la intensidad del tratamiento, por ejemplo, por medio de los incentivos monetarios que recibe cada investigador.⁵⁴

9. Conclusiones

El objetivo del presente trabajo es determinar si el esquema de incentivos a la investigación académica, desplegado a partir del 2008, tuvo efectos en la generación de conocimiento, cuantitativa y cualitativamente, aproximado a través de publicaciones en SCOPUS y del factor de impacto.

La evaluación de un conjunto de apoyos con posibles efectos directos e indirectos en toda la comunidad académica implica el desafío de encontrar un contrafactual no contaminado. Ello se debe a que no se pueda utilizar la estrategia convencional de definir como GC a los investigadores cuyas postulaciones no fueron financiadas en un instrumento individual. Para eso se utiliza a doctores con formación de grado en el país, pero que residan afuera y no hayan recibido, durante el período de tratamiento, ningún tipo de apoyo del esquema de incentivos implementado en nuestro país. Esta estrategia de identificación resulta novedosa en las evaluaciones realizadas en la materia. Por tanto, lo que se mide aquí es si la política desplegada logró reducir la brecha existente entre los investigadores radicados dentro y fuera del país.

La metodología utilizada es el estimador semiparamétrico de diferencias en diferencias de Abadie (2005) porque, dentro de sus fortalezas, permite estimar efectos heterogéneos, especialmente importante en lo que a áreas del conocimiento refiere, por los distintos patrones de producción académica que ellas presentan.

⁵³ La utilización de GT refinados implica una pérdida de casos, lo que aumenta el efecto mínimo detectable. Tomando el GT potenciado, que es el más pequeño, quedan de la siguiente manera:

$$\text{para artículos el } EMD_{MPL} = (1.96 + 0.84) \sqrt{\frac{1}{0.58 \cdot 0.42} \frac{0.036}{462}} = 0.05.$$

$$\text{mientras que para el FI el } EMD_{MPL} = (1.96 + 0.84) \sqrt{\frac{1}{0.58 \cdot 0.42} \frac{1.111}{462}} = 0.28.$$

⁵⁴ De contar con más casos (por ejemplo, a través del censo de doctores de la Udelar), no solo se podría aumentar la potencia, sino que se podría refinar también el GC, por ejemplo, separando por grupos de países de destino. Se podría ver la brecha con los residentes en países altamente desarrollados en la materia, por un lado, y con países más cercanos al nuestro, por el otro.

La evolución de las publicaciones totales uruguayas en SCOPUS se han cuadruplicado en lo que va del siglo y el mismo movimiento se observa con los promedios por investigador.⁵⁵ Sin embargo, en términos globales, se muestra que la brecha entre GT y GC se incrementó en valores estadísticamente significativos. Asimismo, se pueden estimar efectos heterogéneos por área de conocimiento. En publicaciones el incremento de la brecha es aun mayor en las ciencias médicas y de la salud y en las ingenierías y tecnologías, tomando como referencia a las ciencias naturales y exactas. En cuanto al factor de impacto, nuevamente hay un efecto negativo en las ciencias médicas, mientras que en el otro extremo se puede encontrar un efecto positivo, es decir una disminución de la brecha, tanto en ciencias sociales como en humanidades, posiblemente explicado por un desplazamiento de publicaciones en revistas de Latindex, de corte regional, no incluidas en SCOPUS.

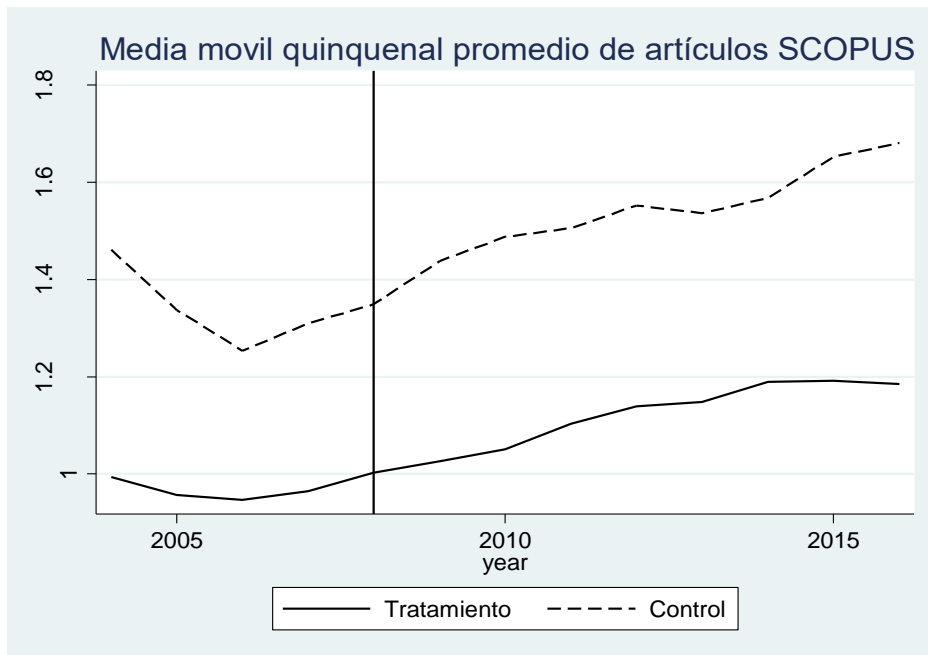
Las mayores limitaciones de este estudio son el tamaño del grupo de control, que resta potencia a las estimaciones e impide refinamientos dentro del mismo grupo; y la falta de información de algunas características observables de los investigadores, como la edad o el tipo de institución a la que estaban afiliados, y de un período más largo de las variables de impacto, lo que impide la realización de un test de placebo.

