



dECON
Facultad de Ciencias Sociales
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

Universidad de la República, Facultad de Ciencias Sociales

Departamento de Economía

Trabajo de Tesis para la obtención del título de

Magíster en Economía Internacional

Evaluación de impacto del cambio en los incentivos a la investigación
académica en Uruguay

Ximena Usher Güimil

Tutor: Dra. Graciela Sanroman

Contenido

1 Introducción	3
2 Racionalidad del apoyo estatal a la i+d	6
3 Evolución de la política de ciencia, tecnología e innovación en Uruguay.....	8
4 Esquema de incentivos a la investigación de Uruguay 2008-2016	9
5 Literatura	14
6 Estrategia de Identificación.....	17
7 Datos	22
Construcción de los grupos de tratamiento y control	22
Definición y construcción de las variables de Impacto	22
Variables de control	25
Limitaciones de las variables de impacto seleccionadas	26
8 Resultados.....	28
9 Conclusiones.....	30
Anexo: Figuras	32
Anexo: Tablas	34
Bibliografía	37

1 Introducción

En los trabajos seminales de Nelson, R. (1959) y Arrow, K. (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, P. 1987 y David, P. 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 si lo mantienen de forma tácita y que el Estado debe intervenir para generar el esquema de incentivos adecuado que genere la distribución óptima entre los tipos de conocimiento.

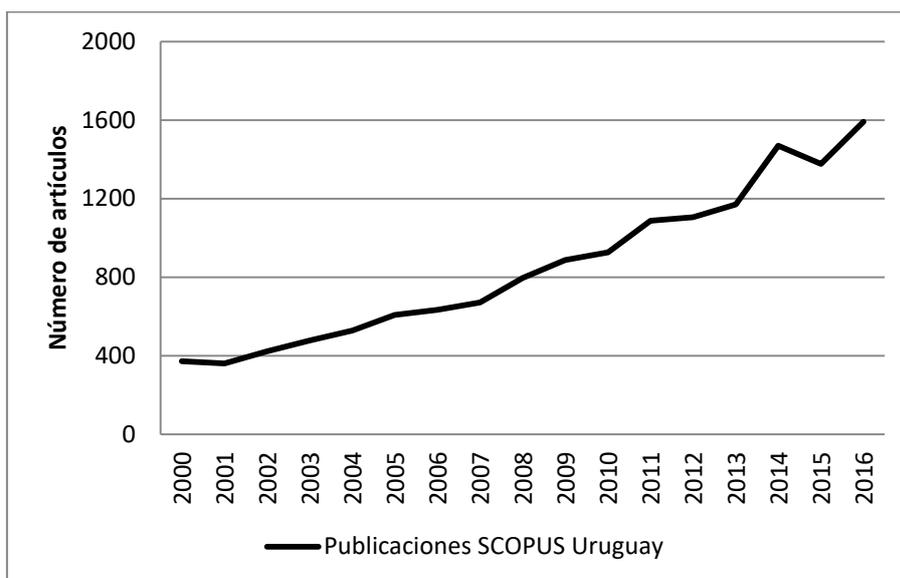
Finalmente, los “Evolucionistas”, liderados por Pavitt, K. (2000 y 2001) entienden que la información no es fácilmente transmisible ni apropiable, por lo que se necesita un sistema de capacidades propias para poder incorporar el conocimiento codificado y que el Estado debe intervenir para reforzar ese 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 SXX. Uruguay no es la excepción. Con distintos avances desde el retorno a la democracia hasta converger al 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 aproximándolo, 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.

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

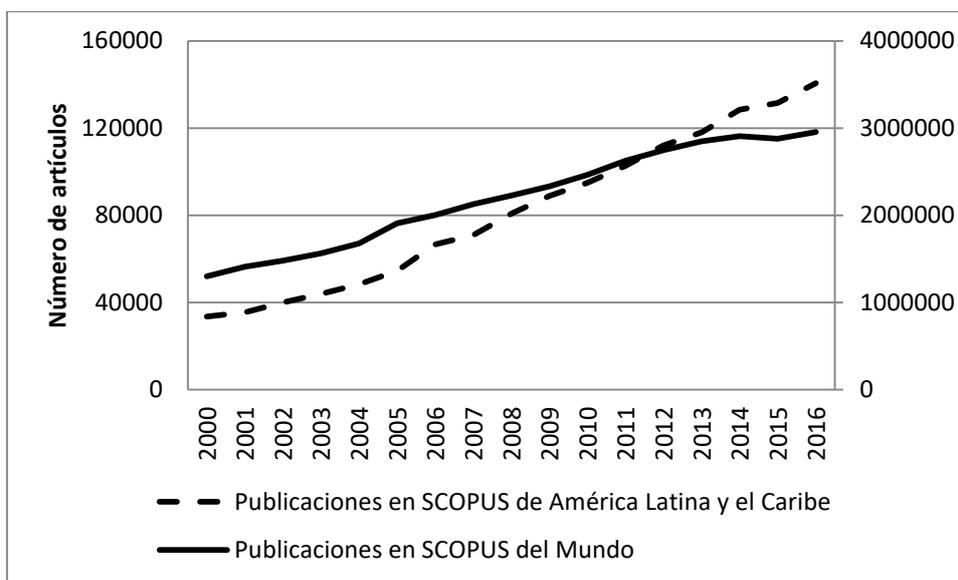
Gráfico 1: Evolución de las publicaciones arbitradas de Uruguay. 2000-2016



Fuente: RICYT.

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

Gráfico 2: Evolución de las publicaciones arbitradas de ALyC 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, pasando de 917 en 2008 a 2222 en 2016². Por esta razón el incremento de las publicaciones puede tener dos fuentes: más investigadores

² Investigadores Equivalentes a Jornada Completa, ANII 2017-Boletín de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación.

publican, efecto extensivo, y/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.

Para realizar la estimación se utiliza el estimador semi paramétrico de diferencias en diferencias de Abadie, A. (2005), tomando como intervención al 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, por tanto, hayan sido expuestos al esquema de incentivos a la investigación desplegado en Uruguay, mientras que el grupo de control (GC) son también doctores, con formación de grado obtenida en Uruguay, que residan fuera y no hayan obtenido ningún apoyo en el período de tratamiento y, 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 la misma se vio acentuada, tanto en la variable cantidad como 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 ser 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, 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, mientras que 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, D et al. (2006) se pueden identificar tres corrientes principales, la "Teoría de las fallas de mercado", derivada de los trabajos seminales de Nelson, R. (1959) y Arrow, K. (1962), la llamada "Nueva Economía de la Ciencia", plasmada por Dasgupta, P. (1987) y David, P. (1998) y, finalmente, los "Evolucionistas", liderados por Pavitt, K. (2000 y 2001).

Para Arrow, K. (1962), el mercado del conocimiento científico es incompleto y presenta fallas asociadas a tres características de éste: indivisibilidad, inapropiabilidad (al menos completa) e incertidumbre. Las dos primeras son las que definen a 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 que dificulta aún 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 sub-óptima. Por tanto, Nelson, R. (1959) concluye que se debe intervenir cuando el valor marginal de la investigación para la sociedad exceda al valor marginal privado. Audretsch, D. et al. (2002) precisan la regla aún más, el Estado debe intervenir cuando la tasa social exceda a la privada, como se indicaba anteriormente, pero 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 sustitutos³. Plantea que es decisión de los investigadores si transforman el producto de su investigación en conocimiento codificado y, por tanto disponible bajo la forma de información, o si lo mantienen 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.

³ 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 acuñado por M. Polanyi (1997) a través de su frase "we can know more than we can tell", aunque no existe un claro consenso respecto a la definición del mismo. El punto central radica en que no es un conocimiento fácil o totalmente transmisible ni replicable fuera de una unidad de investigación.

Chudnovsky, D. et al. (2006), Dasgupta, P. (1987) y David, P. (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, M. (1997) y Merton, R. K. (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, J.M. 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, A. y Martin, B., 2001), la creación de redes de conocimiento (Lundvall, B. 1992), la capacidad de resolver problemas (Patel, P. u Pavitt, K., 2000) o generando las instituciones e infraestructura necesarias (Callon, M. 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, justificando la intervención en el estímulo a las capacidades propias de generar e internalizar el conocimiento.

Benavente, J.M. et al. (2012) marcan la existencia de tres esquemas de incentivos: el primero en el que el gobierno destina recursos a producir y difundir la investigación científica través de organizaciones estatales donde el investigador es un empleado público (modelo francés del Centro Nacional de Investigación Científica-CNRS). Segundo, subsidios al sector privado (o incentivos fiscales) para incrementar la producción de conocimiento, mitigando el problema de no apropiabilidad. Finalmente, en el tercer esquema se otorgan subsidios directamente a los científicos para financiar sus actividades, pudiendo ser fijos, variables o mixtos. La mayoría recomiendan un esquema mixto, incluso Patel, P. and Pavitt, K. (2004) 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, G. 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”.

Siguiendo a Demsetz's, H. (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 B. y Lefgren L. 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 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.”⁴ 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 SXX hasta nuestros días, tanto la visión como la estructura de la política del CTI se ha vuelto más compleja, alejándose 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)⁵ en 2010.

