

Efectos sociales de la I+D público-privada: el rol de la acumulación de capacidades sistémicas en la respuesta argentina al COVID-19

Vladimiro Verre*, Darío Milesi** y Natalia Petelski***

Resumen

La investigación conjunta es un esquema de cooperación potencialmente virtuoso para generar aprendizajes en la parte pública y efectos beneficiosos en la sociedad. El trabajo se propone, a partir de la experiencia argentina en la pandemia de Covid-19, analizar la trama de capacidades, relaciones y efectos generada, a lo largo del tiempo, por una serie de proyectos financiados por el Estado en 2010, para esclarecer el nexo entre efectos de aprendizaje y efectos sociales. Se utilizó una metodología cualitativa centrada en el método de estudio de casos múltiples, donde cada caso abarca proyectos financiados por el Estado que derivaron posteriormente en diferentes soluciones para el Covid-19. El trabajo identifica un proceso de aprendizaje público que integra tanto los aportes de la industria como la dimensión intelectual de los beneficios económicos; conceptualiza el proceso de acumulación de capacidades como un multiplicador de efectos sociales que emergen a medida que el conocimiento es reutilizado; identifica la articulación entre diferentes esquemas como condición para que los efectos de aprendizaje y los efectos sociales se manifiesten a lo largo del tiempo.

Palabras clave: ciencia, industria, Covid-19, Fonarsec, conocimiento.

SOCIAL EFFECTS OF PUBLIC-PRIVATE R&D: THE ROLE OF THE ACCUMULATION OF SYSTEMIC CAPACITIES IN THE ARGENTINE RESPONSE TO COVID-19

Abstract

Joint research is a potentially virtuous cooperation scheme to generate learning in the public sector and beneficial effects in society. Based on the Argentine experience in the Covid-19 pandemic, the paper proposes to analyze the network of capacities, relationships and effects generated, over time, by a series of projects financed by the State in 2010, in order to clarify the nexus between learning effects and social effects. A qualitative methodology focused on multiple case study method was used, where each case covers projects financed by the State that later resulted in different solutions for Covid-19. The work identifies a public learning process that integrates both the contributions of the industry and the intellectual dimension of economic benefits; conceptualizes the process of accumulation of capacities as a multiplier of social effects that emerge as knowledge is reused; identifies the articulation between different schemes as a condition for learning effects and social effects to manifest themselves over time.

Keywords: Science, Industry, Covid-19, Fonarsec, Knowledge

Esta obra se publica bajo licencia Creative Commons 4.0 Internacional.
(Atribución-No Comercial-Compartir Igual)

<https://doi.org/10.59339/de.v63i240.623>

Fecha de recepción: 28 de noviembre de 2022
Fecha de aprobación: 15 de septiembre de 2023



* Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) y Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI). vverre@campus.ungs.edu.ar

** Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) y Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI). dmilesi@campus.ungs.edu.ar

*** Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS). npetelski@campus.ungs.edu.ar.

INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre cooperación ciencia industria han dedicado muchas más atención a las motivaciones que subyacen a la cooperación que a los efectos que ésta determina (Perkmann et al., 2021; Fini et al., 2018). A su vez, en el abordaje de los efectos, predomina la distinción entre efectos económicos e intelectuales sobre la ciencia, si bien hay trabajos que identifican una tercera área, los efectos sobre la sociedad en general (Ankrah y Al-Tabbaa, 2015; Verre et al., 2020; Perkmann et al., 2021).

Los efectos de la cooperación dependen fuertemente del esquema a través del cual ciencia e industria se vinculan y, entre los esquemas identificados, sobresale la investigación conjunta que, al estar caracterizada por flujos bidireccionales de conocimiento, es capaz de generar mayores beneficios para la parte pública en términos de conocimiento (D'Este y Perkmann, 2011; Arza y Carattoli, 2017; Perkmann et al., 2011; Ankrah, 2013; Verre et al., 2021). Asimismo, al tratarse de proyectos altamente inciertos, de largo plazo y con beneficios potencialmente altos para la sociedad, es común que sean impulsados y financiados por la política pública (De Fuentes y Dutrénit, 2012; Perkmann y West, 2014; Yaqub et al., 2022).

Si bien hay trabajos que indican el aprendizaje como un beneficio clave para la parte pública en la investigación conjunta (D'Este y Perkmann, 2011; Arza y Carattoli, 2017; Verre et al., 2021), las capacidades específicas que ella adquiere o fortalece son menos estudiadas y, asimismo, no hay trabajos que analicen lo anterior en una perspectiva dinámica ya que, al ser un esquema de larga duración, la parte pública puede, durante los proyectos o después de su conclusión, reutilizar y/o extender el conocimiento adquirido en otros proyectos. La cuestión del tiempo es particularmente relevante en función de los efectos sociales (Bornmann, 2013; Cunningham y Gök, 2012), que tardan en manifestarse hasta la llegada al mercado de la innovación. Si bien hay estudios que sugieren que este esquema es funcional a la probabilidad de generar impacto social (Cunningham y Gok, 2012; De Jong et al., 2014; Newig et al., 2019; Yaqub et al., 2022), no hay trabajos orientados a detectar los efectos sociales efectivamente generados a partir de experiencias de investigación conjunta. Cabe preguntarse, entonces: ¿cómo los aprendizajes y las capacidades generadas previamente en el marco de la investigación conjunta se articulan a lo largo del tiempo, para derivar posteriormente en diferentes efectos sociales?

La pandemia representa un marco adecuado para analizar tales dimensiones. La literatura reciente se ha centrado en la cuestión de la urgencia en la búsqueda de soluciones para el Covid-19 (Brem et al., 2021; Reale, 2022), en el modo en que la pandemia está modificando la forma de investigar (Zhao et al., 2022; Walker et al., 2022) y en la necesidad de fomentar la I+D pública y público-privada (Azoulay y Jones, 2020; Wei et al., 2022), entre otros aspectos que toman a la pandemia como punto de partida. Sin embargo, la rapidez con la que fueron generadas diferentes soluciones de diagnóstico, tratamiento y vacunación dejó de manifiesto la importancia

de las capacidades previas, ya que no había tiempo para generar todos los conocimientos necesarios desde cero. En Argentina, por ejemplo, las soluciones fueron generadas por instituciones científico-tecnológicas y empresas que habían transitado anteriormente por experiencias de investigación conjunta, a través del Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC). A través de un estudio de casos múltiples, donde la generación de soluciones para el COVID-19 en Argentina en el año 2020 es tomada como punto de llegada, este trabajo se propone analizar, desde una perspectiva longitudinal, cómo los aprendizajes y las capacidades generadas previamente en el marco de la investigación conjunta se articulan a lo largo del tiempo, para derivar posteriormente en diferentes efectos sociales.

Las principales contribuciones del trabajo son: la identificación de un proceso de aprendizaje público que integra tanto los aportes de la industria como la dimensión intelectual de los beneficios económicos y su traducción en capacidades específicas; la conceptualización del proceso de acumulación de capacidades como multiplicador de efectos sociales que emergen a medida que el conocimiento es reutilizado más allá del proyecto original; la articulación entre diferentes esquemas como condición para que los efectos de aprendizaje y los efectos sociales se manifiesten a lo largo del tiempo.

El trabajo parte de un marco conceptual que considera los diferentes efectos que la cooperación ciencia industria puede generar, con particular atención a la I+D conjunta. En el segundo apartado se describen las principales características de los fondos sectoriales gestionados por el Fonarsec. Posteriormente, se detalla la metodología empleada, con la identificación de tres casos de estudio. En el cuarto apartado se procede a la descripción de los casos, evidenciando cómo los proyectos financiados por el Fonarsec desde el año 2010 están en la base de las soluciones desarrolladas en 2020 para la pandemia. El quinto apartado está dedicado a analizar el proceso de aprendizaje en los casos y los efectos sobre la sociedad generados a lo largo del tiempo. Finalmente, en el sexto apartado se presentan las principales conclusiones del trabajo.

Marco Conceptual

Los enfoques evolucionista y neo-schumpeteriano han contribuido a la afirmación de una visión interactiva del proceso de innovación, donde esta última es concebida como un fenómeno que, lejos de ocurrir exclusivamente adentro de la empresa, tiene una naturaleza marcadamente sistémica (Nelson, 1993; Freeman, 2004). De este modo, el creciente interés hacia la innovación ha ido en paralelo con un creciente interés en la colaboración de la industria con fuentes externas de conocimiento y, dentro de ellas, el sector académico (Mansfield, 1995; Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998; Lee, 2000; Scharfetter et al., 2002). Actualmente, existe un consenso generalizado sobre el rol positivo que la cooperación ciencia industria orientada a la generación de conocimiento puede ejercer para el sistema productivo y la sociedad en su conjunto (Rosenberg y Nelson, 1994; Cohen et al, 2002; Arocena y Sutz, 2005). La cooperación ciencia-industria puede asumir características diversas y realizarse a través de múltiples esquemas, tales como la consultoría, el contrato de investigación, la investigación conjunta, la comercialización de propiedad intelectual, la creación de start ups, entre otros (Meyer-Krahmer y

Schmoch, 1998; Lee, 2000; Schartinger et al., 2002; Cohen et al., 2002; D'Este y Patel, 2007). El esquema específico a través del cual ciencia e industria cooperan influencia fuertemente tanto las motivaciones para cooperar como los efectos que la cooperación genera. En general, la literatura ha prestado mucha más atención a las motivaciones que subyacen a la cooperación que a sus efectos. Entre los efectos, pueden identificarse tres grandes áreas: los efectos económicos y de comercialización; los efectos sobre la investigación; y los efectos sobre la sociedad en general (Ankrah y Al-Tabbaa, 2015; Verre et al., 2020; Perkmann et al., 2021).