Para finalizar, quedan abiertas posibles líneas de investigación para continuar, como hacer un análisis multitratamiento o de triple diferencia que permita identificar qué instrumentos son más o menos efectivos dentro del esquema de incentivos, o incluir la intensidad del tratamiento a través del apoyo monetario. Esto permitiría determinar el nivel de apoyo necesario para disminuir la brecha.

⁵⁵ El promedio de publicaciones del GT pasa de 0.97 en el quinquenio 2004-2008 a 1.3 en 2012-2015, mientras que el FI se incrementa de 1.9 a 3.0 en esos mismos períodos.

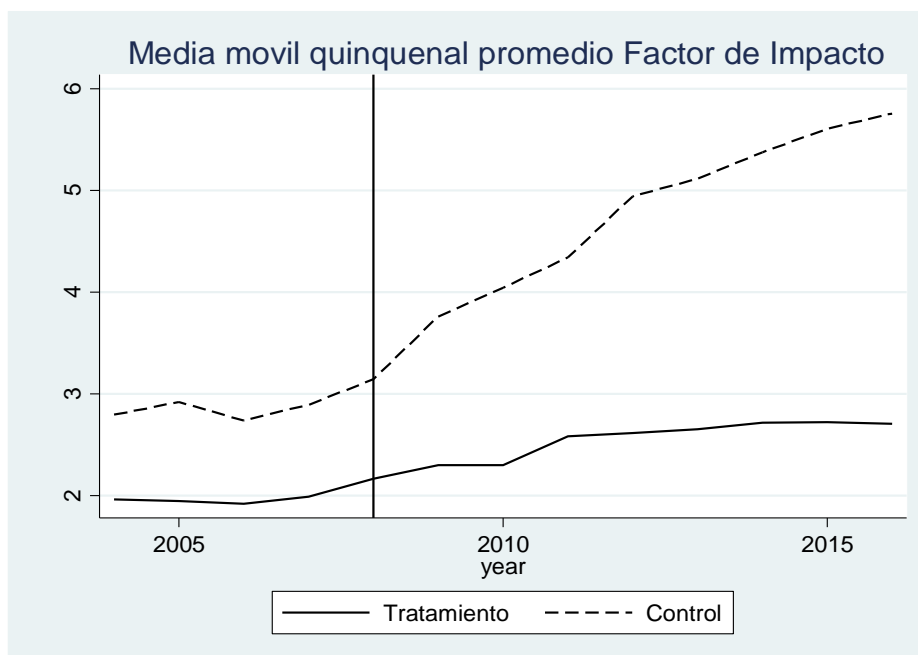
Anexo 1: Figuras

GRÁFICO 7. Tendencias paralelas pretratamiento de artículos de SCOPUS



Nota: Para cada año se construye el promedio del quinquenio.

GRÁFICO 8. Tendencias paralelas pretratamiento del factor de impacto



Nota: Para cada año se construye el promedio del quinquenio.