Siguiendo a Rubianes, E. (2014), se pueden dividir los principales cambios en materia de política de CTI desde el retorno a la democracia en 3 fases, siendo objeto de análisis de la presente tesis el impacto de ellas. En la primer fase (1985-1990) se destaca: creación del Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA) en 1985, 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 crea el Fondo Clemente Estable (1995), el Fondo Nacional de Investigadores (1996), el Institut Pasteur de Montevideo (2004)

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

⁴ G. Rivas, S. Rovira y S. Scotto S. (2004).

⁵ Decreto 82/010.

El decreto 136-005 de 2005 establece la creación del Gabinete Ministerial de la Innovación (GMI) cuyo “objetivo principal será la coordinación y 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°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 18084, en palabras de Rubianes (2014), “rediseña la nueva institucionalidad en CTI”. Ella establece 3 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”; y, finalmente, le otorga al CONICYT creado en los sesenta un rol asesor, encargado de proponer planes, particularmente el PENCTI, y de efectuar el seguimiento del funcionamiento de los diferentes programas de la Agencia.

Finalmente, a Ley 18172, crea el Sistema Nacional de Becas y el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), ambos bajo la órbita de la ANII⁶, y el Centro Uruguayo de Imagenología Molecular (CUDIM).

4 Esquema de incentivos a la investigación de Uruguay 2008-2016⁷

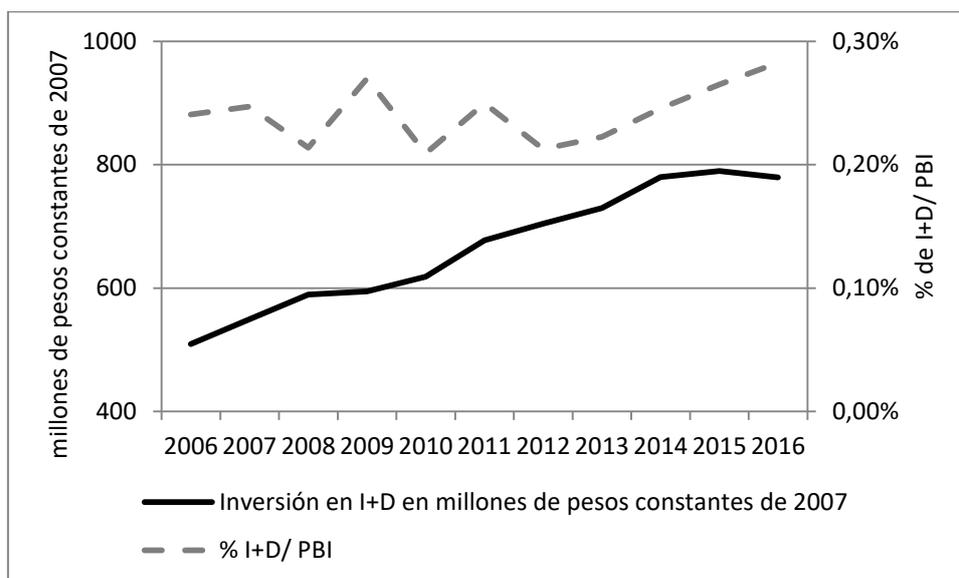
El esquema de incentivos, cuyo impacto se pretende evaluar, se centra en la implementación de la tercera fase. Sintéticamente, esta fase se caracteriza por: cambios institucionales, intensificar instrumentos creados en las dos anteriores y un presupuesto creciente de recursos públicos destinados a la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

⁶ En el caso del SNI la ANII solo administra, el mismo es conducido por la Comisión Honoraria del Sistema Nacional de Investigadores, integrada por cinco miembros, uno a propuesta de la Universidad de la República, dos a propuesta del CONICYT y dos propuestos por el directorio de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación.

⁷ El 23 de diciembre de 2016 se aprueba la Ley 19472 con la creación del Sistema Nacional de Transformación Productiva y Productividad que genera nuevos cambios institucionales pero 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.

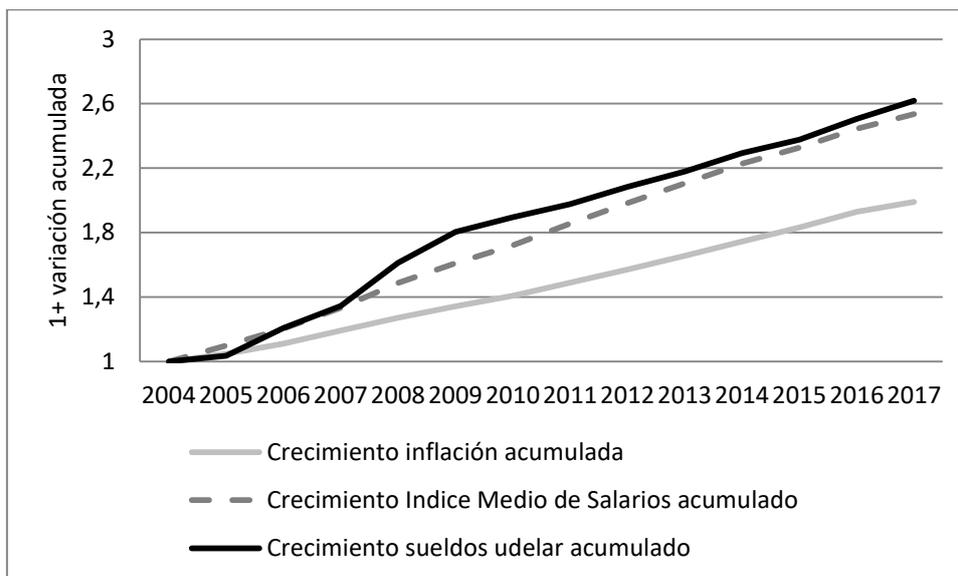
Nota: Se incluye la inversión realizada por el gobierno y la educación superior (pública como privada), excluyendo la I+D del sector productivo (tanto empresas privadas como públicas).

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, M. y Papagni, E. (2004), adicionando un cuarto eje de intervenciones que busca apoyar el mejoramiento de la infraestructura que soporta la investigación⁸.

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 Sistema Nacional de investigadores. Tanto el RDT como el SNI están basados en una evaluación ex post de la performance de los investigadores en un período determinado, tomando en cuenta variables como: trayectoria de publicaciones, formación de recursos humanos, desarrollo de líneas de investigación, entre otros.

⁸ El esquema presentado se centra en los instrumentos de apoyo a la generación de conocimiento a través de la academia, dejando 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 INE.

Tomando en cuenta que la mayoría de los investigadores pertenecen a la Universidad de la República⁹, 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 como 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 años¹⁰. La obtención de la dedicación total (DT) implica un incremento salarial del 60%¹¹. 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, R. et al. (2012) a través de entrevistas a investigadores, indica que en el 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. El Sistema Nacional de Investigadores 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

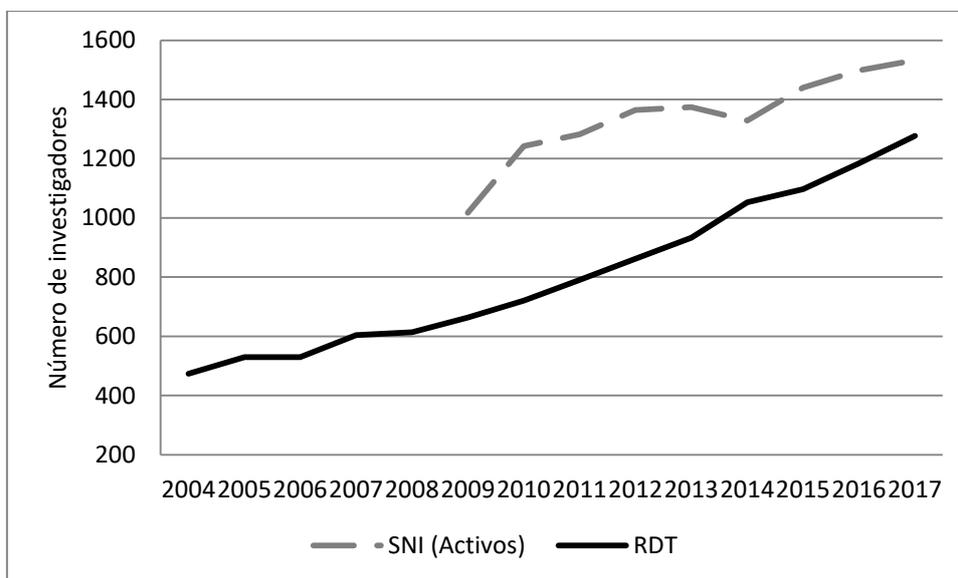
⁹ Según el Informe de Monitoreo de la ANII sobre el Sistema Nacional de Investigadores el 78% de los categorizados activos tienen como institución principal a la Udelar.

¹⁰ Artículo 39 del Estatuto del Personal Docente de la Udelar.

¹¹ Adicionalmente el ingreso al RDT les otorga una partida para gastos de hasta un sueldo por cada año.

activos, el número de categorizados creció un 50% 2017 (ver gráfico 5)¹². En las entrevistas mencionadas anteriormente, los investigadores indican que el incentivo económico del SNI, al ser de menor cuantía, funciona como variable de ajuste, permitiendo 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 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 investigación¹³: la CSIC y la ANII¹⁴¹⁵.

