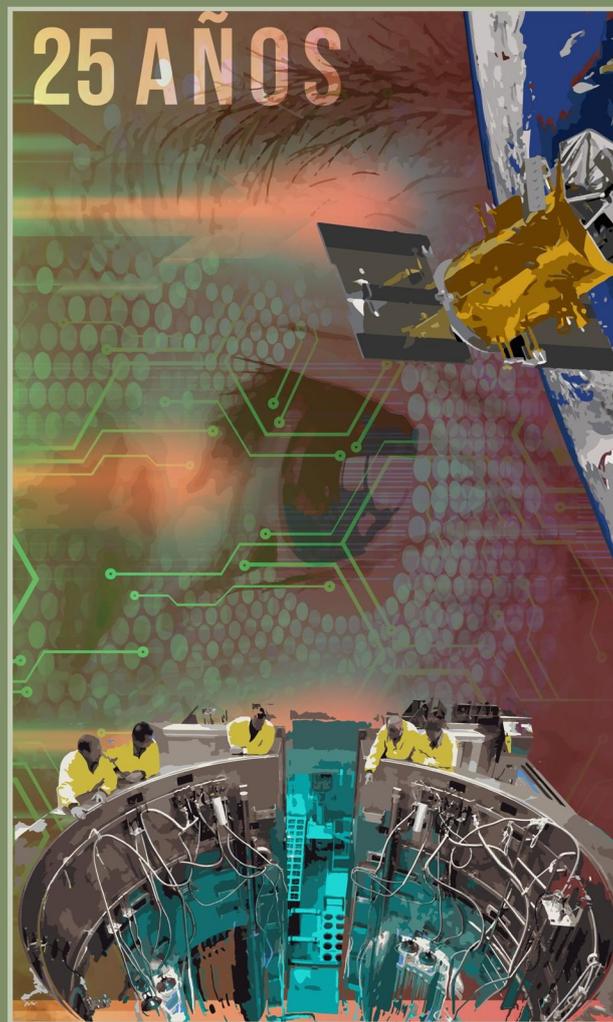


Leonardo Vaccarezza, Mariana Di Bello,  
Dolores Chiappe y María Eugenia Fazio (Compiladores)

---

# *Retratos y problemáticas contemporáneas en el campo de la ciencia, la tecnología y la sociedad*



---

*Retratos y problemáticas contemporáneas  
en el campo de la ciencia, la tecnología y la sociedad*



---

## Universidad Nacional de Quilmes

### *Rector*

Mg. Alfredo Alfonso

### *Vicerrectora*

Dra. María Alejandra Zinni

### *Secretaria de Posgrado*

Mg. Nancy Díaz Larrañaga

## **Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad**

### *Director*

Dr. Diego Lawler

### *Coordinadora*

Dra. Ornela Carboni

### *Miembros de la Comisión Académica*

Dr. Germán Herrera

Dr. Guillermo Santos

Dr. Diego Hurtado

Dr. Pablo Pellegrini

## **Comité Asesor de la Colección PGD-eBooks**

Dra. Patricia Berrotarán

Dr. Martín Bergel

Dr. Daniel Busdygan

PhD. Cristina Teresa Carballo

Dra. Carolina Cerrudo

Mg. Walter Chiquiar

Mg. María Eugenia Collebechi

Dr. Germán Dabat

Mg. Agustín Espada

Abog. Luciano Gandolla

Dra. Lía Gómez

Mg. Cristina Iglesias

Mg. Mónica Iturburu

Dr. Pablo Lacabana

Dr. Diego Lawler

Dra. Natalia López Castro

Mg. María Teresa Lugo

Mg. Luis Martínez

Prof. Martín Matus

Abog. Hernán Olaeta

Abog. Luis Osler

Dr. Elías Palti

Dr. Alejandro Pardo

Mg. Héctor Paulone

Dr. Pablo Ariel Pellegrini

Mg. Elisa Pérez

Prof. Maximiliano Pérez

Lic. María Soledad Piatis

Dra. Marcela Gabriela Pilloff

Mg. Alejandra Rodríguez

Dra. Eder Romero

Abog. Ana María Saucedo

Prof. Alfredo Martín Scatizza

Dr. Juan Santarcangelo

Dra. Selva Sena

Mg. Patricia Sepúlveda

Dr. Hernán Thomas

Mg. Cristina Wainmaier

Mg. Juana Yasnikowski

Dr. Gustavo Zarrilli



---

# *Retratos y problemáticas contemporáneas en el campo de la ciencia, la tecnología y la sociedad*

Leonardo Vaccarezza,  
Mariana Di Bello,  
Dolores Chiappe y  
María Eugenia Fazio  
  