GRÁFICO 9. Distribución del PSM estimado por un polinomio

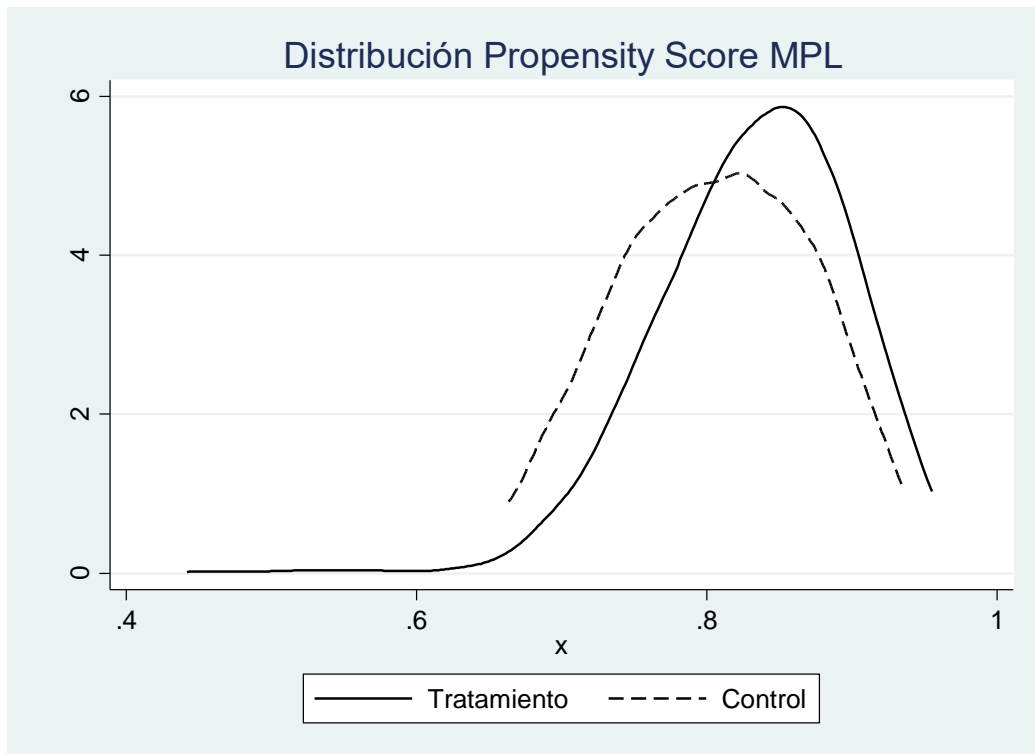


GRÁFICO 10. Distribución del PSM estimado por una función logit

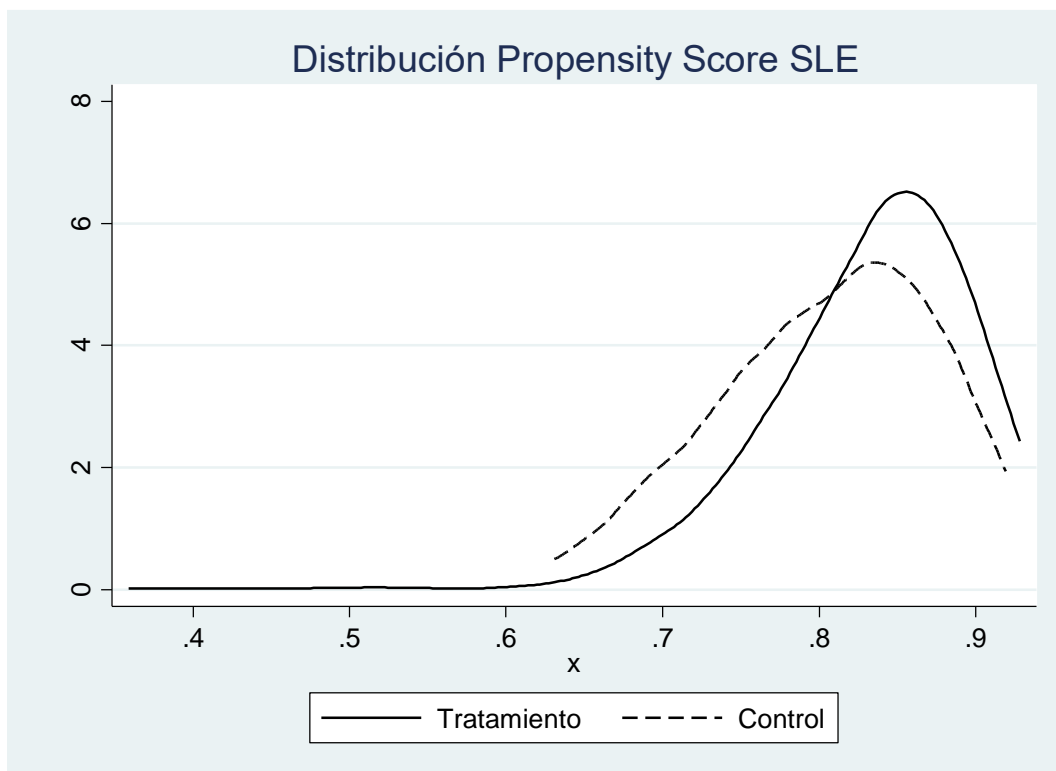
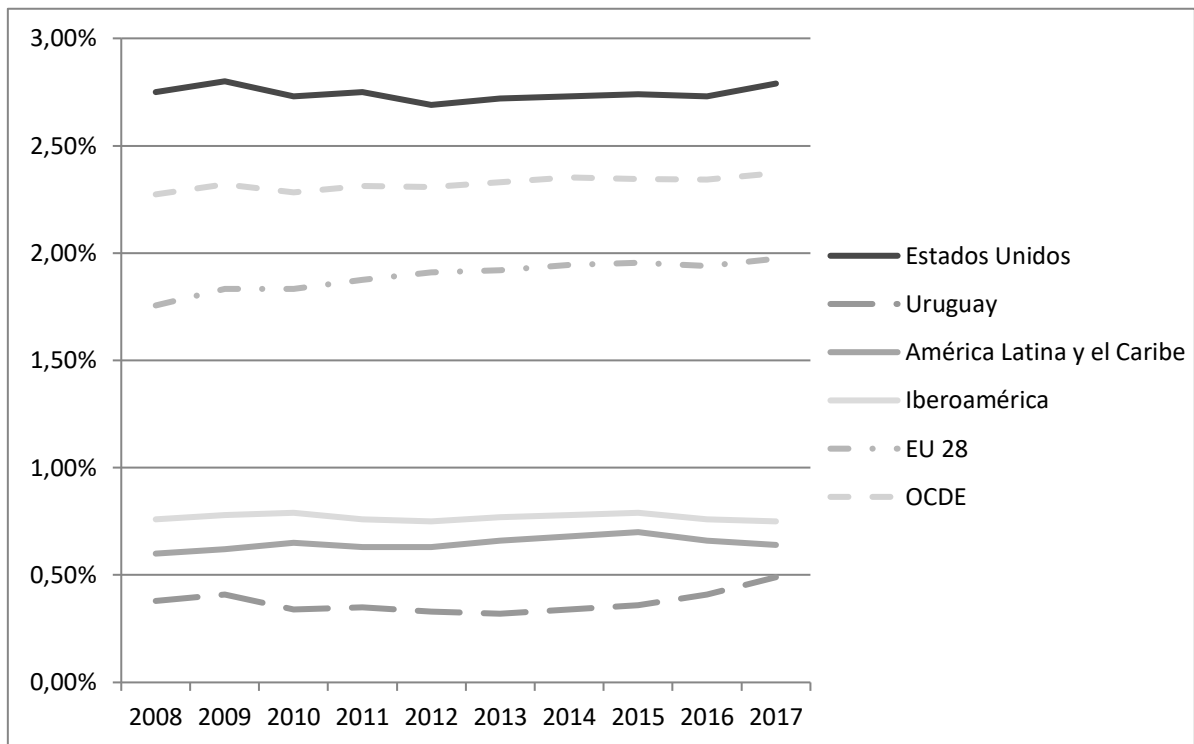