¹² 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.

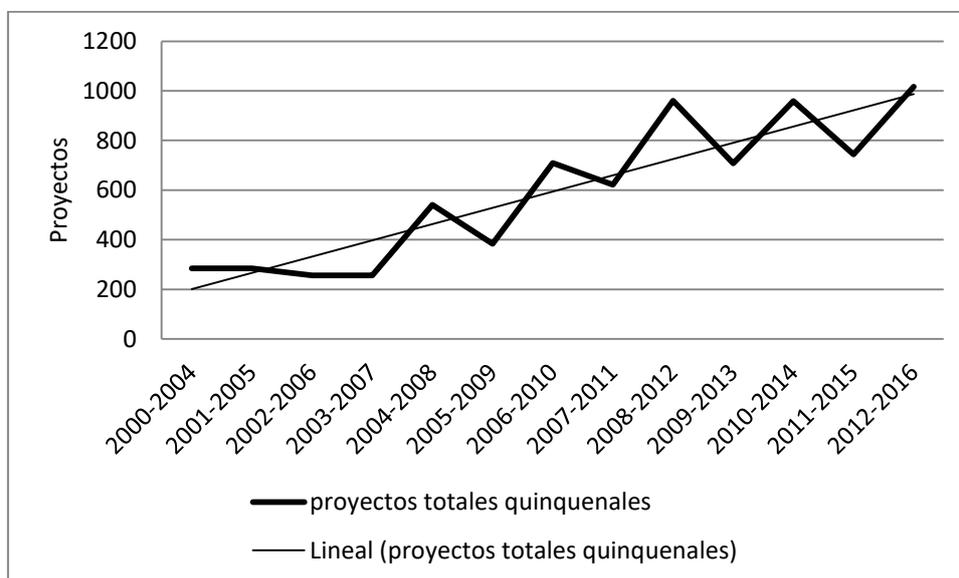
¹³ Encuesta de Gasto en Actividades de Ciencia y Tecnología-ANII 2008-2017.

¹⁴ 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 CSIC.

¹⁵ Incluso en los últimos años ambas instituciones se coordinan para abrir alternadamente los proyectos a investigadores en desarrollo o investigadores consolidados para no superponerse, evitando costos duplicados de evaluación y una mayor eficiencia y continuidad en el financiamiento.

Sumando los proyectos de I+D y de apoyo a grupos de CSIC y los proyectos de investigación básica “Fondo Clemente Estable”, investigación aplicada “Fondos María Viñas” y los fondos sectoriales de ANII, la tendencia es claramente creciente en el período.¹⁶

Gráfico 6: Proyectos de investigación financiados por CSIC y ANII sumados



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

En tercer lugar se encuentran los incentivos no monetarios, de tipo reputacional. En este caso el SNI, si bien incluye una retribución monetaria, Bernheim, R. 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 le 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.” Esta importancia que le otorgan hace que los investigadores muchas veces adapten sus estrategias de investigación, intentando 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 científico¹⁷.

¹⁶ 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 los fondos sectoriales no abren siempre. Por ello se tomó una media móvil quinquenal para suavizar la serie.

¹⁷ Existen llamados para la compra de equipamiento tanto en ANII como en 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.

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 puede encontrar 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, medida de diferentes maneras, como ser las citas o el factor de impacto de las revistas. Éstas 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 ser el trabajo de Bloch, C. et al. (2014), quienes 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 misma dirección Jacob, B. et al. (2007) utilizan una variable binaria que marca los investigadores que pasaron de no tener publicaciones a tener al menos una, para ver el impacto en el inicio de la carrera, encontrando que es superior al aumento de la productividad de los investigadores ya consolidados del National Institute of Health de Estados Unidos; tanto Ubfal, D. et al. (2011) como Colugnati, F.A.B. et al. (2014) encuentran impactos positivos del FONCYT¹⁸ de Argentina y del BIOTA¹⁹ de Brasil en las coautorías, en el entendido que las colaboraciones y la consolidación de redes puede ayudar a solidificar 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 disímiles en términos de calidad.

A modo de ejemplo Arora, A., David, P. y Gambardella, A. (2005) estiman los efectos de los subsidios otorgados por la National Science Foundation en el área de economía, Lanfeldt, L. et al. (2015) lo realizan para los subsidios concursables del programa FRIPO del Consejo de Investigación de Noruega y los subsidios otorgados por el Consejo Independiente de Investigación de Dinamarca, a los que se pueden sumar los ya mencionados Jacob, B. et al. (2007) y Bloch C. et al. (2014). Todos encuentran impactos positivos aunque, de magnitudes modestas, coincidiendo 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 lo que la evaluación de impacto termina comparando la efectividad entre instrumentos y no entre obtener y no obtener un apoyo.

Por su parte Fedderke J.W. y Goldschmidt M (2015) analizan el impacto de un instrumento distinto: el otorgamiento de puestos de investigación por la National Research Foundation de

¹⁸ Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica.

¹⁹ Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade de FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo).

Sudáfrica, con montos fijos y estabilidad²⁰ en el tiempo, encontrando también efectos moderados, muy dependientes de la productividad previa del investigador.

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 4 trabajos que analizan el impacto de los fondos concursables del FONCYT, en distintos períodos, Chudnovsky, D. et al. (2006 y 2008), Ghezan, L. y M. Pereira (2014) y Vazquez, C. (2015), a los que se puede sumar el ya mencionado de Ubfal D. y Maffioli A. (2011) pero que aborda una dimensión distinta. En todos los casos encuentran impacto positivo en lo que a publicaciones refiere, reiterándose en varios casos 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, J.M. et al. (2007,2012) respecto al FONDECYT²¹ chileno, con la diferencia de que en el primero de ellos no encuentra impacto en las publicaciones, mientras que al ampliar el horizonte temporal sí aparece. En ninguno de los análisis de Chile se encuentra impacto en calidad de las publicaciones (media 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 F.A.B. et al. (2014) quienes encuentran, para distintos modelos, un impacto positivo en las publicaciones. Finalmente, Aboal, D. y Tacsir E. (2016) analizan el impacto del Programa Nacional de Incentivo a los Investigadores paraguayo, un esquema de incentivos inspirado en el Sistema Nacional de Investigadores de Uruguay²² y en el sistema de investigadores de México, encontrado resultados diversos, impacto positivo de la cantidad de publicaciones en revistas arbitradas sólo para los investigadores del nivel inferior (candidatos) mientras que la calidad, medida a través del SJR²³, encuentran impactos positivos para los niveles altos (II y III), negativo para el nivel I y no encuentran impacto para los candidatos²⁴.

En cuanto a nuestro país, las evaluaciones que se pudieron encontrar están en la serie de documentos de trabajo de la ANII que evalúan instrumentos de dicha institución. Bernheim R. et al. (2013 y 2015) y Bukstein D. et al. (2016) analizan distintas convocatorias a proyectos concursables de investigación (Fondo Clemente Estable 2007²⁵, FFSS Innovagro y energía 2009²⁶ y FCE y FMV 2009²⁷ respectivamente), con resultados muy diversos. La primera

²⁰ Se otorgan por 5 años, renovables hasta 15 y con ingresos de hasta 300.000 dólares anuales.

²¹ Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico.

²² La propia evaluación sigue la misma estructura de la realizada para el SNI de Uruguay por R. Bernheim et al. 2012, en lo que a definición de grupos de tratamiento y control así como variables de impacto.

²³ SCImago Journal Rank es un indicador de visibilidad de las publicaciones en SCOPUS desde 1996, que aproxima la calidad de las publicaciones a través de las citas de los últimos tres años, ponderando por la importancia de la revista en donde esa cita aparece, siguiendo el algoritmo de Google PageRank.

²⁴ En todos los casos los resultados no son robustos al cambio de metodología de identificación.

²⁵ Fondo Clemente Estable de investigación Básica, generación 2007.

²⁶ Fondo Sectorial Innovagro y Fondo Sectorial de Energía, generación 2009.

²⁷ Fondo Clemente Estable de investigación Básica y Fondo María Viñas de investigación aplicada, generación 2009.

generación de fondos sectoriales de agro y energía no tiene impacto ni en cantidad ni en calidad; el FCE 2007 muestra impacto en las publicaciones de los investigadores de los grupos consolidados²⁸; mientras que en el último caso solo se encuentra un resultado metodológicamente robustos en el factor de impacto de las publicaciones de los investigadores jóvenes.

A éstos se suman Bernheim R. 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 encontrados refieren al análisis de instrumentos individuales y no de una política global, o un conjunto de incentivos como pretende realizarse aquí. Para ello utilizan diversas metodologías cuasi-experimentales tomando como grupo de control a los postulantes no financiados²⁹. Excepciones al respecto se pueden encontrar en Colugnati F.A.B. et al. (2014), que utilizan como GC a los beneficiarios de otro instrumento³⁰, Chudnovsky, D. et al. (2008), que si bien utilizan a los proyectos rechazados, solo incluyen los que quedaron fuera por falta de fondos; o el esquema en escalera aplicado tanto por Bernheim R. et al. (2012) como por Aboal, D. y Tacsir E. (2016). Las metodologías son variadas: regresiones con y sin controles, Propensity Score Matching (PSM), diferencias en diferencias (DID) (en algunos casos restringidas al soporte común³¹), regresiones discontinuas y algunos casos donde se comienza a utilizar el método combinado de PSM+DID, también llamado diferencias en diferencias condicional, que es el que se va a aplicar en este trabajo³².