(Compiladores)



Retratos y problemáticas contemporáneas en el campo de la ciencia, la tecnología y la sociedad / Mariano Anderete Schwal ... [et al.] ; compilación de Leonardo Silvio Vaccarezza ... [et al.]. - 1a ed. - Bernal : Universidad Nacional de Quilmes, 2022.  
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga  
ISBN 978-987-558-772-4

1. Ciencias Tecnológicas. 2. Tecnología Satelital. 3. Tecnología Nuclear. I. Anderete Schwal, Mariano. II. Vaccarezza, Leonardo Silvio, comp.  
CDD 306.46

*División de Comunicación:*

Esp. Alejandra Cajal

*Coordinadora de la colección:*

Lic. Sandra Santilli

*Corrección de estilo:*

Lic. Alicia Lorenzo

*Idea original de diseño:*

Dg. Diana Cricelli

*Maquetación y diseño:*

Lic. María Sol Di Lorenzo

*Imagen de portada:*

Lic. Victoria Maniago  
Composición, 2022



Licencia CC/NC/ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

ISBN 978-987-558-772-4

## Presentación

Leonardo Silvio Vaccarezza,  
Mariana Eva Di Bello y María  
Eugenia Fazio ..... 06

## Capítulos

1. La brecha digital y la segregación  
educativa en el nivel secundario  
durante la pandemia por COVID-19

Mariano Anderete Schwal ..... 13

2. Política y tecnología. Los satélites de  
aplicaciones científicas (1985-2000)

Yamila Noely Cáceres ..... 25

3. El caso de la crotoxina en Argentina  
desde el esquema conceptual de los  
estudios sobre la experticia y la  
experiencia

Emilio Fonseca Matera ..... 41

4. Un satélite para Colombia: entre los  
vaivenes políticos y las fallas de  
mercado. El Conpes 3983

Héctor Javier Hernández Moreno .. 54

5. La relación entre conocimiento y  
creación de riqueza en el discurso de la  
OCDE (1961-2019)

Claudio Alejandro López ..... 65

6. Política nuclear y política energética  
en Argentina. El desarrollo del plan  
nucleoeléctrico de la CNEA (1964-  
1985)

Manuel José Lugones ..... 72

7. Controversia científica pública  
vinculada a las vacunas de Oxford/  
AstraZeneca y Pfizer/BioNTech contra  
la COVID-19

Yamila Schmies ..... 83

8. Alcances y limitaciones en la  
asociatividad público-privada en las TIC

Fernanda Soca ..... 89

9. Saberes y sentidos en disputa. La  
controversia sobre el glifosato en  
Argentina

María Jimena Vera ..... 103

Referencias de autores ..... 120

La Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional de Quilmes fue creada hace 25 años. Un poco antes, en 1988, en la Universidad de Buenos Aires se erigió la Maestría en Política y Gestión de la Ciencia y la Tecnología; algunos años después, en 2004, la Maestría en Gestión de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación de la Universidad Nacional General Sarmiento; y en 2009, la Maestría en Ciencia, Tecnología, Desarrollo e Innovación de la Universidad Nacional de Río Negro. Estos son algunos hitos académicos —junto con la creación de revistas especializadas, la organización de reuniones, seminarios y jornadas recurrentes de especialistas— de una corriente intelectual que se desplegó en varios países de América Latina durante las últimas tres décadas. ¿Qué procesos pudieron haber impulsado estos desarrollos, más allá de efectos simpáticos y de isomorfismo institucional que tuvieron al papel de la ciencia y la innovación en la sociedad como preocupación central? Esta institucionalización de la enseñanza de la problemática de la ciencia y la tecnología desde la perspectiva de las ciencias sociales deviene de un proceso internacional de cambio de la relación de la producción de los conocimientos científicos y tecnológicos: la emergencia de la tecnociencia o “ciencia post-académica” (Ziman, 2000), caracterizada por un mayor énfasis en la utilidad directa de la producción científica y por la necesidad de rendir cuentas ante la sociedad. Asimismo, desde la mitad del siglo XX, la política pública desarrolló un campo específico

de intervención en cuanto a la ciencia, la tecnología y la innovación, con la consecuente formulación de planes, programas y modelos de gestión. En nuestro país, este proceso se reflejó en la conformación, entre las décadas de 1950 y 1960, de un conjunto de instituciones que impulsaron el crecimiento de la investigación y desarrollo local (Cortassa y Rosen, 2019), con fuerte presencia de la actividad científica y tecnológica en las universidades nacionales (Aliaga, 2019).