GRÁFICO 11. Ratio Inversión en I+D sobre PBI, 2008-2017, en países seleccionados



Fuente: ANII-RICYT-OCDE.

Anexo 2: Tablas

TABLA 4. Estimación semiparamétrica de diferencias en diferencias de Abadie (2005)

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	Artículos MPL	Factor_impacto MPL	Artículos SLE	Factor_impacto SLE
ATT	-0.328** (0.136)	-2.399*** (0.653)	-0.333** (0.138)	-2.477*** (0.690)
Observations	1,111	1,111	1,111	1,111

Standard errors in parentheses

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Las columnas (1) y (2) estiman el propensity score con un polinomio de orden 1

Las columnas (3) y (4) estiman el propensity score con una función logit

Se toman las observaciones dentro del soporte común (1111 de 1136)

La variable artículos es el promedio quinquenal de artículos en SCOPUS

La variable Factor_Impacto es el promedio quinquenal de los FI

**TABLA 5. Estimación semiparamétrica de diferencias en diferencias de Abadie (2005)
con efectos heterogéneos**

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	Artículos MPL	Factor_impacto MPL	Artículos SLE	Factor_impacto SLE
Ciencias Agrícolas	-0.499 (0.634)	-2.082 (1.401)	-0.584 (0.664)	-2.365 (1.468)
Ciencias Médicas y de la Sa- lud	-1.206** (0.561)	-6.370* (3.615)	-1.191** (0.559)	-6.632* (3.908)
Ciencias Sociales	0.089 (0.207)	1.471* (0.779)	0.093 (0.206)	1.524* (0.778)
Humanidades	-0.126 (0.183)	1.249* (0.748)	-0.128 (0.182)	1.262* (0.747)
Ingeniería y tecnología	-0.691** (0.335)	-2.201 (1.602)	-0.693** (0.334)	-2.174 (1.600)
Constant	-0.033 (0.148)	-1.245* (0.747)	-0.029 (0.147)	-1.257* (0.746)
Observations	1,111	1,111	1,111	1,111

Standard errors in parentheses

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Las columnas (1) y (2) estiman el propensity score con un polinomio de orden 1

Las columnas (3) y (4) estiman el propensity score con una función logit

Se toman las observaciones dentro del soporte común (1111 de 1136)