Los efectos económicos tienden a verificarse en todos los esquemas y se refieren, por ejemplo, a la obtención de fondos privados, al financiamiento público para la compra de equipamiento de laboratorio, a compartir equipos e instrumentos con la industria, entre otros (Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998; Lee, 2000; D'Este y Patel, 2007; Ankrah et al., 2013; De Fuentes y Dutrénit, 2012). Si bien tales beneficios son considerados en forma dicotómica respecto a los beneficios intelectuales, algunos autores han indicado una relación de complementariedad entre ellos (D'Este y Perkmann, 2011; Verre et al., 2021). Asimismo, una parte importante de la literatura se ha centrado en la comercialización del conocimiento a través esquemas específicos, como las patentes, las licencias y la creación de start ups (para una reseña ver Perkmann et al., 2021).

Respecto a los efectos sobre la investigación la mayor parte de los trabajos se centra en los outputs, como las publicaciones. En general, hay un consenso sobre el efecto positivo de la cooperación con la industria sobre las publicaciones realizadas por el sector científico (Hottenrott y Lawson, 2017; Banal-Estañol et al., 2015; Bikard et al., 2019; Garcia et al., 2020) aunque también hay evidencia de un efecto neutral o negativo en algunas disciplinas, en el caso del esquema de la consultoría (Rentocchini et al., 2014; Callaert et al., 2015). Sin embargo, la literatura ha indicado también la existencia de otros efectos positivos relacionados con el aprendizaje, tales como: adquirir nuevas ideas y problemas, (Mansfield, 1995; Gulbrandsen y Smeby, 2005), acceder a informaciones de la industria y usarlas para la investigación científica (Owen-Smith y Powell, 2001; Nieminen y Kaukonen, 2001); intercambio de conocimiento y oportunidades de aprendizaje en un contexto de aplicación práctica (López-Martínez et al., 1994; Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998; Perkmann y Walsh, 2009; D'Este y Perkmann, 2011). Este efecto de aprendizaje va mucho más allá de las publicaciones y tiene implicancias de más largo plazo para la investigación pública, sin embargo, el aprendizaje es considerado en la mayor parte de los trabajos como una categoría genérica, como una motivación que se realiza posteriormente, con escasa atención a las capacidades específicas que la parte pública aprende, cómo las aprende y cómo las reutiliza.

La literatura coincide en considerar importante que la parte pública aprenda al colaborar con la industria y señala a la investigación conjunta como el esquema más prometedor en ese aspecto. Este esquema se basa en relaciones personales frecuentes, el intercambio de conocimiento tácito y la creación de confianza (Schartinger et al., 2002; Perkmann y Walsh, 2009; Arza y Carattoli, 2017; Milesi et al., 2017; D'Este et al., 2019). Tales características están asociadas a la presencia de flujos bidireccionales de conocimiento, ya

que también las empresas hacen contribuciones relevantes en términos de activos, competencias y conocimientos, lo cual genera oportunidades de aprendizaje interactivo (D'Este y Perkmann, 2011; Arza y Carattoli, 2017; Perkmann et al., 2011; Ankrah, 2013; Verre et al., 2021). La I+D conjunta, entonces, ha sido objeto de particular interés por parte de la política pública de muchos países, que han creado instrumentos específicos para impulsarla y financiarla (De Fuentes y Dutrénit, 2012; Perkmann y West, 2014; Saqub et al., 2022), al ser funcional tanto a la producción de nuevo conocimiento como a la generación de beneficios para la sociedad en general.

Sin embargo, los efectos sobre la sociedad en general, a diferencia de los dos anteriores, son un ámbito mucho menos estudiado. Hay trabajos que subrayan la importancia de los efectos sociales de la cooperación ciencia industria, pero desde una perspectiva motivacional (D'Este y Perkmann, 2011; Ramos-Vielba et al., 2016; Iorio et al., 2017). Desde una perspectiva centrada en los beneficios, Ankrah y Al-Tabbaa (2015) identifican beneficios de índole social tales como la promoción del desarrollo local, el aporte al crecimiento económico o el aumento del bienestar de la comunidad (si bien son beneficios que reciben las partes que cooperan). Verre et al. (2020) analizan cómo las capacidades adquiridas por la parte pública pueden inducir nuevos proyectos y colaboraciones, donde el conocimiento es aplicado a nuevos problemas con efectos beneficiosos para la sociedad y el sistema de ciencia y tecnología. La literatura sobre evaluación de la investigación asocia algunos aspectos (presentes en la investigación conjunta), tales como el nivel de interacción y colaboración con la demanda (Newig et al., 2019), la calidad de las interacciones y de los esfuerzos de transferencia de conocimiento (De Jong et al., 2014), la participación activa del usuario en el proceso de investigación en una óptica de coproducción (Yaqub et al., 2022), con mayores probabilidades de impacto social, es decir, un efecto potencial. Un aspecto a considerar es que los efectos sobre la sociedad no son inmediatamente visibles y medibles. Esto es aún más cierto para la I+D conjunta que suele abarcar proyectos altamente inciertos, complejos en términos de conocimiento y de larga duración. En efecto, hay autores que subrayan la importancia de adoptar una perspectiva de largo plazo, que vaya más allá de los resultados inmediatos de la cooperación (Perkmann et al., 2011; De Jong et al., 2014), que pueden ser el puntapié para la generación de impactos sociales más amplios (Fini et al., 2018), a partir por ejemplo de la construcción de capacidades y el incremento de las habilidades (Cunningham y Gök, 2012). En este trabajo se parte de aquellos artículos que identifican una tercera categoría de efectos, más allá de los efectos económicos e intelectuales y, en línea con Perkmann et al. (2021), se la denomina 'efectos sobre la sociedad en general' (o en forma simplificada 'efectos sociales'), entendiendo por ellos beneficios concretos (no motivacionales) derivados de un esquema específico (en este caso la I+D conjunta) que trascienden a las partes, es decir, a diferencia de los beneficios económicos e intelectuales, que son obtenidos directamente por las partes que cooperan, los efectos sociales son de índole más sistémica (benefician a actores no directamente involucrados en el proceso de innovación)¹.

1 Ankrah y Al-Tabbaa (2015) identifican tres categorías, pero en una de ellas la dimensión intelectual y la institucional se confunden y la categoría 'social' es ambigua respecto a quién recibe el beneficio;

La investigación conjunta, entonces, es un esquema frecuentemente impulsado por la política pública, que puede generar efectos positivos tanto sobre la investigación pública como sobre la sociedad en general. Sin embargo, se identifica un área de vacancia en la literatura, ya que no hay estudios que vinculen explícitamente los efectos sociales concretamente generados a partir de ese esquema, con los beneficios intelectuales y aprendizajes que ese mismo esquema favorece previamente y cómo esa relación evoluciona a lo largo del tiempo. La coyuntura de la pandemia ofrece una oportunidad para estudiar tales relaciones, ya que el elemento temporal es central. Hay autores que indican que la pandemia está determinando un efecto de crowding out respecto a actividades de investigación no-pandémicas (Walker et al., 2022), que está favoreciendo una mayor interdisciplinariedad en la investigación respecto al pasado (Zhao et al., 2022) y una mayor velocidad en el proceso de innovación con impactos sociales evidentes en el caso de vacunas y respiradores que permiten enfrentar con mayor prontitud la crisis (Brem et al., 2021). Sin embargo, más allá de los cambios que la pandemia ha inducido y seguirá induciendo en el futuro, hay autores que ven en ella la oportunidad para impulsar (aún más) un hecho notorio como la cooperación ciencia industria (Azoulay y Jones, 2020; Wei et al., 2022). Probablemente focalizar en los efectos sociales positivos asociados a las soluciones generadas para el Covid-19 puede ser útil para analizar cómo funcionó la cooperación ciencia industria y un aporte para seguir impulsándola.