América Latina, y particularmente Argentina, caracterizadas por su bajo nivel de autonomía tecnológica pero con un grado medio de capacidades en investigación científica, orientaron su política hasta casi finales del siglo XX al fomento y fortalecimiento de los recursos científico-académicos, con escasos esfuerzos e inventivas para articular el conocimiento básico con el desarrollo de tecnologías más o menos propias. Alrededor de los años 60, un nutrido grupo de intelectuales y políticos había desarrollado un cuerpo ideológico y conceptual original y heterogéneo, pero coherente en los objetivos, que anticipaba muchos de los dilemas políticos de la innovación y la autonomía tecnológicas para los países de la región. Autores como Sábato, Herrera, Varsavsky o Sagasti sembraron una serie de conceptos y modelos de política que quedaron ocultos debido a los cambios drásticos en los esquemas de dominación mundial caracterizados por la globalización de la producción y la competencia. Apagado por la

imposición internacional de conceptos y teorías coherentes con estos esquemas de dominación, el pensamiento latinoamericano en ciencia y tecnología sobrevivió, no obstante, en el interés de aquellos académicos que se sintieron impulsados por las nuevas corrientes internacionales a crear ámbitos de estudio de la ciencia y la tecnología desde las perspectivas de las ciencias sociales, como son las maestrías antes nombradas. En efecto, a partir de los años 70 en los países centrales, pero más definitivamente en la década de 1990, estas perspectivas redefinieron el análisis de la relación entre el conocimiento, la producción científica y la sociedad. Lo que terminó conjugándose en el concepto de “tecnociencia” reveló la estrecha y compleja articulación entre la producción de la ciencia, la política científica y tecnológica, las esferas de dominación económica, los impactos de las tecnologías en el desarrollo humano y el desequilibrio ambiental. Así, la pregunta por la ciencia y la tecnología no podría restringirse a la explicación de los formatos institucionales del quehacer científico ni a los esquemas clásicos de la innovación tecnológica. Del mismo modo, la política de la ciencia no podría ser acotada a la preocupación por su fomento ni a los estímulos públicos para el desarrollo tecnológico. Al contrario, las nuevas perspectivas exigen colocar a la ciencia y a la tecnología ante la mirada crítica de sus orientaciones, resultados e intereses económicos y sociales implícitos.

Por lo tanto, las ciencias sociales no fueron ajenas a la reflexión y estudio del papel de la ciencia y la tecnología en la sociedad, y nuevos modelos de interpretación y análisis se desarrollaron en el contexto internacional. Un cambio radical de perspectiva consistió en la importancia adquirida por los enfoques externalistas para dar cuenta del desarrollo del conocimiento científico y tecnológico, que abrieron la puerta para el trabajo de las ciencias

sociales. De esta manera, en las últimas décadas hubo un desplazamiento desde una visión internalista que focalizaba en los arreglos institucionales que permitían el desarrollo de la investigación científica como esfera relativamente autónoma de la sociedad, hacia el problema de entender la producción científica como procesos contingentes de construcción social del conocimiento condicionado no solo por tradiciones y trayectorias, sino también por diferentes intereses. Constituidos internacionalmente como el campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología (Escyt), fueron emergiendo nuevos objetos de reflexión y análisis: los procesos, sistemas, estrategias de búsqueda de utilidad de la producción científica; las tensiones y determinaciones mutuas entre procesos universales y locales de producción de conocimientos; la inmersión de las decisiones de políticas científicas y tecnológicas en la marisma de demandas y protestas sociales sobre las consecuencias de la actividad científica; por último, la articulación del conocimiento científico y tecnológico certificado con el conocimiento autóctono, salvaje, popular, indígena y el sentido común.

La Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional de Quilmes emergió en el momento de la difusión internacional, dentro del paradigma de los Escyt, de una nueva perspectiva para entender de manera más sistémica los procesos de innovación tecnológica y los planteos interaccionales e incrementales en la formulación y toma de decisiones en política científica y tecnológica. Así, algunos núcleos temáticos centrales tanto en la transmisión como en la producción de conocimientos en el marco de la Maestría —que, por otra parte, se reflejan en las temáticas propias de las tesis de graduación— son los siguientes: la construcción del conocimiento científico en una perspectiva

microsocial; el análisis de controversias científicas; los cambios tecnológicos como consecuencia de la articulación de intereses y valores diferenciales de distintos grupos sociales; los procesos interaccionales de construcción de la utilidad social de los resultados de la producción científica; el análisis de los sistemas sociales de innovación tecnológica, en particular atendiendo a la articulación de diferentes arreglos institucionales; la evaluación de mecanismos institucionales de articulación entre oferta y demanda de conocimientos; los estudios históricos del desarrollo institucional, organizativo y de conocimiento de determinados campos del saber; la institucionalización de la política científica y tecnológica; la percepción social del conocimiento científico; la comunicación pública de la ciencia y la tecnología; los movimientos sociales vinculados a demandas tecnológicas y socioambientales; la producción y coproducción de tecnología para la inclusión social.

La Maestría atendió a un público diverso de interesados en sus contenidos: investigadores de ciencias sociales atentos a la ciencia y la tecnología como objeto social de indagación; investigadores de diferentes campos científicos y tecnológicos interesados en la reflexión sobre su actividad y producción; funcionarios de organismos de ciencia y tecnología; periodistas científicos; profesionales consultores en procesos y programas de articulación entre la actividad científica y tecnológica y las demandas, requerimientos y protestas sociales vinculadas a la producción de tecnologías. Aún no contamos con una indagación pormenorizada del aprovechamiento de los alumnos y egresados de la misma en el desempeño de sus funciones profesionales, si bien entre antiguos cursantes se destacan aquellos orientados hacia la investigación académica en el campo CTS y los funcionarios de organismos públicos y privados

vinculados con la toma de decisiones en la producción científica y tecnológica.

El objeto de la Maestría (la ciencia, la tecnología y la innovación) es, por su naturaleza, variable. Así, la relación de la ciencia con la sociedad, el Estado, la política, la comunicación, los modelos de innovación, sufrieron modificaciones durante el período, tanto por factores internacionales como locales. En tal sentido, la Maestría ha ido adaptándose a esta transformación relativamente acelerada. La misma producción de conocimiento a partir de ella y su difusión contribuyen a la transformación de su objeto en la medida en que los egresados no optan principalmente por convertirse en investigadores del mismo campo, sino que se insertan en diferentes esferas institucionales y constituyen profesiones y prácticas que atienden a la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Por ejemplo, algunos de ellos se incorporan a organismos públicos, privados o mixtos destinados a intervenir en políticas de ciencia y tecnología, sea en el plano de la formulación o la gestión; otros lo hacen en el ámbito de la comunicación social de la producción científica y tecnológica, y muchos son investigadores de diversas disciplinas —en particular de las ciencias exactas y naturales— que ven modificadas la orientación y las prácticas de producción de conocimientos en el marco de la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Esto contribuye a que la misma actividad de producción de conocimientos vaya modificando el objeto de este posgrado. Por lo tanto, la Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad es un sistema que evoluciona en una permanente complejidad temática, de modelos de interpretación, de esquemas de acción, de modelos de comunicación. Los textos reunidos en este volumen constituyen una pequeña muestra de esta complejidad.

El presente libro se origina en la convocatoria y selección de trabajos de maestrandos, generados en el marco de sus tesis. Los campos temáticos y los estilos de producción son, por supuesto, variados; algunos capítulos tienen un contenido exclusivamente teórico en tanto otros avanzan en la indagación empírica. El cariz del conjunto no reduce esta recopilación a la mera reunión de productos ejemplares de alumnos de la Maestría, sino que cada trabajo tiene un valor en sí, por el interés de sus objetos de discusión y análisis y la calidad de sus realizaciones. A continuación, se reseña de forma breve el contenido de todos ellos. El orden de presentación sigue un criterio alfabético.

En el primer trabajo, Mariano Anderete Schwal indaga en las relaciones entre condiciones socioeconómicas y desigualdades de acceso a la tecnología y a la información en la educación secundaria argentina durante la pandemia por COVID-19. En busca de respuestas, el autor realiza un estudio cualitativo a partir de entrevistas con docentes y directivos del nivel secundario de la ciudad de Bahía Blanca (provincia de Buenos Aires, Argentina), sobre sus experiencias en torno a los distintos métodos tecnológicos de educación utilizados durante el año escolar 2020. En los resultados, Anderete Schwal identifica marcadas diferencias de acceso entre quienes se encuentran en mejores condiciones económicas (que utilizaron plataformas virtuales propias y computadoras con acceso a internet), y quienes cuentan con menores recursos (que utilizaron teléfonos celulares con acceso a internet como medio tecnológico de comunicación, en especial mediante la aplicación WhatsApp, hasta casos en los que continuaron trabajando sobre el soporte papel).