La variable artículos es el promedio quinquenal de artículos en SCOPUS

La variable Factor_Impacto es el promedio quinquenal de los FI

**TABLA 6. Estimación semiparamétrica de diferencias en diferencias de Abadie (2005)
sobre los artículos de SCOPUS para distintos grupos de tratamiento**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
VARIABLES	artículos GT ori- ginal MPL	artículos GT Re- finado1 MPL	artículos GT Re- finado2 MPL	artículos GT Re- finado3 MPL	artículos GT ori- ginal SLE	artículos GT Re- finado1 SLE	artículos GT Re- finado2 SLE	artículos GT Re- finado3 SLE
Constant	-0.328** (0.136)	-0.305** (0.136)	-0.203 (0.162)	-0.094 (0.19)	-0.333** (0.138)	-0.307** (0.139)	-0.212 (0.164)	-0.089 (0.19)
Observations	1111	1081	653	458	1111	1082	653	459

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Las columnas (1) a (4) estiman el propensity score con un polinomio de orden 1

Las columnas (5) y (8) estiman el propensity score con una función logit

Se toman las observaciones dentro del soporte común

La variable artículos es el promedio quinquenal de artículos en SCOPUS

El GT original son los doctores con formación de grado obtenida en Uruguay que residan en el país

El GT Refinado1 son los doctores con formación de grado obtenida en Uruguay que residan en el país, que hayan sido beneficiarios directos de alguno de los instrumentos (RDT o SNI o proyecto de I+D)

El GT Refinado2 son los doctores con formación de grado obtenida en Uruguay que residan en el país, que hayan sido beneficiarios directos de todos los instrumentos (RDT + SNI + proyecto de I+D)

El GT Refinado3 son los doctores con formación de grado obtenida en Uruguay que residan en el país, que hayan sido beneficiarios directos de todos los instrumentos potenciado (RDT + SNI + proyecto de I+D>1)

**TABLA 7. Estimación semiparamétrica de diferencias en diferencias de Abadie (2005)
sobre los factores de impacto para distintos grupos de tratamiento**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
VARIABLES	FI GT original MPL	FI GT Refi- nado1 MPL	FI GT Refi- nado2 MPL	FI GT Refi- nado3 MPL	FI GT original SLE	FI GT Refi- nado1 SLE	FI GT Refi- nado2 SLE	FI GT Refi- nado3 SLE
Constant	-2.399*** (0.653)	-2.354*** (0.657)	-2.598*** (0.921)	-2.567** (1.054)	-2.477*** (0.69)	-2.434*** (0.69)	-2.640*** (0.941)	-2.564** (1.057)
Observations	1111	1081	653	458	1111	1082	653	459

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Las columnas (1) a (4) estiman el propensity score con un polinomio de orden 1

Las columnas (5) y (8) estiman el propensity score con una función logit

Se toman las observaciones dentro del soporte común

Las variables FI es el promedio quinquenal de la suma de los factores de impacto

El GT original son los doctores con formación de grado obtenida en Uruguay que residan en el país

El GT Refinado1 son los doctores con formación de grado obtenida en Uruguay que residan en el país, que hayan sido beneficiarios directos de alguno de los instrumentos (RDT o SNI o proyecto de I+D)

El GT Refinado2 son los doctores con formación de grado obtenida en Uruguay que residan en el país, que hayan sido beneficiarios directos de todos los instrumentos (RDT + SNI + proyecto de I+D)

El GT Refinado3 son los doctores con formación de grado obtenida en Uruguay que residan en el país, que hayan sido beneficiarios directos de todos los instrumentos potenciado (RDT + SNI + proyecto de I+D>1)

Referencias bibliográficas

- ABADIE, A. (2005). Semiparametric Difference-in-Differences Estimators. *Review of Economic Studies*, 72, pp. 1-19. <https://economics.mit.edu/files/11869>
- ABOAL, D. & TACSIR, E. (2016). *The Impact of Ex-ante Subsidies to Researchers on Researcher's Productivity: Evidence from a Developing Country*. United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology.
- AGENCIA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN (2017). *Boletín de indicadores de ciencia, tecnología e innovación*. www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/informe-indicadores.pdf
- AGENCIA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN (2018). *Informe de monitoreo: Sistema Nacional de Investigadores*. www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/informe-de-monitoreo-sistema-nacional-de-investigadores-2008-2018.pdf
- ARORA, A., DAVID, P. & GAMBARDELLA, A. (1998). Reputation and Competence in Public Funded Science: Estimating the Effects on Research Group Productivity. *Annales D'Economie Et de Statistique*, 49/50, 163-198. <https://ideas.repec.org/a/adr/anecst/y1998i49-50p163-198.html>
- ARORA, A., DAVID, P. & GAMBARDELLA, A. (2005). The impact of NSF support for basic research in economics. *Annales d'Economie et de Statistique*, 79/80, 91-117. www.jstor.org/stable/20777571
- ARROW, K. (1962). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. En *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic a Social Factors*. Princeton University Press.
- AUDRETSCH, D. B., BOZEMAN, B., COMBS, K. L., FEKMAN, M., LINK, A. N., SIEGEL, D. S., STEPHAN, P., TASSEY, G. & WESSNER, C. (2002). The Economics of Science and Technology. *Journal of Technology Transfer*, 27, 155-203. <https://doi.org/10.1023/A:1014382532639>
- BENAVENTE, J. M., CRESPI, G. & MAFFIOLI, A. (2007). *The impact of national research funds: an evaluation of the Chilean FONDECYT*. Office of Evaluation and Oversight, Inter-American Development Bank. <https://publications.iadb.org/en/impact-national-research-funds-evaluation-chilean-fondecyt>
- BENVAENTE, J. M., CRESPI, G., FIGAL GARONE, L. & MAFFIOLI, A. (2012). The impact of national research funds: A regression discontinuity approach to the Chilean FONDECYT. *Research Policy*, 41, 1461-1475. <https://publications.iadb.org/en/impact-national-research-funds-evaluation-chilean-fondecyt>
- BERNAL, R. y PEÑA, X. (2011). *Guía práctica para la evaluación de impacto*. Universidad de los Andes.
- BERNHEIM, R., BUKSTEIN, D., HERNÁNDEZ, E. y USHER, X. (2012). *Informe de evaluación: Impacto del Sistema Nacional de Investigadores 2008. Documento de trabajo N.º 4*. Agencia