Fomento a la cooperación ciencia industria en Argentina: el FONARSEC

Un año después de la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINCYT), en el año 2008 se gestó, en el marco de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC). Este fondo gestiona una serie de instrumentos, entre ellos, los Fondos Sectoriales, que fueron implementados de dos maneras. Por un lado, los Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial (FITS), orientados a financiar proyectos en cinco sectores estratégicos: Agroindustria, Energía, Salud, Desarrollo Social, y Ambiente y Cambio Climático; por el otro, los Fondos Tecnológicos Sectoriales (FTS), destinados a fomentar tres tecnologías de propósito general (biotecnología, TICs y nanotecnología). Tales instrumentos tienen elementos en común: son asociativos, ya que contemplan la constitución de consorcios público privados; son focalizados, ya que financian proyectos que se enmarcan en determinados rubros tecnológicos priorizados; ofrecen subsidios importantes para el contexto local (entre 0,6 y 8 millones de USD); exigen que los proyectos sean co-financiados a través del aporte de recursos de la contraparte (hasta el 50% del costo del proyecto); los proyectos financiados pueden tener un notable alcance temporal. Por sus rasgos los proyectos financiados por el Fonarsec son asimilables al concepto de I+D conjunta y a continuación se indican sus principales características.

diferenciar entre beneficios intra-esquema (económicos e intelectuales) y extra-esquema (sociales) puede ser útil para analizar el alcance de la cooperación, en línea con Rossi et al. (2017) y Verre et al. (2020).

Cuadro 1. Principales rasgos de los fondos sectoriales gestionados por el Fonarsec

	Área	Convocatorias	Proyectos	Beneficiarios	Tipo de asistencia	Aporte de la contraparte	Duración	
FITS	Agroindustria	4	11	Consorcios compuestos por entidades tecnológicas, públicas o privadas, y empresas	Aporte no reintegrable (ANR)	50%	Hasta 7 años	
	Desarrollo Social	5	4					
	Energía	1	28					
	Salud	3	11					
	Medio ambiente y cambio climático	1	12					
FTS	Biotecnología	4	19			> 30%	Hasta 4 años	
	Nanotecnología	2	9			> 20%		
	TICs	2	5			> 40%		
	total	22	99					

Fuente: elaboración propia en base a datos Fonarsec.

Metodología

El objetivo del trabajo es analizar cómo se relacionan, a partir de la investigación conjunta, los aprendizajes que obtiene la parte pública con los efectos sociales que dicho esquema puede generar. Dada la naturaleza cualitativa de las dimensiones involucradas, para indagar sobre las principales preguntas planteadas en este trabajo, se realizó un estudio de casos múltiples (Yin, 1984; Stake, 1995).

El trabajo parte de investigaciones previas orientadas a analizar las dinámicas de aprendizaje entre ciencia e industria y los efectos que la cooperación entre ellas genera en diferentes ámbitos, que abarca una amplia serie de proyectos pertenecientes a diferentes sectores, la mayor parte de ellos financiados por el Fonarsec entre el año 2010 y el 2013 y correspondientes al esquema de la investigación conjunta. Algunos de estos proyectos, por los científicos, las instituciones y las empresas involucradas, estaban relacionados con soluciones para el Covid-19 que eran presentadas a lo largo del año 2020, ante la emergencia sanitaria.

Se decidió entonces seleccionar un conjunto de proyectos Fonarsec que respondieran a las siguientes características: a) que tuvieran un vínculo con la actualidad (soluciones para el Covid-19); b) que pertenecieran al sector biofarmacéutico (donde la relación con los efectos sociales era más directa); c) que garantizaran heterogeneidad en cuanto al tipo de soluciones (diagnóstico y tratamiento). Se identificaron entonces los tres casos que se indican a continuación.

Cuadro 2 . Casos de estudio seleccionados

Caso	Proyecto FONARSEC	Duración (meses)	Subsidio (miles de U\$D)	Parte privada	Parte pública	Soluciones COVID
1	Nanopoc (FS Nanotecnología 0005/2010)	48	31140	Agropharma, Biochemiq, AADEE	UNSAM, INTI	Ela Chemstrip Covid-19
	Diarreas (FITS Salud Diarreas bacterianas 0002/2011)	48	1240	Inmunova, Chemtest	UNSAM, Malbrán	Nanopartículas Termobloques Suero hiperinmune equino anti-Covid
2	Chagas 1 (FITS Salud Diagnóstico Chagas 0001/2011)	36	511	Wiener Laboratorios	INGEBI (CONICET)	Método Lamp de detección de Covid en aguas residuales
3	Chagas 2 (FITS Salud Diagnóstico Chagas 0002/2011)	48	551	Laboratorio Pablo Cassará SRL, Unifarma SA	ICT Milstein (CONICET)	Neokit-Covid-19

Fuente: elaboración propia

El objeto empírico del trabajo está constituido por las relaciones entre los aprendizajes y los efectos sociales que derivan de la investigación conjunta. Esto es analizado en una perspectiva de largo plazo, tal como sugieren Fini et al. (2018) respecto al estudio de los efectos sociales, tomando un arco temporal de aproximadamente diez años. Los proyectos originales que constituyen los casos tienen una larga duración, sin embargo sus efectos desbordan la finalización de los mismos (Fini et al. (2018) alientan a considerar los proyectos colaborativos como un medio y un determinante de cambios, antes que un outcome final), por lo cual la unidad de análisis adoptada son las relaciones, las capacidades y los flujos de conocimiento que se verifican a lo largo del tiempo a través de múltiples colaboraciones entre empresas e instituciones públicas de I+D.

El método principal de recolección de datos fue la entrevista en profundidad. Para cada uno de los casos se disponía de entrevistas realizadas antes de la pandemia (dos entrevistas de 2019 para el Caso 1 y una entrevista de 2017 para cada uno de los otros dos casos). En el año 2020 se volvieron a entrevistar esas mismas personas y se extendió el instrumento a más entrevistados, por un total de doce entrevistas. Los entrevistados fueron los principales referentes de las instituciones públicas y de las empresas privadas que protagonizaron tanto los proyectos Fonarsec como los más recientes proyectos inherentes al Covid. Las entrevistas fueron orientadas

por una guía de preguntas abiertas organizada en tres partes: dinámica de la interacción ciencia industria a lo largo de los proyectos; caracterización del aprendizaje público; trayectoria posterior de los proyectos y aspectos relacionados con la reutilización del conocimiento, en particular, durante la pandemia. Cada caso requirió la inclusión de preguntas ad hoc para indagar sobre información obtenida de fuentes secundarias. En efecto, la entrevista en profundidad ha sido complementada por el análisis de información secundaria, por un lado, formularios de proyecto, informes técnicos y evaluaciones de los mismos proporcionados por el MINCyT y, por el otro, a través de la consulta de artículos periodísticos especializados inherentes a la coyuntura sanitaria actual.

Vale aclarar que hay otros proyectos Fonarsec que también se relacionan con el Covid, sin embargo, a partir de la relación entre la evidencia recabada y la teoría, en particular respecto a las principales dimensiones a indagar (el proceso de acumulación de capacidades y la generación de efectos beneficiosos para la sociedad) se consideró haber alcanzado la saturación teórica (Eisenhardt, 1989). Cada caso consta de diferentes fases y proyectos laterales que se han reportado y descrito para dar cuenta de la larga trayectoria previa, en términos de aprendizaje y relaciones, que hay detrás de los logros más recientes vinculados a la pandemia. En todos los casos es crucial el rol de los científicos (en su rol público y/o privado) para vehicular los aprendizajes previos en nuevas aplicaciones. El análisis de datos se realizó acoplado el análisis interno a los casos con la búsqueda de patrones entre casos, comenzando con las dimensiones seleccionadas y luego buscando similitudes dentro de un grupo junto con las diferencias entre grupos (Eisenhardt, 1989). Este análisis comparativo sistemático se presenta en forma resumida en la Tabla 3.

El contexto de políticas públicas y regulatorio en Argentina durante la pandemia

A lo largo del año 2020 se han llevado a cabo numerosos desarrollos científico-tecnológicos en función de la emergencia Covid-19. Estos desarrollos fueron favorecidos por un marco de política pública y regulatorio que fue adaptado a las condiciones de emergencia.