En el segundo texto, Yamila Cáceres analiza el desarrollo de satélites de aplicación

científica en Argentina. A partir de preguntarse cómo fue posible el diseño y producción local de los primeros satélites artificiales, lleva a cabo una indagación basada en información documental y en entrevistas a protagonistas de tales desarrollos, enmarcada en una perspectiva constructivista a partir de la triangulación de esquemas conceptuales correspondientes a tres enfoques disciplinarios: economía del aprendizaje, sociología de la tecnología y análisis crítico de políticas de acuerdo a la adecuación al contexto local. Basado en un análisis pormenorizado de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas, en el marco de políticas públicas e interacciones de diferentes actores, que condicionaron respuestas contradictorias y sinuosas a la acumulación de tales capacidades, el trabajo demuestra que la construcción de soluciones tecnológicas no deviene linealmente de las trayectorias institucionales sino de la acción de elementos externos, tales como las políticas públicas, que la pueden acelerar, estacionar o interrumpir.

En el tercer trabajo, Emilio Fonseca Matera aborda, a partir de un caso histórico de controversia científica, la cuestión de las tensiones generadas entre diferentes tipos de experticia. Dicho caso corresponde a la controversia, acontecida en Argentina durante la década de 1980, sobre la capacidad curativa del cáncer de la crotoxina. No se trata, por cierto, de una discusión científica entre científicos, sino de una controversia extendida a la esfera pública entre distintos tipos de experticias, que puso en el centro de la escena la tensión —con frecuencia irresuelta— entre la ciencia y la democracia. El estudio, basado en fuentes primarias y secundarias y el análisis de periódicos y programas televisivos de la época, discute el problema de extensión referido por Collins y Evans (2002), y partiendo de su propuesta analítica denominada *Studies of Expertise and Experience* (SEE), explora las

tensiones entre diferentes tipos de experticias atribuibles a actores influyentes en el conflicto.

Héctor Javier Hernández Moreno examina, en el cuarto capítulo, la política sectorial satelital de Colombia a partir de un análisis documental. Se centra específicamente en el estudio crítico del documento *Política de desarrollo espacial: condiciones habilitantes para el impulso de la competitividad nacional*, conocido como Conpes 3983. El trabajo señala el tipo particular de marco cognitivo que configura la concepción y estrategia de la política de desarrollo espacial colombiana.

En el quinto texto, Claudio Alejandro López analiza la relación entre conocimiento y creación de riqueza en el discurso de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). El trabajo se enmarca conceptualmente en el materialismo cognitivo y realiza un recorrido histórico por el discurso de la OCDE sobre la relación entre conocimiento certificado y crecimiento económico. Revela los matices y diferentes derivas discursivas que ha sufrido en el organismo multilateral, la tesis que correlaciona de manera positiva mayores niveles de titulación de grado y posgrado de la población con niveles más altos de crecimiento económico de los países. Además, focaliza en la tensión entre dicha tesis histórica y la emergencia reciente, en el marco del capitalismo informacional, de una postura que subraya la importancia de las “competencias transformadoras” —generalmente bajo la forma de conocimientos de soporte subjetivo implícitos— en la creación de riqueza.

Manuel Lugones presenta, en el sexto capítulo, un trabajo que refiere a la articulación, durante el periodo 1964-1985, de la política de desarrollo nuclear (en particular, nucleoelectrica) y la política energética.

Describe tres etapas diferenciadas en la ubicación del sector nuclear y la estrategia nucleoelectrica en relación con las otras opciones tecnológicas de producción de energía eléctrica, que llevaron a la construcción de tres centrales nucleares, al dominio de las tecnologías del ciclo de combustible nuclear y la producción de agua pesada, así como a la creación de un conjunto de empresas asociadas para asegurar el autoabastecimiento de dichos insumos. El caso interesa, entre otras razones, porque a diferencia de otros países, la política de la tecnología nuclear se inicia y desenvuelve en Argentina sin afinar su legitimidad en la política energética, por lo cual la articulación presenta alternativas singulares entre ambas. Por cierto, ofrece un panorama en el que se modifican las estrategias de desarrollo, mostrando una trayectoria relativamente errática de las políticas públicas. Estas modificaciones son explicadas por situaciones de contexto (precios internacionales, emergencia de nuevas fuentes de energía, problemas de agotamiento de los hidrocarburos, etc.), que condicionan las estrategias e intereses de los diferentes grupos sociales que inciden en el desarrollo tecnológico.