Para finalizar, dentro de los antecedentes reseñados, se encontraron dos casos en que intentan analizar heterogeneidad o efecto diferenciado por área de conocimiento. Fedderke J.W. y Goldschmidt M (2015) hacen interactuar la variable disciplina con el tratamiento, encontrando 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 fueron aún mayores y fuertemente concentradas en las ciencias médicas. El segundo ejemplo es el de Vazquez, C. (2015) quien directamente segmenta la muestra por área, encontrando impacto

²⁸ No se encuentra impacto en los responsables científicos de esos mismos grupos.

²⁹ Como trabajo precursor se puede mencionar a A. Arora et al. (1998) que analizan 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.

³⁰ Son beneficiarios de la misma área e institución, pero que no fueron parte de BIOTA.

³¹ A. Arora, P. David y A. Gambardella 2005 no restringen al soporte común pero en base a características observables segmentan los grupos en diversas celdas y aplican la doble diferencia a la muestra restringida para cada celda.

³² Versiones de DID condicional son aplicadas por D. Ubfal y A. Maffioli (2011), C. Bloch et al. (2014) y L. Langfeldt et al. (2015) entre otros.

en las publicaciones de las ciencias exactas y tecnológicas, mientras que en las citas el impacto se encuentra en todas las áreas, aunque mayor en las mencionadas.

6 Estrategia de Identificación

La pregunta básica de toda evaluación de impacto, siguiendo a Colugnati F.A.B. 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”, lo que lleva a la segunda pregunta que plantean, “¿esa variación hubiese ocurrido sin la presencia del programa?”. 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 *grupo de tratamiento* (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, G. W. y Rubin, D. B. (2015), la evaluación de impacto implica la medición del efecto causal de una acción (manipulación, tratamiento o intervención), aplicada a una unidad, definiendo al efecto causal como la diferencia entre dos resultados potenciales de esa unidad, con y sin intervención, independientemente de cuál de dichos resultados sea el observado. El problema fundamental para realizar esta tarea radica en que para una misma persona es imposible observar ambos 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 Ravallio, M. 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)”.

Por 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, A. y Tzannatos Z. (1999). El problema es que la aleatorización no siempre es posible (problemas de implementación, manipulación o altos costos) o deseable (consideraciones éticas).

En ausencia de aleatorización aparece lo que se conoce como sesgo de selección, sesgo provocado por la existencia de características preexistentes, observables y no observables, que pueden afectar tanto la probabilidad de participación en el programa (dado que la misma 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)³³ :

³³ Average Treatment Effect

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

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.

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

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

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, de manera individual o grupal, postulan a llamados de financiamiento y no son seleccionados (Arora, A., David, P. y A. Gambardella 2005., Chudnovsky, D. et al. 2006, Jacob, B. y Lefgren, L. 2007, Benvaente, J.M. et al. 2007, 2012, Bornmann, L. et al. 2010, Ubfal D. y Maffioli A. 2011, Bloch, C. et al. 2014, Ghezan, L. y M. Pereira 2014, Fedderke J.W. y Goldschmidt M 2015, Langfeldt, L. et al. 2015, Vazquez, C. 2015, Aboal, D. y Tacsir E. 2016).

Esta estrategia de identificación adolece fuertemente de uno de los problemas fundamentales planteados por Langfelt, L. 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, con una comunidad académica pequeña y un esquema de incentivos en el cual se desplegaron simultáneamente distintos apoyos (RDT, SNI, financiamiento de proyectos a través de diversos instrumentos de CSIC y ANII, entre otros).

Arora, A., David, P. y Gambardella, A. (2005), Chudnovsky, D. et al. (2008), Langfeldt, L. et al. (2015), Vazquez, C. (2015), Jacob, B. et al. (2007), Ubfal, D. y Maffioli A. (2011) y Benvaente, J.M. et al. (2007,2012) 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. Benavente, J.M. et al. (2007,2012) destacan entre las otras opciones a las instituciones gubernamentales, consultorías a instituciones privadas, o 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 en otros proyectos con financiamiento en curso. Jacob, B. et al. (2007) plantean la posibilidad de que los investigadores estén “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 esté contaminado, o no refleje 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, ingresar al SNI puede aumentar la posibilidad de financiamiento de los proyecto 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 instrumentos individuales, o de encontrar GT y GC no contaminados.

El primero de los problemas, sesgo de selección, se intentará minimizar a través de la metodología seleccionada; mientras que el segundo, 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, han sido expuestos al esquema de incentivos a la investigación desplegado en Uruguay*, visto como un todo mientras que el GC son también *doctores, con formación de grado obtenida en Uruguay que residan fuera y no hayan obtenido ningún apoyo de las políticas aplicadas en Uruguay 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 impacto³⁴. Al residir en el país, el GT, se considera expuesto al esquema de incentivos, ya sea de manera directa, siendo beneficiario de alguno de los instrumentos de apoyo, o indirecta, a través de los derrames por medio de colaboraciones. Finalmente, el tomar como GC a doctores fuera del país que no hayan recibido ningún tipo de apoyo de lo instrumentos aplicados en Uruguay se evita el efecto contaminación.

Una ventaja importante de definir al tratamiento como el esquema de incentivos global y a los grupos de esta manera es que se evita el problema de las evaluaciones de instrumentos particulares en las cuales, al comparar a los aprobados con los no financiados, la pertenencia a los grupos depende de haberse postulado voluntariamente donde 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 en 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.

³⁴ Si la capacidad es invariante en el tiempo, las diferencias podrían haber sido eliminadas aplicando diferencias.

La metodología que se va a utilizar es el estimador semi paramétrico de diferencias en diferencias de Abadie, A. (2005), este estimador 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, A. (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, A. (2005) permite relajar ambas condiciones, las covariables pueden introducirse de manera no lineal, estimándolas 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 éste está condicionado a las covariables, lo que hace que sea un mejor estimador para los casos en 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 pre tratamiento, lo que se presenta en los [gráfico 7](#) y [8](#) del anexo.

Formalmente, como explica Hounghbedji, K. (2015), lo que se quiere estimar es el ATT, definido en la ecuación (1), donde, por simplicidad, eliminaremos el subíndice i y reformularemos siguiendo la nomenclatura de Hounghbedji, K. (2015)

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

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 base³⁵, 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 pre tratamiento 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 del mismo Abadie, A. (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.

³⁵ Al momento $t = 0$, es decir la línea de base, lo denomina b , por *baseline* en inglés.

Las condiciones que deben cumplirse para ello son:

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

$$P(d = 1) > 0 \text{ y } \pi(X_b) < 1 \quad (6)$$

La ecuación (5) es la condición crucial para la identificación de Abadie, A. (2005). Esta ecuación indica que, condicional al set de variable pre tratamiento, 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, A. (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. El mismo se estima ponderando la tendencia de 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, R.H. y Wahba, S. (1999)³⁶.

El estimador de Abadie, A. (2005) se basa en los trabajos de Heckman, J. J. et al. (1997, 1998), pero como el propio Abadie indica, tiene ventajas sobre los anteriores: se puede utilizar para corte transversal repetido; es parsimonioso porque el ATT lo estima paramétricamente condicionalmente; y permite utilizarlo para 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 controlar por inobservables invariantes en el tiempo y por los cambios en el contexto, a través de la doble diferencia. Por el otro, el enfoque de Abadie, A. (2005) se aplica a condiciones menos restrictivas, permitiendo 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 el análisis de efectos heterogéneos.

³⁶ 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.

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 ANII y de 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 currículos vitae de estudiantes e investigadores que cuenta con más de 13.250 usuarios. Como indica el número de registros, en dicha base se puede encontrar la gran mayoría de los investigadores debido a que el mismo es utilizado de manera obligatoria para poder postular a todos los instrumentos de apoyo a la investigación (incluyendo al SNI) y los instrumentos de formación de recursos humanos de la ANII, también es obligatorio para postular a las becas que otorga la Comisión Académica de Posgrado (CAP) de la Udelar, mientras que es admitido, aunque no obligatoriamente, por la CSIC.

Construcción de los grupos de tratamiento y control

Una vez definido el GT como 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, y al 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 cumplan con dichas condiciones. A partir del mismo 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 los residentes fuera de Uruguay no tienen obligación, ni mayores estímulos, para completar el CVuy. Por ello, para complementar el número de investigadores del grupo de control, se recurrió al método de bola de nieve partiendo de los expertos de las diversas áreas³⁷ que fueron derivando los contactos de investigadores no residentes que cumplieran la doble condición anteriormente mencionada. De esta manera se pudieron adicionar 60 casos más al grupo de control, llegando a 273, y 1682 en total. Para los integrantes del GC se controló, a través de los registros administrativos de CSIC y de la ANII, que éstos 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 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, buscando 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, como se indicó en el apartado anterior, existen diversas

³⁷ 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.