En primer lugar, se destaca la Unidad Coronavirus (UC), que fue creada en marzo, pocos días después de la declaración de la emergencia sanitaria, con el objetivo de coordinar las capacidades del sistema. La UC, que está compuesta por el MINCyT, la Agencia I+D+i y el CONICET, ha logrado movilizar una cantidad significativa de recursos financieros para inyectar al sistema con foco exclusivo en distintos aspectos de la CTI relacionados con la pandemia. Entre las múltiples iniciativas impulsadas por la UC se encuentra el lanzamiento de dos convocatorias, canalizadas a través del FONARSEC, para el financiamiento de proyectos científico-tecnológicos que contribuyan al fortalecimiento del sistema público en la atención de la pandemia. Las convocatorias destinaron un financiamiento de 5 millones de USD para proyectos de máximo 12 meses de duración y con un límite de 100.000 USD por proyecto. Ese proceso llevó a la selección de 64 Ideas Proyecto a ser financiadas. Cabe destacar que en la selección se priorizaron aquellas propuestas capaces de alcanzar resultados en los primeros 2

meses, y luego en los primeros 6 meses desde la adjudicación. Asimismo, se priorizaron aquellos proyectos donde los fondos estuvieran destinados a acelerar desarrollos ya en marcha o a darle una nueva funcionalidad o aplicación a resultados ya obtenidos y que fueran relevantes frente a la Pandemia COVID-19. En segundo lugar, hubo una flexibilización de las condiciones regulatorias, por ejemplo, la ANMAT estableció un mecanismo de emergencia para agilizar los trámites correspondientes a la ampliación del rubro (es decir, aumentar la clase de riesgo o incorporar nuevas categorías de productos) o la habilitación inicial de las empresas para promover la comercialización de productos médicos priorizados, independientemente de si han sido fabricados en el país o son importados².

El cambio en las condiciones regulatorias y de política pública inducido por la emergencia sanitaria generó incentivos para identificar conocimientos latentes y disponibles en el sistema y canalizarlos rápidamente hacia la búsqueda de soluciones para el Covid-19. Sin embargo, esos conocimientos estaban disponibles gracias a un proceso de acumulación de capacidades que había empezado diez años antes y que se analiza en la siguiente sección.

La trayectoria de los casos estudiados

El Caso 1: los proyectos Nanopoc y Diarreas

El proyecto “Plataforma de nanosensores y bionanoingredientes para diagnóstico POC de enfermedades infecciosas” (Proyecto Nanopoc) nace en el año 2010 a través de un consorcio que reúne al Instituto de Investigaciones Biotecnológicas de la UNSAM (IIB-UNSAM) y el INTI como entidades públicas y a las empresas privadas Biochemiq, Agropharma y AADEE. El proyecto no logra llegar al mercado con un producto, pero permite generar una plataforma nano-micro-biotecnológica, fortalece los grupos de Electrónica y de Nano-materiales del INTI y el IIB-UNSAM consolida el uso de glicoproteínas recombinantes para diagnóstico. En paralelo al Nanopoc, empieza otro proyecto, “Técnicas Diagnósticas Rápidas y Confirmatorias para E. coli STEC en muestras humanas y alimentos” (Proyecto Diarreas) que reúne a la UNSAM, al Instituto Malbrán y a la empresa Inmunova, orientado a desarrollar una plataforma para la detección rápida, sencilla y robusta de *Escherichia Coli* productora de la toxina Shiga, responsable de generar el Síndrome Urémico Hemolítico (SUH). La UNSAM e Inmunova aportan tecnologías complementarias³ que permiten desarrollar un producto que luego, a través de la creación de la start up Chemtest (que nace por iniciativa del IIB-UNSAM y de Biochemiq), es fabricado con normas *Good Manufacturing Practice* y llega al mercado⁴. A partir de este proyecto el vínculo entre el IIB-UNSAM y el Malbrán se estrecha y se expande a otras áreas como brucelosis, hantavirus y dengue, a través de las cuales el IIB-UNSAM y Chemtest consolidan tanto el uso de glicoproteínas recombinantes como la plataforma de tiras reactivas de diagnóstico. En marzo de

2 Resolución Conjunta N° 1/2020 del Ministerio de Salud y el Ministerio de Desarrollo Productivo.

3 El IIB-UNSAM desarrolla las glicoproteínas necesarias para detectar los 6 serotipos más prevalentes de E. Coli a nivel mundial, mientras que Inmunova desarrolla repertorios de nanoanticuerpos de llama (VHH) que sirven para capturar la toxina Shiga y diagnosticar su presencia.

4 Al incorporar el Malbrán este producto a la rutina de diagnóstico del SUH, la eficacia diagnóstica de esa enfermedad entre 2014 y 2016 pasa del 26% al 82%.

2020 el IIB-UNSAM se vincula con la empresa Productos Bio-Lógicos (PB-L), surgida por iniciativa de científicos de la UNQ, que había desarrollado una tecnología Lamp basada en una enzima producida integralmente en Argentina. De este modo se combinan las dos tecnologías: el sistema de amplificación de la UNQ y el sistema de detección del IIB-UNSAM con tiras que detectan esa amplificación. Así nace el ELA CHEMSTRIP COVID-19, que llega al mercado en junio del 2020, es fabricado por Chemtest y es capaz de detectar la presencia del virus en individuos incluso sin síntomas, en alrededor de una hora y sin necesidad de equipamiento costoso. Una vez obtenido el kit en tiempos rápidos, el IIB-UNSAM recurre a la red establecida gracias al Nanopoc (los grupos de Electrónica y Nano-materiales del INTI) e impulsa dos proyectos para agregarle valor al kit. Por un lado, el desarrollo y fabricación de termobloques (que amplifican la muestra para hacer la detección), que es logrado en solo dos meses, en asociación con una empresa local y permite sustituir importaciones. Por el otro, las nanopartículas magnéticas recubiertas con sílice, para hacer la purificación de los ácidos nucleicos del virus. También este desarrollo es realizado en tiempos rápidos y permite hacer en modo más sencillo la separación del ARN del Coronavirus (sin usar columna de extracción o centrifugas) para el ensayo por LAMP o PCR. La misma maniobra rápida de reorientación hacia el COVID es llevada a cabo por la empresa Inmunova. Esta empresa, que había colaborado con el IIB-UNSAM sobre temas de diagnóstico del SUH, posee una larga trayectoria en el desarrollo de un tratamiento para el SUH⁵. La empresa intensifica su colaboración con el Instituto Malbrán para la evaluación clínica del tratamiento, obtiene una prueba de concepto en animales pequeños y empieza a recibir fondos del Grupo Insud para financiar las fases clínicas y el escalado del inmunógeno. Al mismo tiempo avanza en la evaluación de un medicamento similar para el hantavirus. En 2020 la empresa usa la tecnología del suero equino hiperinmune que había desarrollado y la adapta al COVID, cambiando el antígeno para inmunizar a los caballos⁶ y logrando uno de los primeros tratamientos para el virus a nivel internacional, que da buenos resultados en los ensayos clínicos sobre humanos y es aprobado como tratamiento en diciembre del 2020.

El Caso 2: el proyecto Chagas 1

El proyecto “Desarrollo de un método de diagnóstico molecular para la infección por T.cruzi: Validación de la detección neonatal de Chagas congénito” nace en el año 2012 y reúne al Instituto de Investigaciones en Ingeniería Genética y Biología Molecular (INGEBI-CONICET), al Instituto Nacional de Parasitología “Dr. Mario Fatała Chabén” (INP-ANLIS) y a la empresa Wiener Laboratorios. Se desarrolla un kit PCR para el diagnóstico temprano de la enfermedad de Chagas que, luego de una larga fase de

5 La producción de un inmunógeno que luego es suministrado a caballos, los cuales muestran una respuesta inmunológica, de modo tal que se le extrae el suero y a partir del mismo se genera un suero hiperinmune que es neutralizante de la actividad de las toxinas Shiga.

6 El suero es un concentrado de anticuerpos equinos que tienen un muy alto potencial contra la proteína con la cual se inmuniza a los caballo (la proteína RBD, que es un dominio o una parte de la proteína Spike, que es la proteína que utiliza el virus SAR-CoV-2 como 'llave' para ingresar su material genético a las células de los alveolos pulmonares). Este suero tiene una capacidad neutralizante del virus 50 veces mayor que el promedio del plasma de convalecientes (una de las principales terapias usadas en el país en aquel momento).

validación, es aprobado y llega al mercado. Al mismo tiempo el INGEBI realiza un convenio con una empresa japonesa para desarrollar una tecnología alternativa (el método LAMP), incrementando así sus capacidades de I+D. Cuando llega la pandemia, toda la experiencia de trabajar con LAMP (y la experiencia ganada con Wiener en validación analítica y clínica) permite al INGEBI diseñar un método de LAMP para COVID a ser usado en el análisis de aguas residuales de cloacas de la Provincia de Buenos Aires, como forma de vigilancia epidemiológica. El método permite constatar en 25 minutos la presencia del virus y, en paralelo a su validación, el INGEBI colabora con la UBA en el uso de una enzima producida por la Facultad de Ciencias Exactas.