En el séptimo texto, Yamila Schmies analiza la controversia científica y pública alrededor del esquema de aplicación de las vacunas Oxford/AstraZeneca y Pfizer/BioNTech contra el virus SARS-CoV-2 en el Reino Unido. La autora caracteriza a los distintos elementos que participan de la controversia científica en el ámbito público (cognitivos, técnicos, morales, éticos) e identifica las restricciones contextuales en las que esas discusiones tienen lugar (emergencia sanitaria, colapso del sistema de salud). Todas esas dimensiones influyen en la dinámica particular que asume la controversia y en sus posibilidades de clausura.

Fernanda Soca analiza, en el capítulo ocho, una experiencia de asociatividad público-privada en el área de microelectrónica que nace a mediados de los años 2000 en Argentina, en gran medida por el financiamiento del Fondo Sectorial en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). A partir de un análisis documental y de la realización de entrevistas, el texto muestra el proceso de diseño e implementación de la política de promoción sectorial, y señala los alcances y limitaciones que presentan este tipo de instrumentos de promoción de dinámicas asociativas en contextos de baja capacidad innovadora.

Finalmente, en el último trabajo, Jimena Vera examina la controversia pública sobre el uso del glifosato como herbicida en Argentina durante los últimos años. La autora realiza un recorrido histórico y regulatorio de la sustancia

en el nivel local e internacional e identifica las principales discusiones que se dieron en el ámbito global y regional en torno a los impactos ambientales y sobre la salud del uso del glifosato, como también los posicionamientos de los distintos actores (políticos, productores, etc.) al respecto. Así, el glifosato es abordado como un artefacto “saturado de sentidos y resignificaciones” que condensa un conjunto de acciones y decisiones públicas y políticas, todo lo cual lo convierte en un objeto privilegiado para estudiar las características y dinámicas que asumen las controversias científicas y públicas en la actualidad.

**Leonardo Silvio Vaccarezza,**  
**Mariana Eva Di Bello y**  
**María Eugenia Fazio**

---

## Referencias bibliográficas

- Aliaga, J. (2019). Algunas propuestas para el Sistema de Ciencia y Técnica argentino. Recuperado de: <http://jorgealiaga.com.ar/wp-content/uploads/2019/12/CARACTERISTICAS-DEL-SISTEMA-DE-CIENCIA-Y-TECNICA-ARGENTINO-Y-ALGUNAS-PROPUESTAS.pdf>
- Cortassa, C. y Rosen, C. (2019). Comunicación de las ciencias en Argentina: escenarios y prácticas de un campo en mutación. *ArtefaCToS. Revista de estudios de la ciencia y la tecnología*, 8(1), 61-81. DOI: <http://dx.doi.org/10.14201/art2019816181>
- Ziman, J. (2000). *Real Science. Whatitis and whatitmeans*. Cambridge: Cambridge University Press.

# Capítulos

---



*Mariano Anderete Schwal*

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.  
Universidad Nacional del Sur, Argentina.

# 1. La brecha digital y la segregación educativa en el nivel secundario durante la pandemia por COVID-19

## Introducción

La aparición de la pandemia ocasionada por la COVID-19 a principios del año 2020 generó cambios profundos en la sociedad, produciendo un aumento de la pobreza y exponiendo las desigualdades existentes en el mundo (Cepal, 2020). Si bien en la mayor parte de los países se ordenó un confinamiento obligatorio de la población, la educación continuó brindándose, al tratarse de un derecho humano fundamental (Ruiz, 2020). No obstante, por decisión de las autoridades nacionales, se hizo con las escuelas cerradas para evitar posibles contagios, lo cual afectó al 94% de estudiantes de todo el mundo (Unesco, 2020). Por tal motivo se tuvieron que utilizar estrategias alternativas para asegurar la continuidad educativa (Artopoulos, 2020); así, fue fundamental el desarrollo de las TIC.