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 cienciometría³⁸. Bornmann, L. 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, B. R., e Irvine, J. (1983) y Moed, H.F. et al. (1985). Para este trabajo se va a tomar el número de publicaciones arbitradas en SCOPUS, como proxy de cantidad, y el factor de impacto (FI)³⁹ de las revistas, 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, D. et al. (2006), Jacob B. y Lefgren L. (2007), Benavente, J.M. et al. (2007), Bornmann L. et al. (2010), Ubfal D. y Maffioli A. (2011), Benavente, J.M. et al. (2012), Colugnati, F.A.B. et al. (2014), Langfeldt L. et al. (2015), Aboal, D. y Tacsir. E. (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 factor de impacto, pudiendo complementarlo con citas o índice h⁴⁰.

Las variables van a ser calculadas en promedios anuales por investigador, en ventanas de 5 años, con un rezago de tres años entre ambos períodos. Esta estructura de tiempo es utilizada por varios autores, como por ejemplo Chudnovsky, D. et al. (2006), Jacob, B. et al. (2007) o Ubfal D. y Maffioli A. et al. (2011), basándose en el estudio de Crespi, G.A. y Gauna, A. (2005 y 2008). Estos autores 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 produce el output (publicaciones o citas). 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 ellos se toma como período 0 al quinquenio 2004-2008 (previo a que los instrumentos de la ANII empezaran a funcionar y los de CSIC mostraran su mayor incremento), una ventana de tres años de rezago (2009-2011) y el período 1 va a ser el quinquenio 2012-2016. Una ventaja adicional de tomar promedios anuales quinquenales es que suaviza a las variables de impacto, especialmente en lo que refiere al FI que puede presentar variaciones importantes de un año al otro.

Por tanto las variables de impacto se definen como: 1) *promedio anual de las publicaciones SCOPUS por investigador*; y 2) *promedio anual de los FI de las publicaciones en SCOPUS por investigador*⁴¹.

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

³⁸ Técnicamente es un buen proxy para la generación de conocimiento codificado.

³⁹ 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 eso dos años.

⁴⁰ Este índice mide la relación entre el número de publicaciones de un investigador y las citas que reciben las mismas, un índice h de valor n indica que al menos n artículos recibieron al menos n citas.

⁴¹ Ambas variables medidas en ventanas de 5 años.

identificación, el ISSN⁴². 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 actualizan y quiénes no. Por un lado tienen incentivos a mantener su CV actualizado, los investigadores categorizados en el SNI (los mismos tienen la obligación de actualizarlo cada seis meses) y los investigadores 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 beneficio palpable de mantenerlo actualizado.

Dejar de investigar es un resultado negativo que debe tomarse en cuenta por lo cual no se puede dejar de lado los CVs no actualizados. Por tanto, para todos los que residen fuera del país (como para los que no tenían actualizado su CVuy) 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 publicados, tomados del Journal Citation Report (JCR) en la Web of Science (WOS), 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, el valor de la variable es 0. La duda se puede generar con los valores del pasado, sobre todo para investigadores jóvenes, donde 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 se imputaba un cero 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 y 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 los mismos no tenían ninguna publicación en el período de análisis (2004-2016), 5 del grupo de control y 166 del grupo de tratamiento, por lo que fueron dejados de lado en el estudio. En segundo lugar, al usar el estimador semi paramétrico de diferencias en diferencias de Abadie, A. (2005), que estima no paramétricamente el PS partir de valores en la línea de base de un set de características pre tratamiento se decidió incluir a la variable de impacto en $t=0$ ⁴³ para mejorar

⁴² International standard serial number.

⁴³ La inclusión de las variables de impacto en el período de base, largamente utilizadas, sigue las recomendaciones de R. Dehejia y S. Wahba (1999). En su trabajo aplican la estimación con el propensity score methods (PSM) (Rosenbaum and Rubin 1983) en la base de datos de R. Lalonde (1986) donde los GT y GC fueron construidos aleatoriamente, y comparan con los resultados de estimaciones experimentales. R. Dehejia y S. Wahba encuentran que el PSM es muy sensible a las variables

el emparejamiento. Ello implicó que los investigadores debían contar con al menos un registro⁴⁴ en el período 0. Adicionalmente, al trabajar con datos de panel también se debía contar con un registro en el período o para poder construir la diferencia entre ambas ventanas quinquenales. Esta restricción genera la pérdida de 375 casos, 72 controles y 303 tratamientos.

Finalmente, luego de depurada la base, se cuenta con 1.136 casos, 940 del grupo de tratamiento y 196 del grupo de control. La distribución por sexo y área de conocimiento se indica en la tabla 1.

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 tipo 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 ni 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, B. 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 analizará únicamente el efecto intensivo.

Variables de control

El estimador semi paramétrico de diferencias en diferencias de Abadie, A. (2005) que se va a utilizar combina una estimación no paramétrica del Propensity Score Matching con una estimación de diferencias en diferencias.

correspondientes a la pre intervención y que incluir las variables de impacto en el período base acerca la estimación a la que se hubiese obtenido con métodos experimentales.

⁴⁴ 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.

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 de las principales variables observables que, según la evidencia empírica disponible, afectan la tasa de publicación de un investigador (Ubfal D. y Maffioli (2011)). La diferencia de productividad por género ha sido ampliamente estudiada con 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 en ambas en el período de partida, siendo los promedios del GC superiores al GT. En esta evaluación se analizará si dicha diferencia se reduce luego de aplicar del 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

Limitaciones de las variables de impacto seleccionadas

Jacob, B. y Lefgren, L. (2007) seleccionan las mismas variables de impacto que en el presente trabajo aceptando 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 Lotka⁴⁵) a lo que se suma un efecto dinámico donde la concentración se incrementa en el tiempo (efecto Mateo⁴⁶).

Las bases de datos de ISI o de SCOPUS tienen varias limitaciones o sesgos: en primer lugar está fuertemente sesgada 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 relacionado al anterior es el idiomático, ya que se publica principalmente en inglés, muchas revistas locales en español no están incluidas.

En relación a la utilización del factor de impacto también se han documentado diversas limitaciones. Chudnovsky, D. et al. (2006) marcan que el factor de impacto, fluctúa mucho año a año. Esto se minimiza, en cierta medida, al utilizar una media de 5 años. El factor de impacto es una de las medidas más controvertidas, llevando a muchos investigadores internacionales a realizar la Declaración de San Francisco (San Francisco Declaration on Research Assessment)⁴⁷ con 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 es que se eligió una estrategia que busca identificar posibles efectos heterogéneos entre áreas del conocimiento.

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, que hay que tomar en cuenta que el 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.

⁴⁵ Como explica P. Stephen (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.

⁴⁶ R.K. 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.

⁴⁷ Las principales críticas que realizan refieren al alto sesgo en la distribución de los factores de impacto entre revistas, a la especificidad del mismo 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 que los mismos son construidos.

8 Resultados

En el presente apartado se presentan los resultados de aplicar el estimador semi paramétrico de diferencias en diferencias de Abadie, A. (2005), tomando como intervención al esquema global de incentivos a la investigación desplegado en Uruguay desde 2008⁴⁸. El GT se define como 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, mientras que el GC son también doctores, con formación de grado obtenida en Uruguay 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 Impacto⁴⁹, 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 conocimiento⁵⁰.

En la [tabla 3](#) del anexo 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 se vio acentuada. Si bien la producción del GT se incrementó en el período, lo hizo promediamente 0.33 artículos menos que lo no residentes y 2.44 puntos de FI.⁵¹

Al analizar si existe efecto heterogéneo, [tabla 4](#), tomando como área omitida a las Ciencias Naturales y Exactas por ser las de mayor peso en la muestra, se observan efectos diferenciados en 4 de las 5 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, siendo 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 medida⁵³. Solo a modo de referencia, según el

⁴⁸ El esquema incluye: 1) ingresos fijos provenientes del RDT y el SNI; 2) ingresos variables proveniente de a través de proyectos concursales; 3) incentivos no monetarios, de tipo reputacional, como el SNI; y 4) incentivos indirectos, a través del apoyo a la infraestructura necesaria para la investigación.

⁴⁹ Ambas son medidas en ventanas quinquenales, 2004-2008 y 2012-2016, dejando 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 produce el output (publicaciones o citas).

⁵⁰ Se hizo el análisis de efecto heterogéneo por sexo y año de obtención del doctorado pero no dio significativo.

⁵¹ 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.

⁵² 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.

⁵³ Los 10 países con mayores publicaciones en SCOPUS actualmente (2015-2016) tienen a Medicina e Ingeniería como sus dos principales áreas de publicación, según los valores publicados por SCImago y tomando 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.

informe sobre los 10 años del SNI⁵⁴, los investigadores de las Ciencias Médicas categorizados 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 trabajo⁵⁵. 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 publicaban más en Latindex, hacia revistas de mayor impacto⁵⁶. Cabe resaltar que el hallazgo de efectos 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.

Se puede plantear dos 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. Por un lado, 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 pondría indagar a través de evaluaciones de impacto con multitratamiento o triple diferencia, intentando identificar cuáles instrumentos son más o menos efectivos.