El Caso 3: el proyecto Chagas 2

El proyecto “Desarrollo de un test competitivo y de alta performance para el diagnóstico molecular del Chagas” es iniciado en el año 2012 por el Instituto de Ciencia y Tecnología Dr. Cesar Milstein y las empresas Laboratorio Pablo Cassará S.R.L y Unifarma S.A. El proyecto da por resultado un kit de diagnóstico basado en tecnología LAMP para Chagas que, luego de la fase de aprobación regulatoria, llega al mercado. Al mismo tiempo, se crea la start up Neokit SAS (CONICET-Laboratorio Pablo Cassará), que permite encarar el desafío de la producción de los kits y extender esa plataforma tecnológica a nuevas enfermedades (Dengue, Zika y Chikungunya). La experiencia con Dengue (un virus ARN como el COVID) permite en el año 2020 adaptar la tecnología desarrollada y llegar rápidamente al NEOKIT-COVID-19, el primer test molecular argentino para identificar SARS-CoV-2. El producto llega al mercado en mayo del 2020, es fabricado por Neokit SAS y permite un diagnóstico más rápido y más barato que la PCR ya que en aproximadamente una hora entrega los resultados y ha mostrado un 100% de efectividad en la determinación de positivos y negativos en las muestras que se usaron para validar la tecnología.

Proceso de aprendizaje y efectos sociales en los casos: el Covid-19 como punto de llegada

A partir de la trayectoria descrita en el apartado anterior, se identificaron algunas dimensiones relevantes para explicitar el nexo entre el proceso de creación, fortalecimiento y acumulación de capacidades en los tres casos y la generación de efectos para la sociedad a lo largo del tiempo. En el Cuadro 3 se indican los resultados del análisis cruzado de casos realizado.

En el Caso 1, el proyecto Nanopoc permitió al IIB-UNSAM adquirir cuatro equipamientos que son centrales para hacer I+D y usar la tecnología de las glicoproteínas recombinantes para el diagnóstico. Asimismo, el INTI pudo crear un Laboratorio de Electrónica Impresa y un Laboratorio de Nanomateriales, a través la adquisición de equipamientos que aumentaron sus capacidades, respectivamente, en electrodos y en caracterización y síntesis de nanopartículas. El proyecto Nanopoc afianzó tanto la colaboración entre el IIB-UNSAM y el INTI, como la relación entre el IIB-UNSAM y la empresa Biochemiq, con la creación de la start up Chemtest. El proyecto Diarreas permite al IIB-UNSAM consolidar la tecnología de las glicoproteínas recombinantes, primero en Escherichia Coli y luego en otros patógenos, al

Cuadro 3. Las dimensiones analizadas en los casos

	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Equipamiento	Equipamiento para hacer I+D sobre proteínas recombinantes; equipamiento para hacer I+D sobre nanopartículas y electrónica impresa; equipamiento para el estudio estructural de proteínas	Robot automático para extracción de ADN; termociclador de placas	Cuarto de cultivo de nivel 2 de bioseguridad; unidad automatizada de pipeteo
Plataformas tecnológicas	Glicoproteínas recombinantes (en E. Coli y luego en otros patógenos); nanoanticuerpos VHH para diagnóstico; plataformas Elisa/tiras reactivas (en numerosos patógenos); sueros hiperinmunes; Laboratorio de Electrónica Impresa; Laboratorio de Nanomateriales	Consolidación de la plataforma PCR; adquisición de conocimientos en LAMP y su aplicación en Chagas y Covid-19	Se aplica Lamp por primera vez en Chagas y se consolida una plataforma para diagnosticar numerosos patógenos
Creación de start ups	Creación de Chemtest; consolidación de Inmunova (preexistente)	Ninguna	Creación de Neokit SAS
Aportes de la industria e interacción público privada	Aportes de Biochemiq para la creación de Chemtest; inversiones de Biochemiq para la certificación de Chemtest ante Anmat; aportes del Grupo Insud para el escalado de proteínas recombinantes y estudios clínicos (SUH y Covid-19); visión de mercado de Biochemiq (tiras reactivas, diseño, logística); colaboración Inmunova/Malbrán en tratamiento; complementación Inmunova/UNSAM en tratamiento y diagnóstico; colaboración Chemtest/INTI en servicios sofisticados para diagnóstico	Aportes de Wiener para perfeccionar el kit PCR de Chagas; absorción de conocimientos de Wiener en estudios de estabilidad, validación analítica y clínica; absorción de conocimientos de una empresa japonesa en la tecnología Lamp	Aportes de Laboratorio Pablo Cassará para la creación de Neokit SAS; absorción de conocimientos de Laboratorio Pablo Cassará en escalado productivo y validación regulatoria
Interacción público-pública	Colaboración UNSAM/Malbrán en diagnóstico; colaboración UNSAM/INTI en proyectos interdisciplinarios (nano-bio-electrónica)	Colaboración con el Malbrán, la UBA y hospitales	Colaboración con hospitales
Efectos sobre la salud pública	Mejora de la capacidad diagnóstica en SUH y otras enfermedades (entre ellas Covid-19); tratamiento para SUH, hantavirus y Covid-19	Mejora de la capacidad diagnóstica en Chagas y Covid-19	Mejora de la capacidad diagnóstica en Chagas y otras enfermedades (entre ellas Covid-19)
Otros efectos sobre la sociedad	Ahorro en el gasto público en salud; sustitución de importaciones; generación de capacidad exportadora; fortalecimiento de empresas locales de alta tecnología		

Fuente: elaboración propia.

mismo tiempo que adquiere nuevas capacidades de diagnóstico a través del uso de los nanoanticuerpos VHH que posee Inmunova. También hay una generación de capacidades productivas, ya que los desarrollos del IIB-UNSAM son llevados al mercado por Chemtest, donde se consolidan dos plataformas tecnológicas de detección: Elisa y tiras reactivas. En este sentido el aporte privado fue fundamental ya que la obtención, por parte de Chemtest, de la certificación de Anmat fue un proceso largo y costoso, ya que implicó transcurrir un lapso de cuatro años sin facturar, y esto fue posible también gracias a la empresa Biochemiq, que aportó capital y capa-

cidad empresaria, además de aspectos como diseño, marketing y logística (y contribuyó a la progresiva tendencia de Chemtest hacia el diagnóstico por tiras reactivas, una tecnología más innovadora en Argentina). Por otra parte, Inmunova nace como un start up del Instituto Leloir en el año 2006 y, si bien el proyecto Diarreas no está a la base de su creación, ha contribuido al aumento de sus capacidades de I+D, sobre todo a raíz del equipamiento que le permitió adquirir, por ejemplo, para el estudio de la estructura secundaria, terciaria y cuaternaria de las proteínas (estudio estructural de proteínas) en el marco del desarrollo del suero hiperinmune para el SUH⁷. Inmunova, una vez obtenida la prueba de concepto en animales pequeños para el tratamiento para el SUH, pudo transitar desde la fase preclínica a la fase clínica gracias al financiamiento aportado por el Grupo Insud. Tanto el IIB-UNSAM como Inmunova aumentaron sus capacidades de I+D, respectivamente, en diagnóstico y tratamiento, gracias a los aprendizajes y las retroalimentaciones que derivaron de su interacción con el Malbrán, por el vasto conocimiento práctico de las enfermedades que este último posee⁸. Ante la llegada de la pandemia, fue fundamental la capacidad productiva del kit de diagnóstico para Covid-19 bajo normas *Good Manufacturing Practice* de Chemtest (la start up P-BL que desarrolló la tecnología de amplificación, no está aún habilitada a la producción por Anmat). Asimismo, las capacidades acumuladas del INTI permitieron mejorar ese kit, a través del desarrollo de los termobloques y de las nanopartículas. El uso de nanopartículas de sílice magnética para realizar la purificación de los ácidos nucleicos de un virus fue una ocasión de aprendizaje para el INTI, que las había usado anteriormente para separar solamente anticuerpos y células. Todo el aprendizaje acumulado en tratamiento del SUH y otras enfermedades fue reorientado por Inmunova al tratamiento para Covid-19, también gracias al Grupo Insud, que apoyó el escalado de la proteína recombinante y los estudios clínicos del suero hiperinmune⁹.

En el Caso 2, el proyecto Chagas 1 permitió la adquisición por parte del INGEBI de importantes equipamientos, tales como un robot automático para extracción de ADN y un termociclador de placas, lo cual fortaleció las capacidades del grupo de investigación en la tecnología PCR. Asimismo, como la experiencia de la empresa Wiener es muy extensa en estudios de estabilidad, validación analítica y clínica, el INGEBI pudo aprender en forma interactiva cómo desarrollar esos procesos. Posteriormente el INGEBI se relaciona con una empresa japonesa, para desarrollar un kit de diagnóstico para Chagas congénito basado en la tecnología LAMP. Por un lado, el INGEBI absorbe nuevos conocimientos directamente de la empresa y aprende a manejar la tecnología Lamp que antes desconocía, también a raíz del equipamiento incorporado anteriormente. Por el otro, aplica conocimientos previos a este nuevo proyecto, ya que hay muchos procesos de validación analítica y clínica que el INGEBI aprendió con el proyecto Fonar-

7 La empresa, además del proyecto Diarreas, también participó en el 2010 en otro proyecto Fonarsec para la obtención de una vacuna para la brucelosis bovina.

8 El Malbrán fue fundamental también para el desarrollo del suero hiperinmune anti Covid, ya que puso a punto un ensayo de seroneutralización que permitió demostrar la potencia del antisuero de Inmunova.