Ante la llegada del coronavirus a la Argentina en marzo del 2020, el presidente Alberto Fernández determinó el aislamiento social preventivo y obligatorio (ASPO) de todos los ciudadanos, a los efectos de disminuir la curva de contagios del nuevo virus. En el ámbito educativo, se suspendieron las clases presenciales en todas las escuelas del país, y poder continuar con la educación de millones de niños, niñas y adolescentes supuso un desafío para las autoridades nacionales y provinciales. Como respuesta inmediata a la situación, el Ministerio de Educación nacional desarrolló el programa educativo llamado “Seguimos Educando”, en el cual se

utilizaron principalmente recursos de internet, radio, televisión y entrega de cuadernillos con el objetivo de asegurar la continuidad educativa a distancia. Pero su aplicación no fue obligatoria sino que dependió de la voluntad de los docentes, quienes en su mayoría no lo utilizaron por diversas razones, como la falta de recursos, la no adaptación a los contenidos de sus materias o por considerar a la televisión un entretenimiento (Anderete Schwal, 2020). Así, escuelas y docentes desarrollaron sus propias estrategias educativas de acuerdo a los recursos tecnológicos a su alcance.

Debido a las desigualdades educativas existentes en Argentina, se pudieron observar distintas formas de afrontar la educación a distancia durante el primer año de la pandemia, supeditadas a los recursos materiales y digitales con los que contaban las escuelas, los docentes y fundamentalmente sus estudiantes. Los profesores fueron los encargados y responsables de enseñarles cómo utilizar los recursos tecnológicos para su educación (Bonilla Guachamín, 2020). Si bien la mayoría de los adolescentes están familiarizados con la tecnología, la utilizan principalmente para redes sociales y videojuegos, no para las actividades escolares (Gewerc, Fraga y Rodés, 2017). Los docentes debieron cumplir entonces un nuevo rol en la enseñanza, mediatizando las herramientas didácticas a través de la virtualidad para favorecer el aprendizaje de su alumnado (García, 2020).

En la Argentina contemporánea existe una sociedad fragmentada y con mucha desigualdad socioeconómica (Kessler, 2011). En el plano educativo se observa una reproducción de dicha desigualdad, por cuanto reciben más los que más tienen (Llach, 2006), relegando a los que menos tienen a estudiar en escuelas pobres para pobres (Krüger, 2014). Estos últimos cuentan con recursos digitales suficientes para desarrollar la educación a distancia pretendida por las políticas educativas públicas, y así se reproduce la desigualdad educativa mediante una brecha digital determinada según los recursos tecnológicos de los distintos sectores socioeconómicos (Vivanco, 2020). En tal sentido es que Cervantes y Gutiérrez (2020) señalan que durante la pandemia estamos en riesgo de que la brecha digital se convierta en una brecha de aprendizaje.

En la presente investigación cualitativa se analiza la utilización de recursos tecnológicos en las clases a distancia dictadas por los docentes del nivel secundario en la ciudad de Bahía Blanca durante la pandemia. El método cualitativo “se sustenta en evidencias que se orientan hacia la descripción profunda del fenómeno, con la finalidad de comprenderlo y explicarlo” (Sánchez, 2019, p. 104). Se destacan las diferencias tecnológicas entre los distintos tipos de escuelas según el nivel socioeconómico de su alumnado, evidenciándose una brecha digital que repercute en las estrategias educativas adoptadas por los docentes.

## Encuadre teórico

### *Segregación educativa en Argentina*

La segregación educativa consiste en la distribución desigual de los estudiantes entre las escuelas de una ciudad, de manera tal que la proporción que presenta cierta característica social en una institución (por ejemplo, género, origen residencial, nivel socioeconómico, etc.) es significativamente diferente a la que se observa en la población total de referencia (Krüger, 2014). En este trabajo se considera la segregación educativa según nivel socioeconómico de los estudiantes. Veleda (2014) expresa que

esta se entiende como la división del alumnado según su nivel socioeconómico, el cual se distribuye en circuitos educativos desiguales por las experiencias de socialización, condiciones de aprendizaje y saberes que ofrecen.

Los primeros estudios sobre segregación educativa en Argentina se remontan a Braslavsky (1985); posteriormente continuaron con los trabajos de Kessler (2002); Tiramonti (2004); Gasparini, Jaume, Serio y Vázquez (2011), y recientemente Krüger (2019). Las investigaciones mencionadas demuestran una significativa desigualdad en el acceso a la educación de calidad según el sector social de pertenencia. Además de este acceso diferencial, se evidencian los circuitos y recorridos diversos que realizan los estudiantes en sus trayectorias educativas según su pertenencia social y económica, lo cual genera la conformación de grupos diferenciados que tienen pocas posibilidades de cruzarse con sus pares que transitan por distintos circuitos educativos.