Por otro lado, se puede cuestionar que la definición adoptada de GT, incluyendo a 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 en su conjunto. Sobre esta hipótesis se realizó una primera aproximación construyendo tres grupos de control refinados: el primero de ellos toma en cuenta solo beneficiarios directos de al menos uno de los instrumentos de apoyo⁵⁷, el segundo aquellos beneficiarios del esquema de incentivos en su conjunto⁵⁸ y un tercer grupo que potencia al anterior imponiendo la condición de que hayan recibido el apoyo de varios proyectos de I+D⁵⁹.

Los resultados, aplicando la misma metodología, se encuentran en las [tablas 5 y 6](#), y 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 cero, no siendo estadísticamente significativo. Por su parte, al analizar el FI los coeficientes no varían sustancialmente y se mantienen significativamente negativos⁶⁰. Al igual que en la

⁵⁴ ANII (2018)

⁵⁵ 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 por contar con producción equivalente sí pertenecen al SNI.

⁵⁶ Ver R. Bernheim et al. 2008.

⁵⁷ O tienen el RDT en el período de referencia, o fueron categorizados en el SNI o recibieron un proyecto de I+D (ya sea de CSIC o de ANII).

⁵⁸ 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.

⁵⁹ Tienen RDT, son categorizados en el SNI y recibieron más de un proyecto de I+D.

⁶⁰ 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:

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.⁶¹

9 Conclusiones

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. Ello se debe a no poder utilizar la estrategia convencional de definir como grupo de control 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 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. 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 semi paramétrico de diferencias en diferencias de Abadie, A. (2005) porque, dentro de sus fortalezas, permite estimar efectos heterogéneos, especialmente importante en lo que a área del conocimiento refiere, por los distintos patrones de producción académica que ellas presentan.

La evolución de las publicaciones totales uruguayas en SCOPUS se han cuadruplicado en lo que va del siglo, el mismo movimiento se observa con los promedios por investigador⁶². 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 aún mayor en la 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 Humanidades, posiblemente explicado por un desplazamiento de publicaciones en revistas de Latindex, de corte regional, no incluidas en SCOPUS.

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

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

⁶¹ De contar con más casos, por ejemplo a través del censo de doctores de la Udelar, no sólo se podría aumentar la potencia, sino que permitiría refinar también al GC, por ejemplo separando por grupos de países de destino. Se podría ver, por un lado, la brecha con los residentes en países altamente desarrollados en la materia y, por el otro, con países más cercanos al nuestro.

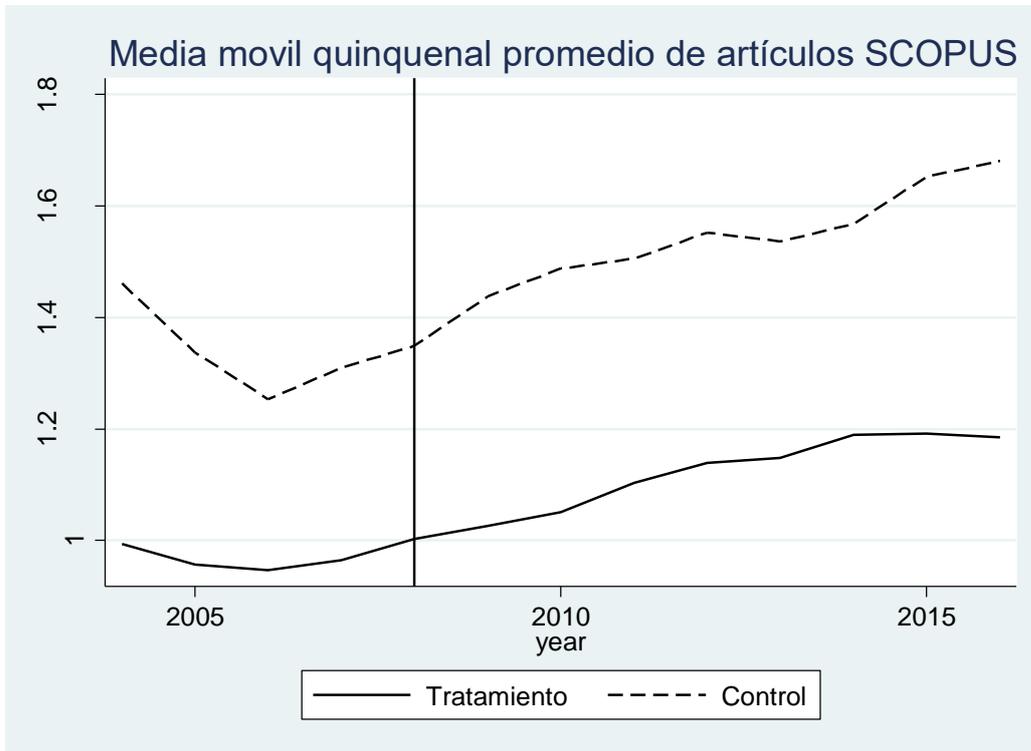
⁶² El promedio de publicaciones del GT pasa de 0.97 en el quinquenio 2004-2008 a 1.3 en 2012-2015 mientras que el FI se incrementa de 1.9 a 3 en iguales períodos.

La mayores limitaciones de este estudio son el tamaño del grupo de control, restando potencia a las estimaciones e impidiendo refinamientos dentro del mismo; y la falta de información, de algunas características observables de los investigadores, como ser 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 ser 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.