9 Los primeros lotes de proteínas recombinantes fueron producidos en la UNSAM, por un Laboratorio dirigido por uno de los fundadores de Inmunova; el escalado de la proteína se realizó en la empresa MabXience del Grupo Insud.

sec de PCR y que se aplican también a Lamp, porque los conceptos son los mismos (qué se debe hacer para validar, los controles que se necesitan, la cuestión de establecer un estándar interno, entre otros). Ante la llegada de la pandemia, el INGEBI utiliza sus conocimientos relativos a la tecnología Lamp y a los procesos de validación para el desarrollo de un método de detección del Covid-19. Si bien la entrada del INGEBI a la tecnología Lamp derivó del vínculo con una empresa (extranjera), también se observa cómo la ausencia de un actor productivo local dificultó la aplicación tempestiva del conocimiento generado ya que, al no estar Wiener interesada a la tecnología Lamp y al no existir una empresa incubada en el INGEBI, el trabajo de I+D realizado, si bien valioso, tuvo que ser canalizado por una vía esencialmente académica. Sin embargo, se destaca el perfeccionamiento posterior del método Lamp, a través de la colaboración con el Malbrán en relación a las mutaciones de las cepas, y los ulteriores intentos de ampliar capacidades, con la aplicación del método a una enzima desarrollada por la Facultad de Ciencias Exactas de la UBA.

En el Caso 3, el proyecto Chagas 2 permite al Instituto Milstein adquirir equipamientos críticos para aplicar por primera vez la tecnología Lamp (se destaca un cuarto de cultivo de nivel 2 de bioseguridad, que es fundamental para el manejo de patógenos). Al mismo tiempo que el grupo de investigadores se especializa en esa tecnología, absorbe conocimientos de la empresa Laboratorio Pablo Cassará en producción a escala y, sobre todo, validación regulatoria (cuáles experimentos es necesario realizar, cómo hay que presentarlos, etc.). A partir de lo realizado en Chagas se consolida una plataforma tecnológica basada en Lamp y se crea la empresa Neokit SAS, co-fundada por Laboratorio Pablo Cassará. Por un lado, con el surgimiento de esta start up se incrementan las capacidades productivas, por ejemplo, a través de la incorporación de la estación robotizada Biomek FX, una unidad automatizada de pipeteo para escalar la producción, que permite el fraccionamiento preciso de los insumos con los que trabajan. Por el otro, la plataforma desarrollada es extendida a otras enfermedades, tales como brucelosis, sífilis, Huanglongbing (en cítricos) dengue, zika y chikungunya. Cada uno de estos proyectos incrementa las capacidades regulatorias de la empresa y genera aprendizajes en I+D, siendo particularmente importante la experiencia con dengue. Al ser el dengue un virus ARN, para poder aplicar la LAMP se necesita hacer una reacción previa (pasar el ARN a ADN para poder amplificarlo). Ese desafío adicional fue resuelto por un investigador del equipo y, como el COVID también es un virus ARN, se trató de dar un pequeño paso adicional para lograr una solución diagnóstica ante la pandemia. Asimismo, en un contexto de emergencia y falta de tiempo, el grupo ya contaba con las capacidades necesarias para realizar en modo rápido y eficiente la validación regulatoria ante Anmat. Finalmente, fue crítica la existencia de Neokit SAS para llevar rápidamente al mercado el primer test molecular argentino para la detección del Covid, con una alta capacidad de producción, a través de la estación robotizada Biomek FX (que actualmente puede llenar en menos de 10 minutos 300 tubos de reacción).

El aprendizaje público ha sido abordado desde una perspectiva prevalentemente motivacional cuando es también un efecto relevante de la investigación conjunta y, como indican Arza y Carattoli (2017), un beneficio

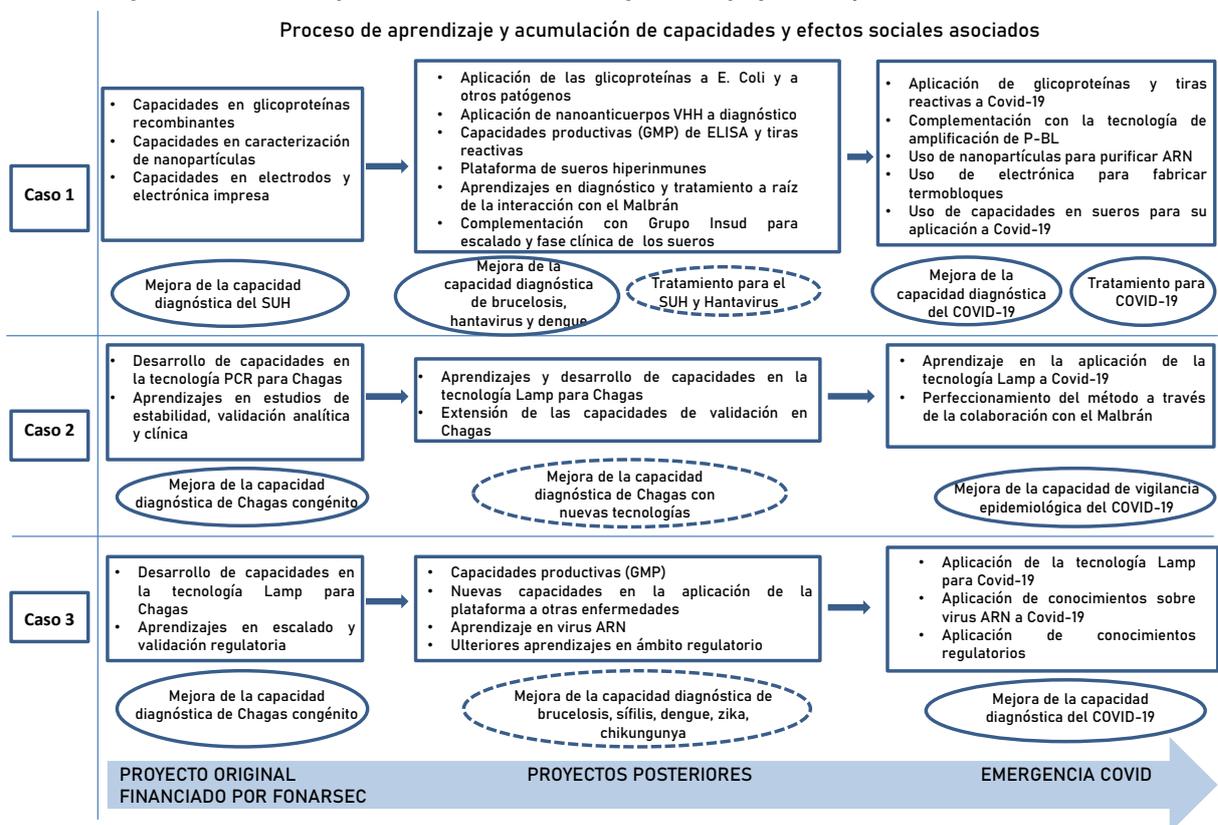
intelectual 'de largo plazo'. Este trabajo muestra cómo este beneficio de largo plazo se verifica efectivamente en el tiempo. Si bien De Fuentes y Dutrénit (2012) conciben los beneficios intelectuales de la industria en términos de capacidades, en el caso de la parte pública tales beneficios consisten en ideas para futuros proyectos colaborativos, ideas para futuras investigaciones y compartir conocimiento e información con la industria. Este trabajo muestra la conveniencia de abordar también el aprendizaje de la parte pública en términos de capacidades. Por otra parte, en este trabajo se han considerado algunos efectos o beneficios económicos (equipamiento, start ups, activos empresariales) que no son dicotómicos respecto a los beneficios intelectuales sino que, al contrario, se complementan con ellos y pueden ser traducidos en términos de capacidades (en línea con D'Este y Perkmann, 2011 y Verre et al., 2021). Finalmente, Arza y Carattoli (2017) consideran que la existencia de vínculos personales fuertes está más asociada a la investigación conjunta respecto a otros esquemas, sin embargo, el Caso 1 muestra cómo de ese esquema pueden derivar otras colaboraciones, fuertemente interactivas y complejas en términos de conocimiento, que se inscriben en el servicio de investigación.