Nacional de Investigación e Innovación. www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/1581012567_n6-informe-evaluacion-fce-2007.pdf

- BERNHEIM, R., BUKSTEIN, D., HERNÁNDEZ, E. y USHER, X. (2013). *Informe de evaluación: Impacto del Fondo Clemente Estable 2007. Documento de trabajo N.º 6*. Agencia Nacional de Investigación e Innovación. www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/1452706946-evaluacion-fondos-sectoriales.pdf
- BERNHEIM, R., BUKSTEIN, D., HERNÁNDEZ, E., PERALTA, M., VAZ, M. y USHER, X. (2015). *Informe de evaluación ex post: Fondos sectoriales Innovagro y Energía, Modalidades I y II. Documento de trabajo N.º 9*. Agencia Nacional de Investigación e Innovación. www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/1581012475_doc-4-evaluacion-sni-2008.pdf
- BLOCH, C., GRAVERSEN, E. K. & PEDERSEN, H. S. (2014). Competitive research Grants and Their Impact on Career performance. *Minerva*, 52, 77-96. <https://doi-org.proxy.timbo.org.uy/10.1007/s11024-014-9247-0>
- BORNMANN, L., LEYDESDORFF, L. & VAN DEN BESSELAAR, P. (2010). A meta-evaluation of scientific research proposals: Different ways of comparing rejected to awarded applications. *Journal of Infometrics*, 4, 311-220. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2009.10.004>
- BUKSTEIN, D., MONTEIRO, L. y USHER, X. (2016). *Informe de evaluación: Impacto del Fondo Clemente Estable y Fondo María Viñas 2009. Documento de trabajo N.º 11*. Agencia Nacional de Investigación e Innovación. www.anii.org.uy/upcms/files/listado-documentos/documentos/1581012794_informe-de-evaluacion-fondo-clemente-estable-y-fondo-maria-vinas-2009.pdf
- CALLON, M. (1994). Is Science a Public Good? Fifth Mullins Lecture, Virginia Polytechnic Institute, 23 March, 1993. *Science, Technology and Human Values, Autumn 1994*, 19(4), 395-424. <https://doi-org.proxy.timbo.org.uy/10.1177/016224399401900401>
- CARILLO, M. & PAPAGNI, E. (2004). *Incentive Structure in Basic Research and Economic Growth, Working Paper No. 9.2004*. Università degli Studi di Napoli "Parthenope". <https://core.ac.uk/download/pdf/6759102.pdf>
- CASTILLO, V., MAFFIOLI, A., ROJO, S. & STUCCHI, R. (2011). *Innovation Policy and Employment, Evidence from an Impact Evaluation in Argentina*. Inter-American Development Bank. <https://publications.iadb.org/en/innovation-policy-and-employment-evidence-impact-evaluation-argentina>
- CHUDNOVSKY, D., LÓPEZ, A., RODDI, M. & UBFAL, D. (2006). *Evaluating a program of public funding of scientific activity. A case study of FONCYT in Argentina*. Office of Evaluation and Oversight, Inter-American Development Bank. <https://publications.iadb.org/en/evaluating-program-public-funding-scientific-activity-case-study-foncyt-argentina>
- CHUDNOVSKY, D., LOPEZ A., ROSSI M. & UBFAL D. (2008). Money for Science? The Impact of Research Grants on Academic Output. *Fiscal Studies*, 29(1), 75-87. www.jstor.org/stable/24440166IDB