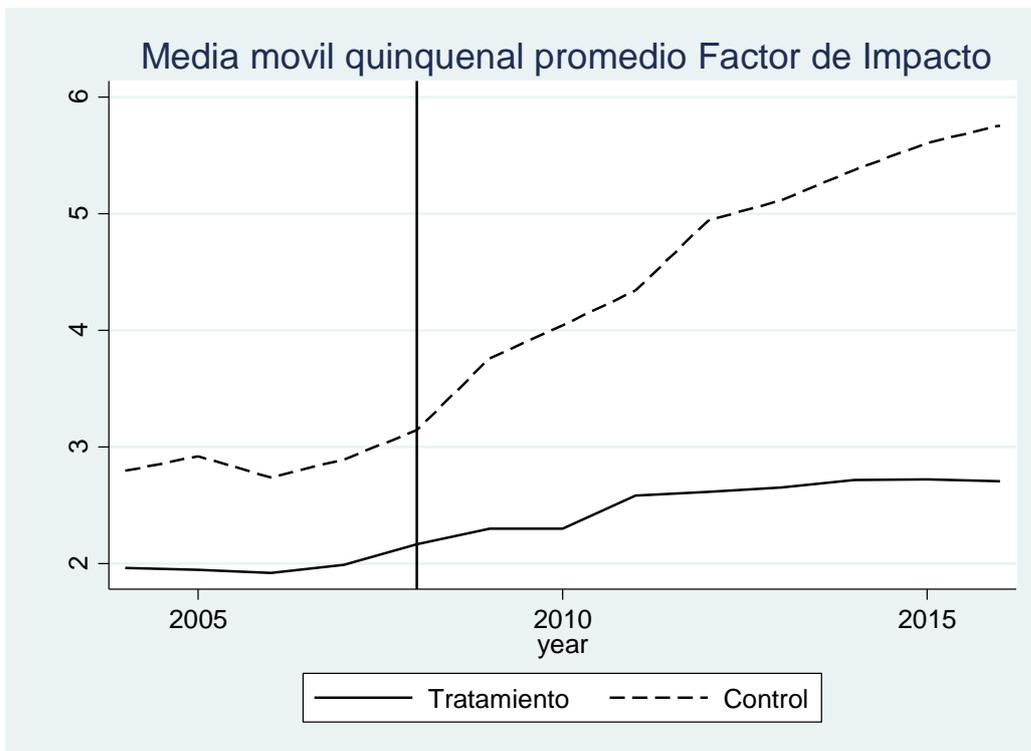
Anexo: Figuras

Gráfico 7: Tendencias paralelas pre tratamiento Artículos SCOPUS



Nota: Para cada año se construye el promedio del quinquenio

Gráfico 8: Tendencias paralelas pre tratamiento Factor de Impacto



Nota: Para cada año se construye el promedio del quinquenio

Gráfico 9: Distribución del PSM estimado por un polinomio

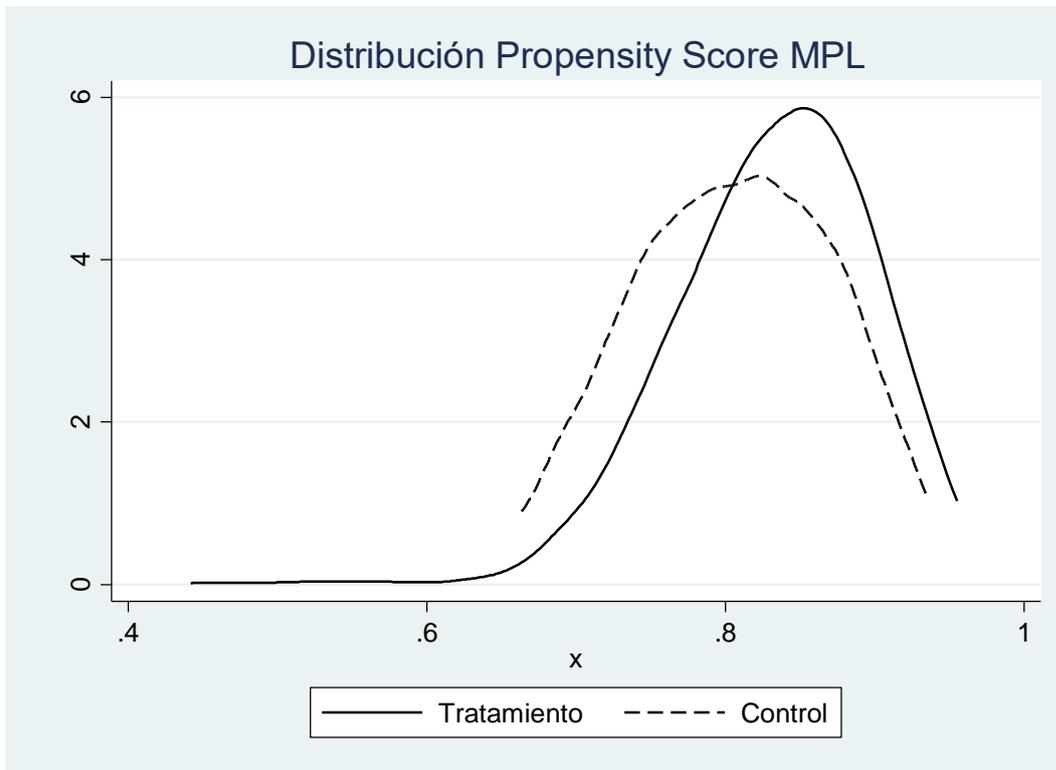
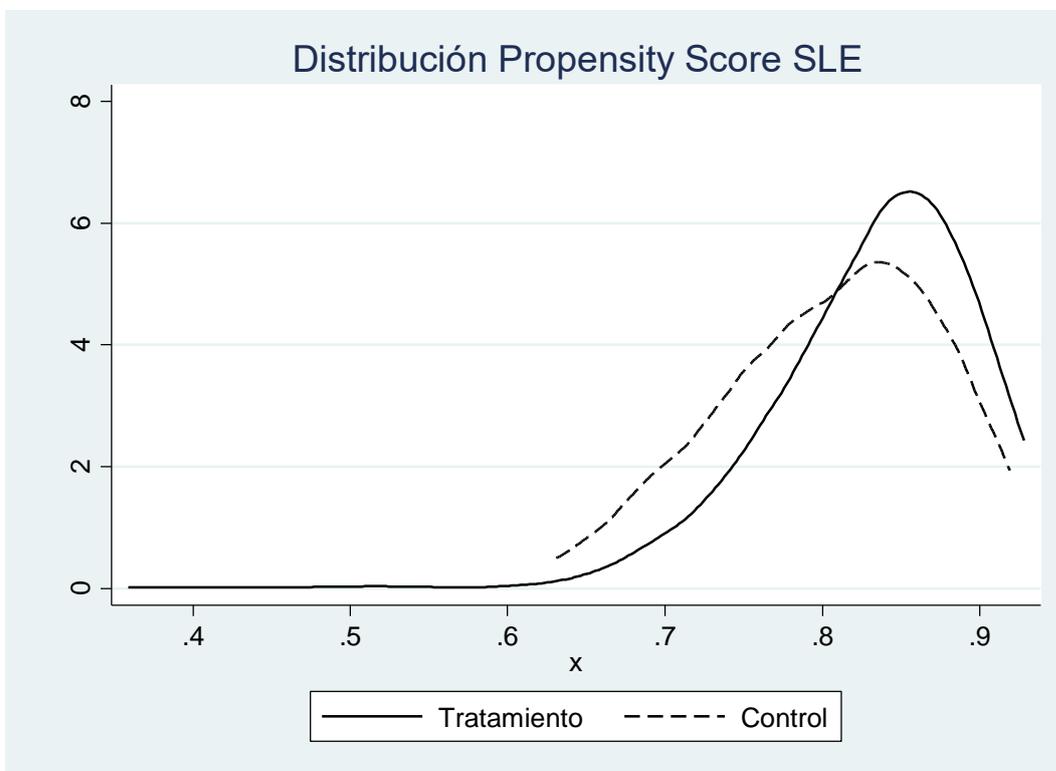


Gráfico 10: Distribución del PSM estimado por una función logit



Anexo: Tablas

Tabla 3 Estimación semi paramétrica de diferencias en diferencias de Abadie, A. (2005)

VARIABLES	(1) Artículos MPL	(2) Factor_impacto MPL	(3) Artículos SLE	(4) 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 4 Estimación semi paramétrica de diferencias en diferencias de Abadie, A. (2005) con efectos heterogéneos

VARIABLES	(1) Artículos MPL	(2) Factor_impacto MPL	(3) Artículos SLE	(4) 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 Salud	-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 5 Estimación semi paramétrica de diferencias en diferencias de Abadie, A. (2005) sobre los artículos de SCOPUS para distintos Grupos de Tratamiento

VARIABLES	(1) artículos GT original MPL	(2) artículos GT Refinado1 MPL	(3) artículos GT Refinado2 MPL	(4) artículos GT Refinado3 MPL	(5) artículos GT original SLE	(6) artículos GT Refinado1 SLE	(7) artículos GT Refinado2 SLE	(8) artículos GT Refinado3 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 6 Estimación semi paramétrica de diferencias en diferencias de Abadie, A. (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 Refinado1 MPL	FI GT Refinado2 MPL	FI GT Refinado3 MPL	FI GT original SLE	FI GT Refinado1 SLE	FI GT Refinado2 SLE	FI GT Refinado3 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)

Bibliografía

Abadie, A. (2005). Semiparametric Difference-in-Differences Estimators. *Review of Economic Studies* 72, pp. 1-19.

Aboal, D. y Tacsir E. (2016). The Impact of Ex-ante Subsidies to Researchers on Researcher's Productivity: Evidence from a Developing Country, Working Paper #2016-019, UNU-MERIT.

Abramovitz, M. (1956). Resource and Output Trends in the United States since 1870, *American Economic Review* 46 (2), pp. 5-23.

ANII (2017) - Boletín de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación.

ANII (2018) - Informe de Monitoreo: Sistema Nacional de Investigadores.

Arora, A., David, P. y Gambardella. A. (1998). Reputation and Competence in Public Funded Science: Estimating the Effects on Research Group Productivity. *Annales D'Economie Et de Statistique* No 49/.50, pp. 163-198.

Arora, A., David, P. y Gambardella, A. (2005). The impact of NSF support for basic research in economics. *Annales d'Economie et de Statistique*, pp. 91-117.

Arrow, K. (1962). Chapter Title: Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention. Volume Title: *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic a Social Factors*. Princeton University Press, ISBN 0-87014-304-2.

Audretsch, D. B., Bozeman, B., Combs, K.L., Fekman, M., Link, A.N., Siegel, D.S., Stephan, P., Tassej, G. and Wessner, C. (2002). The Economics of Science and Technology, *Journal of Technology Transfer*, 27, pp. 155-203.

Averch, H.A. (1987). Measuring the Cost-Efficiency Basic Research Investment: Input-Output Approaches, *Journal of Policy Analysis and Management*, 6(3), pp. 342-61.

Benavente, J.M., Crespi G. y Maffioli A. (2007). The impact of national research funds: an evaluation of the Chilean FONDECYT. Office of Evaluation and Oversight, Inter-American Development Bank, Working Paper. OVE/WP-03/07.

Benaente, J.M., Crespi G., Figal Garone L. y Maffioli A. (2012). The impact of national research funds: A regression discontinuity approach to the Chilean FONDECYT. *Research Policy* 41 (2012), pp. 1461-1475.

Bernal R. y Peña X. (2011). *Guía práctica para la evaluación de impacto*. Universidad de los Andes, ISBN 978-958-695-599-7.

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°9. ANII.