Los aprendizajes derivados de la investigación conjunta encuentran en la acumulación y reutilización de capacidades un mecanismo multiplicador de los efectos sociales, que van mucho más allá de los resultados de un proyecto específico. Respecto a los varios modos en los que el impacto social es alcanzado (Perkmann et al., 2021), se identifican efectos directos, como una mejora de la salud pública a través de una mayor capacidad de diagnosticar, prevenir y tratar determinadas enfermedades, algunas de las cuales afectan particularmente los sectores sociales más vulnerables. Las soluciones inherentes al Covid-19, son el último eslabón temporal de este tipo de efectos, en línea con el concepto de 'preparación para la crisis' de Brem et al. (2021). Sin embargo, también hay efectos sociales indirectos, que no están relacionados al objetivo originario del proyecto (una patología), sino que son más transversales y pueden ser particularmente relevantes para países en desarrollo, tales como el ahorro en el gasto público en salud, la sustitución de importaciones, la generación de capacidad exportadora y el fortalecimiento de actores productivos locales de alta tecnología. Desde una perspectiva temporal, en todos los casos la consecución de los resultados tecnológicos implica un largo proceso de I+D, que incluye además un proceso de validación regulatoria que es crucial y complejo, lo cual hace que los efectos sobre la sociedad pueden tardar en manifestarse. En los casos se identifican efectos sociales originariamente planeados en los proyectos Fonarsec, algunos de ellos logrados (Diarreas, Chagas 1 y Chagas 2), pero en algunos casos frustrados (Nanopoc). Centrarse en el resultado del proyecto como punto de partida y no como outcome (junto a su impacto esperado) permite valorizar el Proyecto Nanopoc, que si bien no produce una innovación ni efectos sociales directos, tuvo un rol fundamental en la acumulación de capacidades posterior y fue el proyecto más interdisciplinario, una tendencia que el Covid-19 está acentuando (Zhao et al., 2022). También se identifican efectos sociales derivados de nuevas aplicaciones que en algunos casos son alcanzados (el incremento de la capacidad diagnóstica de varias enfermedades en el Caso 1), en otros aún están en vías

de consecución (casos 2 y 3), en otros fueron desplazados por la pandemia (tratamiento para SUH y Hantavirus en el Caso 1 y diagnóstico de Dengue, Zika y Chikungunya en el Caso 3). Esto último muestra que el efecto de crowding out provocado por el Covid-19 no solo se da en la investigación (Walker et al., 2022) sino también sobre los efectos sociales, mostrando que la urgencia puede generar un conflicto real entre diferentes efectos sociales esperados y derivados de la misma trayectoria de aprendizaje. Finalmente, hay efectos sociales emergentes, es decir, cuya consecución se logra en tiempos más cortos a raíz de la situación de urgencia de la pandemia. Fini et al (2018) consideran que al adoptar una perspectiva de largo plazo, el papel de las start ups universitarias puede cambiar desde un producto a un actor de la red que media, recombina o renueva los recursos de otros socios en su red empresarial. En el trabajo queda en evidencia como, en una situación de emergencia, las start ups explican en buena parte la rapidez con la que se lograron soluciones a la pandemia y los relativos efectos sociales.

La importancia de las interacciones directas con la demanda o el usuario industrial (De Jong et al., 2014; Newig et al., 2019; Yaqub et al., 2022; Cunningham y Gok 2012) que caracterizan la investigación conjunta, ha sido relacionada con una mayor probabilidad de impacto social. En el trabajo se ha analizado el nexo entre esa forma de relacionarse y generar conjuntamente conocimiento en proyectos específicos y los diferentes efectos sociales derivados a lo largo del tiempo. Sin embargo, la generación de efectos aprendizaje y de efectos sociales requiere que los proyectos de

Figura 1: La I+D conjunta: efectos sobre el aprendizaje público y la sociedad



Nota: efecto alcanzado: ————— efecto aún no alcanzado: - - - - -

Fuente: elaborado por los autores.

investigación conjunta iniciales se articulen posteriormente tanto con otros proyectos bajo ese mismo esquema, como con otros esquemas, tales como la creación de start ups y el servicio de investigación.

En la Figura 1 se sintetiza la relación entre el proceso de aprendizaje en los casos y la generación de múltiples efectos sobre la sociedad (solamente considerando los efectos relacionados con la salud pública) a lo largo del tiempo, siendo la acumulación y reutilización de capacidades el elemento central de esa relación.

Conclusiones

En este trabajo se ha analizado la relación que existe entre algunos desarrollos de diagnóstico y tratamiento para el Covid, realizados en el año 2020 por el sistema argentino de CTI y su trayectoria previa, es decir, un conjunto de proyectos de I+D conjunta financiados por el Fonasec hace más de 10 años. La rapidez y la calidad de la respuesta argentina a la pandemia fueron posibles por la disponibilidad de capacidades y relaciones construidas a lo largo de 10 años y que pudieron ser aplicadas en un contexto de emergencia. Ese mismo contexto de emergencia generó los cambios regulatorios y de política pública necesarios para valorizar esa trayectoria previa, activar recursos, conocimiento y relaciones latentes, y reorientarlos hacia el Covid. El aporte de este trabajo consiste en la reconceptualización del proceso de acumulación de capacidades como multiplicador de efectos sociales que emergen como respuesta a la pandemia, a medida que el conocimiento es reutilizado más allá de los proyectos originarios.

El trabajo realizado hace una contribución al marco conceptual propuesto, tanto respecto a la literatura sobre cooperación ciencia industria, como a los enfoques orientados a la co-producción del conocimiento, la evaluación de la investigación y el impacto social. Primero, el trabajo relaciona y articula dos dimensiones que la literatura suele considerar por separado: los efectos de aprendizaje, por un lado, y los efectos sobre la sociedad, por el otro. Segundo, dentro de la dimensión del aprendizaje y de las capacidades se integran los beneficios económicos como portadores de una dimensión intelectual. Tercero, una vez planteado que los efectos sociales dependen de la acumulación de capacidades, ese proceso de acumulación puede surgir a raíz del esquema de la I+D conjunta, pero necesita atravesar otros esquemas a lo largo del tiempo para desenvolverse y multiplicar esos efectos. Por último, se identifican efectos sociales tanto directos como (no menos importantes) indirectos y se distingue entre los efectos sobre la sociedad que están implícitos en los objetivos originales de los proyectos y aquellos que trascienden esos proyectos, apoyando la postura de que solo una visión de largo plazo y longitudinal permite captar el alcance real de los esfuerzos de I+D en términos de beneficios para la sociedad.

Algunas limitaciones de este trabajo residen en haber contemplado solamente experiencias del sector biofarmacéutico, cuando hay otras áreas interesantes a explorar como, por ejemplo, el sector metalmecánico (respiradores y otros insumos médicos). Asimismo, no se incluyó en el análisis uno de los aspectos más relevantes en la pandemia, es decir las vacunas, porque los tres proyectos existentes en Argentina aún se encuentran en fase de desarrollo.

De los resultados del trabajo derivan algunas implicancias para la política pública. En primer lugar, si la capacidad de respuesta ante las emergencias depende de la acumulación de capacidades, es fundamental que haya continuidad en las políticas públicas a lo largo del tiempo, un aspecto no menor en los países en desarrollo. En segundo lugar, y relacionado con lo anterior, en la evaluación de experiencias asociativas como la I+D conjunta hace falta tiempo para poder observar los efectos, sobre todo aquellos que trascienden a las partes, por lo cual es necesario revalorizar los aparentes retrocesos, las demoras inesperadas y la falta de resultados tangibles, porque son inherentes a la incertidumbre de los procesos de generación del conocimiento. En tercer lugar, al ser la I+D conjunta una forma colaborativa que permite notables sinergias entre ciencia e industria, el Estado debe fomentarla con particular énfasis para la consecución de objetivos de interés social y colectivo, además de intervenir activamente sobre los factores que la inhiben o la frenan. Un cuarto aspecto a destacar es la necesidad de apoyar en diferentes modos a las start ups locales dado que, al constituir enlaces entre el mundo científico y las grandes empresas, pueden contribuir en forma sustantiva a la rapidez con la que se busca solucionar un problema de salud pública. Por último, al impulsar la I+D conjunta, la política pública podría favorecer la aplicación o reutilización del conocimiento en modo más explícito y sistemático, a través de un monitoreo ex post de los proyectos, la identificación de capacidades emergentes y su reorientación, a través de incentivos, en función de objetivos de interés público.

A futuro sería deseable profundizar la investigación de aspectos que requieren mayor estudio, tales como: las características de la interacción existente entre diferentes esquemas colaborativos, tomando como unidad de análisis las capacidades y las relaciones antes que el esquema en sí mismo; los efectos para la sociedad que derivan de esquemas como el servicio de investigación, la consultoría y la creación de start ups (que son considerados como menos virtuosos respecto a la investigación conjunta); el análisis del aprendizaje público dentro de otros esquemas específicos y su impacto sobre la dirección de la investigación, en particular sobre la investigación básica.