- COLUGNATI, F. A. B., FIRPO, S., DRUMMOND DE CASTRO, P. F., SEPULVEDA, J. E. & SALLES-FILHO, S. L. M. (2014). A propensity score approach in the impact evaluation on scientific production in Brazilian biodiversity research: the BIOTA Program. *Scientometrics*, 101, 85-107. <https://doi-org.proxy.timbo.org.uy/10.1007/s11192-014-1397-1>
- CRESPI, G. A. & GEUNA, A. (2005). *Modeling and measuring scientific production: results for a panel of OECD countries*. The Freeman Centre, University of Sussex. <https://ideas.repec.org/p/sru/ssewps/133.html>
- CRESPI, G. A. & GEUNA, A. (2008). An empirical study of scientific production: A cross country analysis, 1981-2002. *Research Policy*, 37(4), 565-579. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.12.007>
- DAR, A. & TZANNATOS, Z. (1999). *Active labor market programs: A review of the evidence from evaluations*. Social Protection Department, World Bank.
- DASGUPTA, P. & DAVID, P. (1987). Information Disclosure and the Economics of Science and Technology. En G. R. Feiwel (ed.), *Arrow and the Ascent of Modern Economic Theory* (pp. 519-42). Macmillan Press.
- DASGUPTA, P. & DAVID, P. (1994). Toward a New Economics of Science. *Research Policy*, 23(5), 487-521. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(94\)01002-1](https://doi.org/10.1016/0048-7333(94)01002-1)
- DASGUPTA, P. (2000). *Science as an Institution: Setting Priorities in a New SocioEconomic Context* [ponencia]. World Conference on Science, UNESCO/ICSU. <http://www.econ.cam.ac.uk/people-files/emeritus/pd10000/publications/science.pdf>
- DAVID, P. (1998). Common Agency Contracting and the Emergence of 'Open Science' Institutions. *American Economic Review*, 88, 15-21. <https://www.jstor.org/stable/116885>
- DECLARATION ON RESEARCH ASSESSMENT (2012). *San Francisco Declaration on Research Assessment*. <https://sfdora.org/read/>
- DECRETO N.º 136/005. Diario Oficial, N.º 26.731, p. 4. <http://www.impo.com.uy/diariooficial/2005/04/21/documentos.pdf>
- DECRETO N.º 82/010, Aprobación del Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Registro Nacional de Leyes y Decretos, tomo 1, semestre 1, año 2010, página 442. <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/82-2010>
- DEHEJIA, R. H. & WAHBA, S. (1999). Causal Effects in Nonexperimental Studies: Reevaluating the Evaluation of Training Programs. *Journal of the American Statistical Association*, 94(448), 1053-1062. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01621459.1999.10473858>
- DEMSETZ, H. (1969). Information and Efficiency: Another Viewpoint. *Journal of Law and Economics*, 12(1), 1-21. <https://doi.org/10.1086/466657>
- FEDDERKE, J. W. & GOLDSCHMIDT, M. (2015). Does massive funding support of researchers work?: Evaluating the impact of the South African research chain funding initiative. *Research Policy*, 44(2), 467-482. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2014.09.009>

- GHEZAN, L. y PEREIRA, M. (2014). *Evaluación de impacto del financiamiento de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT) por parte de la ANPCYT*. Mimeo.
- HECKMAN, J. J., ICHIMURA, H. & TODD, P. E. (1997). Matching as an Econometric Evaluation Estimator: Evidence from Evaluating a Job Training Programme. *Review of Economics Studies*, 64(4), 605-654. <https://doi.org/10.2307/2971733>
- HECKMAN, J. J., ICHIMURA, H. & TODD, P. E. (1998). Characterizing selection bias using experimental data. *Econometrica*, 66(5), 1017-1098. <https://www.jstor.org/stable/2999630>
- HOUNGBEDJI, K. (2015). *Abadie's Semi-parametric Difference-in-Difference Estimator*. Paris School of Economics.
- IMBENS, G. W. & RUBIN, D. B. (2015). *Causal inference for statistics, social and biomedical sciences: an introduction*. Cambridge University Press.
- JACOB, B. & LEFGREN, L. (2007). The impact of research funding on scientific productivity. *Journal of Public Economics*, 95(9-10), 1168-1177. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2011.05.005>
- LALONDE, R. (1986). Evaluating the Econometric Evaluations of Training Programs. *American Economic Review*, 76, 604-620. <https://www.jstor.org/stable/1806062>
- LANGFELDT, L., BLOCH, C. W. & SIVERTSEN, G. (2015). *Options and limitations in measuring the impact of research grants-evidence from Denmark and Norway*. Oxford University Press.
- LEY N.º 17930, Presupuesto Nacional de Sueldos, Gastos e Inversiones. Ejercicio 2005-2009. Registro Nacional de Leyes y Decretos, tomo 1, semestre 2, año 2005, página 1405. <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/17930-2005>
- LEY N.º 18084, Se establecen los Cometidos y Competencias de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación. Registro Nacional de Leyes y Decretos, tomo 2, semestre 2, año 2006, página 2068. <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/18084-2006/24>
- LEY N.º 18172, Aprobación de Rendición de Cuentas y Balance de Ejecución Presupuestal. Ejercicio 2006. Registro Nacional de Leyes y Decretos, tomo 1, semestre 2, año 2007, página 489. <https://www.impo.com.uy/bases/leyes/18172-2007>
- LUNDEVALL, B. (1992). *National systems of innovation*. Pinter Publishers.
- MARTIN, B. R. & IRVINE, J. (1983). Assessing basic research: Some partial indicators of scientific progress in radio astronomy. *Research Policy*, 12, 61-90. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(83\)90005-7](https://doi.org/10.1016/0048-7333(83)90005-7)
- MERTON, R. K. (1957). Priorities in Scientific Discovery: A Chapter in the Sociology of Science. *American Sociological Review*, 22(6), 635-659. <https://www.jstor.org/stable/2089193>
- MERTON, R. K. (1968). The Matthew Effect in Science. *Science*, 159(3810), 56-63. doi: 10.1126/science.159.3810.56
- MERTON, R. K. (1969). Behavior Patterns of Scientists. *American Scientist*, 57(1), 1-23. www.jstor.org/stable/1572092