- Bernheim R., Bukstein D., Hernández E. y Usher X. (2012). Informe de Evaluación, Impacto del Sistema Nacional de Investigadores 2008. Documento de Trabajo N°4. ANII.
- Bernheim R., Bukstein D., Hernández E. y Usher X. (2013). Informe de Evaluación, Impacto del Fondo Clemente Estable 2007. Documento de Trabajo N°6. ANII.
- Bloch, C., Graversen, E.K. y Pedersen, H.S. (2014). Competitive research Grants and Their Impact on Career performance. *Minerva* (2014) 52, pp. 77-96.
- Bornmann, L., Leydesdorff, L. y Van den Besselaar, P. (2010). A meta-evaluation of scientific research proposals: Different ways of comparing rejected to awarded applications. *Journal of Infometrics* 4(2010), pp. 311-220.
- 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°11. ANII.
- 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), pp. 395-424.
- Carillo, M. y Papagni, E. (2004). Incentive Structure in Basic Research and Economic Growth, Working Paper No. 9.2004, Università degli Studi di Napoli "Parthenope".
- Castillo, V., Maffioli, A., Rojo, S. y Stucchi, R. (2011). "Innovation Policy and Employment, Evidence from an Impact Evaluation in Argentina." Technical Notes No. IDB-TN-341.
- Chudnovsky, D., López A., Roddi M. y Ubfal D. (2006). Evaluating a program of public funding of scientific activity. A case study of FONCYT in Argentina. e of Evaluation and Oversight, Inter-American Development Bank, Working Paper. OVE/WP-12/06.
- Chudnovsky, D., Lopez A., Rossi M. y Ubfal D. (2008). Money for Science? The Impact of Research Grants in Argentina. IDB working paper series; 224. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank.
- Colugnati, F.A.B., Firpo S., Drummond de Castro P.F., Sepulveda J.E. y 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* (2014) 101, pp. 85-107.
- Crespi, G. y Geuna, A. (2005). Modeling and measuring scientific production: results for a panel of OECD countries. SPRU Electronic Working Paper Series No. 133. The Freeman Centre, University of Sussex.
- Crespi, G. y Geuna, A. (2008). An empirical study of scientific production: A cross country analysis, 1981-2002. *Research Policy* Volume 37, Issue 4, May 2008, pp. 565-579.
- Crespi, G., Maffioli, A., Mohnen, P. y Vázquez, G. (2011). Evaluating the Impact of Science, Technology and Innovation Programmes: a Methodological Toolkit, Impact-Evaluation Guidelines Technical Note Series, Inter-American Development Bank, IDB-TN-333.

Dar, A. y Tzannatos Z. (1999). Active labor market programs: A review of the evidence from evaluations. *Inf. t'ec. Social Protection*, World Bank.

Dasgupta, P. y David, P. (1987). Information Disclosure and the Economics of Science and Technology, in George R. Feiwel (ed.), *Arrow and the Ascent of Modern Economic Theory*, Chapter 16, Macmillan Press, London, pp. 519-42.

Dasgupta, P. y David, P. (1994). Toward a New Economics of Science, *Research Policy*, vol. 23, n. 5, September, pp. 487-521.

Dasgupta, P. (2000). Science as an Institution: Setting Priorities in a New SocioEconomic Context, Text of a lecture delivered at the Plenary Session on Science in Society at the UNESCO/ICSU. World Conference on Science, held in Budapest, 26 June - 1 July, 1999.

David, P. (1998). Common Agency Contracting and the Emergence of 'Open Science' Institutions, *American Economic Review*, 88 (Papers & Proceedings), pp. 15-21.

Dehejia, R.H. y Wahba, S. (1999), Causal Effects in Nonexperimental Studies: Reevaluating the Evaluation of Training Programs. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 94, No. 448, pp. 1053-1062.

Demsetz, H. (1969). Information and Efficiency: Another Viewpoint, *Journal of Law and Economics* 12 (1), pp. 1-21.

Donovan, C. (2011). State of the art in assessing research impact: introduction to a special issue. *Research Evaluation*, 20(3), pp. 175-179.

Fedderke, J.W. y Goldschmidt, M (2015). Does massive funding support of researchers work?: Evaluating the impact of the South African research chain funding initiative. *Research Policy*.

Ghezan, L. y M. Pereira (2014). Evaluación de impacto del financiamiento de Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica (PICT) por parte de la ANPCYT. Mimeo.

Godin, B. (2002). The Impact of Research Grants on the Productivity and Quality of Scientific Research. INRS.

Heckman, J. J., Ichimura, H. y Todd, P.E. (1997). Matching as an Econometric Evaluation Estimator: Evidence from Evaluating a Job Training Programme. *Review of Economics Studies*, Volume 64, Issue 4, October 1997, pp. 605-654.

Heckman, J. J., Ichimura, H. y Todd, P.E. (1998). Characterizing selection bias using experimental data. *Econometrica* Vol. 66, No. 5 (Sep., 1998), pp. 1017-1098.

Houngbedji, K. (2015). Abadie's Semi-parametric Difference-in-Difference Estimator. Paris School of Economics.

Hughs, A. y Kitson, M. (2012). Pathways to impact and the strategic rol of universities: new evidence in the breadth and depth of university knowledge exchange in the UK and the factors constraining its development. *Cambridge Journal of Economics* 2012, 36, pp. 723-750.

- Imbens, G. W. y Rubin, D. B. (2015). *Causal inference for statistics, social and biomedical sciences: an introduction*, Cambridge University Press.
- Jacob, B. y Lefgren, L. (2007). The impact of research funding on scientific productivity. NBER Working Paper 13519.
- Jefferson, Thomas (1967). *The Jefferson cyclopedia*. Vol. 1. Ed.: JOHN P. FOLEY. New York: Russell and Russell.
- Lalonde, R. (1986). Evaluating the Econometric Evaluations of Training Programs, *American Economic Review*, 76, pp. 604-620.
- Langfeldt L., Bloch C.W. y Sivertsen G. (2015). *Options and limitations in measuring the impact of research grants-evidence from Denmark and Norway*. Oxford University Press.
- Lee, M. (2005). *Microeconometrics for Policy, Program, and Treatment Effects*. Advanced Texts in Econometrics. London, England: Oxford University Press.
- Lotka, A. J. (1912). The Frequency Distribution of Scientific Productivity *J. Wash. Acad. Sci.*, June 19, 1926, 16(12), pp. 317-23.
- Lundvall, B. (1992). *National systems of innovation*, Pinter Publishers, London. ISBN 1-85567-063-1
- Mansfield, E. (1980). Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing, *American Economic Review* 70 (5), pp. 863–873.
- Martin, B. R., e Irvine, J. (1983). Assessing basic research: Some partial indicators of scientific progress in radio astronomy. *Research Policy*, 12, pp. 61–90.
- Merton, R. K. (1957). Priorities in Scientific Discovery: A Chapter in the Sociology of Science, *Amer. Soc. Rev.*, Dec. 1957, 22(6), pp. 635-59.
- Merton, R. K. (1968). The Matthew Effect in Science, *Science*, Jan. 5, 1968, 159(3810), pp. 56-63.
- Merton, R. K. (1969). Behavior Patterns of Scientists, *American Scientist*, Spring 1969, 57(1), pp. 1-23.
- Moed, H.F., Burger, W.J.M., Frankfort, J.G., y VanRaan, A.F.J. (1985). The use of bibliometric data for the measurement of university research performance. *Research Policy*, 14, pp. 131–149.
- Nelson, R. y Phelps, E.S. (1966). Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth', *American Economic Review* 56, pp. 69–75.
- Nelson, R (1959). The Simple Economics of Basic Scientific research. *Journal of Political Economy*, Vol. 67, No. 3, pp. 297-306.

Patel, P. y Pavitt, K. (2000) National Systems of Innovation under Strain: The Internationalisation of Corporate R & D in R. Barrell, G. Mason and M. O'Mahoney (eds.) Productivity, Innovation and Economic Performance. Cambridge UP.

Pavitt K. (2000). Why European Union funding of academic research should be increased: a radical proposal, *Science and Public Policy*, Volume 27, Issue 6, December 2000, pp. 455–460.

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*, Volume 10, Issue 3, 2001, pp. 761-779.

Persson, T. y Tabellini, G. (2007). The growth effect on democracy: it is heterogeneous and how can it be estimated? NBER Working Paper 13150.

Polanyi, M. (1997). The Tacit Dimension, chapter 7 in *Knowledge in Organizations*, Pages 135-146, ISBN0-7506-9718-0.

Rigby, J. (2011). Systematic grant and funding body acknowledgment data for publications: new dimensions and new controversies for research policy and evaluation. *Research Evaluation*, 20(5), pp. 365-375.

Rivas G., Rovira S. y Scotto S. (2014). Capítulo: Reformas a la institucionalidad de apoyo a la innovación en América Latina: antecedentes y lecciones de estudios de caso. Libro: *Nuevas instituciones para la innovación, Prácticas y experiencias de América Latina*. P11-33. CEPAL.

Romer, P.M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy* 94 (5), pp. 1002–1037.

Romer, P.M. (1994). The Origins of Endogenous Growth, *Journal of Economic Perspectives* 8, pp. 3–22.

Rosenbaum, P., and Rubin, D. (1983). The Central Role of the Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects. *Biometrika*, Volume 70, pp. 41 55.

Rubianes, E. (2014). Capítulo: Políticas públicas y reformas institucionales en el sistema de innovación de Uruguay. Libro: *Nuevas instituciones para la innovación, Prácticas y experiencias de América Latina*. pp. 221-258. CEPAL.

Salter, A. y Martin, B. (2001). The Economic Benefit of Publicly Funded Basic Research: A Critical Review, *Research Policy*, 30, pp. 509-532.

San Francisco Declaration on Research Assessment- (2012).

Solow, R. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function, *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 3 (Aug., 1957), pp. 312-320. Published by: The MIT Press.

Stephan, P. E. (1996). The Economies of Science. *Journal of Economic Literature*, Vol. 34, No 3, pp. 1199-1235.

The Leiden Manifesto for research metrics. 2015.

Ubfal D. y Maffioli A. (2011). The impact of funding on research collaboration: Evidence from a developing country. *Research Policy* 40 (2011), pp. 1269-1279.

Vazquez, 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.