Bibliografía

- Ankrah, S.N., Burgess, T.F., Grimshaw, P. y Shaw, N.E. (2013). Asking both university and industry actors about their engagement in knowledge transfer; what single-group studies of motives omit. *Technovation*, 33(2-3), 50-65.
- Ankrah, S., Al-Tabbaa, O. (2015). Universities–industry collaboration: a systematic review. *Scandinavian Journal of Management*, 31, 387–408.
- Arocena, R. y Sutz, J. (2005). Latin American Universities: From an original revolution to an uncertain transition. *Higher Education*, 50(4), 573-592.
- Arza, V., Carattoli, M., (2017). Personal ties in university-industry linkages: A case-study from Argentina. *The Journal of Technology Transfer*, 42, 814-840.
- Azoulay, P., Jones, B. (2020). Beat COVID-19 through innovation. *Science*, 368 (6491), 553.
- Banal-Estañol, A., Jofre-Bonet, M., Lawson, C. (2015). The double-edged sword of industry collaboration: Evidence from engineering academics in the UK. *Research Policy* 44, 1160- 1175.
- Bikard, M., Vakili, K., Teodoridis, F. (2019). When collaboration bridges institutions: The impact of university–industry collaboration on academic productivity. *Organization Science* 30, 426-445.
- Bornmann, L. (2013). What is societal impact of research and how can it be assessed? A literature survey. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64, 217-233.
- Brem, A., Viardot, E., Nylund, P.A. (2021). Implications of the coronavirus (COVID-19) outbreak for innovation: Which technologies will improve our lives? *Technological Forecasting & Social Change*, 163, 120451.
- Callaert, J., Landoni, P., Van Looy, B., Verganti, R. (2015). Scientific yield from collaboration with industry: The relevance of researchers' strategic approaches. *Research Policy* 44, 990-998.
- Cohen, W.M., Nelson, R.R. y Walsh, J.P. (2002). Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, 48(1), 1–23.
- Cunningham, P., Gök, A. (2012). The Impact and Effectiveness of Policies to Support Collaboration for R&D and Innovation. Nesta Working Paper No. 12/06.
- De Fuentes, C., Dutrénit, G. (2012). Best channels of academia–industry interaction for long term benefit. *Research Policy*, 41(9), 1666-1682.
- De Jong, S., Barker, K., Cox, D., Sveinsdottir, T., Van Den Besselaar, P. (2014). Understanding societal impact through productive interactions: ICT research as a case. *Research Evaluation*, 23(2), 89–102.
- D'Este, P. y Patel, P. (2007). University-industry linkages in the UK: What are the factors determining the variety of interactions with industry? *Research Policy*, 36(9), 1295-1313.
- D'Este P. y Perkmann M. (2011). Why do academics engage with industry? The entrepreneurial university and individual motivations. *Journal of Technology Transfer*, 36(3), 316-339.
- D'Este, P., Llopis, O., Rentocchini, F. y Yegros, A. (2019). The relationship between interdisciplinarity and distinct modes of university-industry interaction. *Research Policy*, 48(9), 103799.
- Eisenhardt, K.M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- Fini, R., Rasmussen, E., Siegel, D., Wiklund, J. (2018). Rethinking the commercialization of public science: From entrepreneurial outcomes to societal impacts. *Academy of Management Perspectives*, 32(1), 4–20.
- Freeman, C. (2004). Technological infrastructure and international competitiveness. *Industrial and Corporate Change*, 13(3), 541-569.
- García, R., Araújo, V., Mascarini, S., Santos, E., Costa, A. (2020). How long-term university industry collaboration shapes the academic productivity of research groups. *Innovation* 22, 56-70.
- Gulbrandsen, M., Smeby, J.C. (2005). Industry funding and university professors' research performance. *Research Policy*, 34(6), 932–950.
- Hottenrott, H., Lawson, C. (2017). Fishing for complementarities: Research grants and research productivity. *International Journal of Industrial Organization* 51, 1-38.
- Iorio, R., Labory, S., Rentocchini, F. (2017). The importance of pro-social behaviour for the breadth and depth of knowledge transfer activities: An analysis of Italian academic scientists. *Research Policy*, 46, 497-509.
- Lee, Y.S. (2000). The sustainability of university–industry research collaboration: an empirical assessment. *Journal of Technology Transfer*, 25(2), 111–133.
- López-Martínez, R.E., Medellín, E., Scanlon, A.P., Solleiro, J.L. (1994). Motivations and obstacles to university–industry cooperation (UIC): a Mexican case. *R&D Management*, 24(1), 17–31.

- Mansfield, E. (1995). Academic research underlying industrial innovations: Sources, characteristics, and financing. *The Review of Economics and Statistics*, 77(1), 55–65.
- Meyer-Krahmer, F. y Schmoch, U. (1998). Science-based technologies: university–industry interactions in four fields. *Research Policy*, 27(8), 835-851.
- Milesi, D., Verre, V. y Petelski, N. (2017). Science-industry R&D cooperation effects on firm's appropriation strategy: the case of Argentine biopharma. *European Journal of Innovation Management*, 20(3), 372-391.
- Nelson, R. (Ed.). (1993). *National Innovation Systems: A Comparative Study*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Newig, J., Jahn, S., Lang, D.J., Kahle, J. y Bergmann, M. (2019). Linking modes of research to their scientific and societal outcomes. Evidence from 81 sustainability-oriented research projects. *Environmental Science and Policy*, 101, 147–155.
- Nieminen, M. y Kaukonen, E. (2001). Universities and R&D networking in a knowledge-based economy. A glance at Finnish developments. *Sitra Reports*, serie 11, Helsinki, Sitra.
- Owen-Smith, J. y Powell, W.W. (2001). Careers and contradictions: faculty responses to the transformation of knowledge and its uses in the life sciences. In St. Vallas (ed.), *Transformation of Work. Research into the Sociology of Work* (Vol. 10, pp. 109–140), Greenwich, JAI Press,.
- Perkmann, M. y Walsh, K. (2009). The two faces of collaboration: impacts of university-industry relations on public research. *Industrial and Corporate Change*, 18(6), 1033-1065.
- Perkmann, M., Neely, A. y Walsh, K. (2011). How should firms evaluate success in university—industry alliances? A performance measurement system. *R&D Management*, 41(2), 202—216.
- Perkmann, M. y West, J. (2014). Open science and open innovation: sourcing knowledge from universities. In: Link, AN, Siegel, DS, Wright, M (Eds.), *The Chicago Handbook of University Technology Transfer and Academic Entrepreneurship*. University of Chicago Press, Chicago, pp. 41–74.
- Perkmann, M., Salandra, R., Tartari, V., McKelvey, M., Hughes, A. (2021). Academic engagement: A review of the literature 2011–2019. *Research Policy*, 50(1), 104-114.
- Ramos-Vielba, I., Sánchez-Barrioluengo, M., Woolley, R. (2016). Scientific research groups' cooperation with firms and government agencies: motivations and barriers. *The Journal of Technology Transfer*, 41, 558-585.
- Reale, F. (2021). Mission-oriented innovation policy and the challenge of urgency: Lessons from Covid-19 and beyond. *Technovation*, 107, 102306.
- Rentocchini, F., D'Este, P., Manjarrés-Henríquez, L., Grimaldi, R. (2014). The relationship between academic consulting and research performance: Evidence from five Spanish universities. *International Journal of Industrial Organization* 32, 70-83.
- Rosenberg, N. y Nelson, R.R. (1994). American universities and technical advance in industry. *Research Policy*, 23, 323–348.
- Rossi, F., Rosli, A. & Yip, N. (2017) Academic engagement as knowledge co-production and implications for impact: Evidence from Knowledge Transfer Partnerships. *Journal of Business Research*, 80, 1-9.
- Schartinger, D., Rammer, C., Fischer, M.M. y Frohlich, J. (2002). Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectoral patterns and determinants. *Research Policy*, 31(3), 303-328.
- Stake, R. (1995). *Investigación con estudios de caso*. Madrid: Ediciones Morata.
- Verre, V., Milesi, D., Petelski, N. (2020). Cooperación ciencia-industria: ¿puede aprender también la parte pública? *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS)*, 15(43), 11-33.
- Verre, V., Milesi, D., Petelski, N. (2021). Science-Industry Cooperation: What are the Benefits for the Public Part? Evidence from Argentine Biopharmaceutical Sector. *International Journal of Innovation and Technology Management* 18(3), 1-22.
- Walker, J., Brewster, C., Fontinha, R., Haak-Saheem, W., Benigni, S., Lamperti, F., Ribaud, D. (2022). The unintended consequences of the pandemic on non-pandemic research activities. *Research Policy*, 51, 104369.
- Wei, F., Zhou, H., Gao, G., Zheng, Q. (2022). Analysis of trends in patent development for coronavirus detection, prevention, and treatment technologies in key countries. *Journal of Biosafety and Biosecurity*, 4, 23-32.
- Yaqub, O., Malkov, D., Siepel, J. (2022). How unpredictable is research impact? Evidence from the UK's Research Excellence Framework. SPRU Working paper.
- Yin, R. (1984). *Case Study Research. Design and Methods*. Thousand Oaks: California: Sage Publications.
- Zhao Y., Liu L., Zhang C. (2022). Is coronavirus-related research becoming more interdisciplinary? A perspective of co-occurrence analysis and diversity measure of scientific articles. *Technological Forecasting & Social Change*, 175, 121344.