- MOED, H. F., BURGER, W. J. M., FRANKFORT, J. G. & VANRAAN, A. F. J. (1985). The use of bibliometric data for the measurement of university research performance. *Research Policy*, 14, 131-149. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(85\)90012-5](https://doi.org/10.1016/0048-7333(85)90012-5)
- NELSON, R. (1959). The Simple Economics of Basic Scientific research. *Journal of Political Economy*, 67(3), 297-306. www.journals.uchicago.edu/doi/10.1086/258177
- PATEL, P. & PAVITT, K. (2000). National Systems of Innovation under Strain: The Internationalisation of Corporate R & D. En R. Barrell, G. Mason y M. O'Mahoney (eds.), *Productivity, Innovation and Economic Performance*. Cambridge University Press.
- PAVITT, K. (2000). Why European Union funding of academic research should be increased: a radical proposal. *Science and Public Policy*, 27(6), 455-460. <https://doi.org/10.3152/147154300781781779>
- PAVITT, K. (2001). Public policies to support basic research: What can the rest of the world learn from US theory and practice? (And what they should not learn). *Industrial and Corporate Change*, 10(3), 761-779. <https://doi.org/10.1093/icc/10.3.761>
- POLANYI, M. (1997). The Tacit Dimension. In L. Prusak (ed.), *Knowledge in Organizations* (pp. 135-146). Butterworth Heinemann.
- RAVALLION, M. (2007). Evaluating Anti-Poverty Programs. *Handbook of Development Economics*, 4, 3787-3846. [https://doi.org/10.1016/S1573-4471\(07\)04059-4](https://doi.org/10.1016/S1573-4471(07)04059-4)
- RIVAS, G., ROVIRA, S. y SCOTTO, S. (2014). Reformas a la institucionalidad de apoyo a la innovación en América Latina: antecedentes y lecciones de estudios de caso. En *Nuevas instituciones para la innovación, Prácticas y experiencias de América Latina* (pp. 11-33). CEPAL.
- ROSENBAUM, P. & RUBIN, D. (1983). The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*, 70, 41-55. <https://doi.org/10.1093/biomet/70.1.41>
- RUBIANES, E. (2014). Políticas públicas y reformas institucionales en el sistema de innovación de Uruguay. En *Nuevas instituciones para la innovación, Prácticas y experiencias de América Latina* (pp. 221-258). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- SALTER, A. & MARTIN, B. (2001). The Economic Benefit of Publicly Funded Basic Research: A Critical Review. *Research Policy*, 30, 509-532. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00091-3](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00091-3)
- STEPHAN, P. E. (1996). The Economies of Science. *Journal of Economic Literature*, 34(3), 1199-1235. <https://www.jstor.org/stable/2729500>
- STEPHAN, P. E. (2010). The Economies of Science. En B. H. Hall y N. Rosenberg (eds.), *Handbook of the Economics of Innovation*, vol. 1 (pp. 217-273). North-Holland. [https://doi.org/10.1016/S0169-7218\(10\)01005-1](https://doi.org/10.1016/S0169-7218(10)01005-1)
- UBFAL, D. & MAFFIOLI, A. (2011). The impact of funding on research collaboration: Evidence from a developing country. *Research Policy*, 40, 1269-1279. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.05.023>

VÁZQUEZ, C. (2015). *Impacto de los subsidios a la investigación en la productividad científica. Argentina 2004-2008* [tesis de Maestría en Economía, Universidad Nacional de la Plata].
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/49458>