Se advierten dos instancias de segregación en la incorporación de los estudiantes al sistema educativo: inter e intrasectorial (Krüger, 2014). La primera se refiere a la diferencia en el perfil socioeconómico de los estudiantes de las redes de gestión pública y privada. La segunda se relaciona con la desigual composición social de las escuelas dentro de cada uno de estos circuitos; por ejemplo, la composición social de las escuelas públicas céntricas es diferente de la de aquellas ubicadas en la periferia pobre de la ciudad, así como la de las escuelas privadas sin subvención estatal (y con cuotas más altas) difiere de la composición social de las que cuentan con una subvención estatal total (con cuotas más accesibles).

La segregación escolar manifiesta la injusticia social por las condiciones desfavorables de inclusión y no tanto por la exclusión (Sen y Kliksberg, 2007), es decir que el acceso a la escuela en condiciones desfavorables impide participar de manera igualitaria de experiencias de escolaridad porque no incluye a todos por igual. En el contexto de aislamiento social, la segregación escolar se evidencia tanto en las condiciones de partida de las escuelas (de los

docentes y de los alumnos) para desarrollar una estrategia alternativa a la presencialidad, como en las posibilidades de incluir propuestas escolares vinculadas con el capital cultural de las familias (Álvarez, Gardyn, Iardevlevsky y Rebello, 2020).

Las diferencias educativas se replican en el acceso a los recursos digitales de información y comunicación de cada sector (Formichella y Krüger, 2020). En tal sentido, la educación a distancia desarrollada durante la cuarentena refleja una escolarización diferencial del alumnado en función de la clase social de pertenencia, tipo de escuela, zona de residencia, región y territorio (Cabrera, Pérez y Santana, 2020).

### *La brecha digital en la educación durante la pandemia*

Dussel (2020) indica que la pandemia ha cambiado la “domiciliación” de lo escolar, trasladándola hacia el espacio doméstico. Allí se debe contar con tecnologías de la información y comunicación (TIC) suficientes para poder desarrollar las clases a distancia derivadas de la cuarentena obligatoria. Para estudiar en el hogar es necesario contar con una computadora, una *tablet* o un teléfono celular, acceso a internet, un *software* determinado, conocimientos previos para utilizar dicha tecnología y tiempo disponible. A estos recursos digitales se les debe sumar la presencia de un adulto que oriente a los adolescentes que intenten utilizarlos cuando no sepan cómo hacerlo. Pero no todos los estudiantes en Argentina disponen de los mismos recursos digitales: existe una marcada desigualdad de acuerdo a la situación socioeconómica de cada familia (Formichella y Krüger, 2020).

La brecha digital puede definirse en términos de la desigualdad de posibilidades para acceder a la información, al conocimiento y la educación mediante las nuevas tecnologías (Cabero Almenara, 2014). Martínez López (2020) sostiene que la brecha digital “es la expresión de la desigualdad en el uso y acceso de las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), y como desigualdad es generadora de procesos de exclusión social” (p. 1). En tal

sentido, Pimienta (2007) afirma que es el reflejo de la brecha social en el mundo digital. Se puede hablar de dos tipos de brecha: la ocasionada por problemas de acceso a las TIC y la relativa a los problemas de competencias digitales (Busquets, Calsina y Medina, 2015). Por más que se compense la primera procurando recursos tecnológicos a los estudiantes de sectores más humildes, la segunda es más difícil de compensar pues se trata de una problemática más compleja. Los organismos internacionales como Unesco (2020) y Unicef (2020) indican que además de la brecha digital entre clases sociales, existe una brecha familiar. Por tal motivo los obstáculos no son solo digitales por la carencia de dispositivos electrónicos, sino que las familias con menor educación tienen más dificultades para ayudar a sus estudiantes en las tareas escolares domiciliarias; así se produce un aumento de la segregación educativa en este contexto de cuarentena.

Esta brecha digital puede reproducirse a través del sistema educativo de diversas maneras, ya que tanto los estudiantes como los profesores y las familias, tienen dificultades y limitaciones que impiden que las competencias tecnológicas y el acceso a recursos educativos se den en condiciones igualitarias que permitan disminuir la brecha no solo digital, sino también educativa.

En el caso de Argentina existe un desigual acceso a recursos tecnológicos con conexión a internet según el nivel socioeconómico (NSE) de las familias: los estudiantes de secundaria de bajo NSE con computadora en sus viviendas constituyen el 54,85%, mientras que los de alto NSE son el 99,03%. No obstante, respecto de la tenencia de teléfonos celulares la brecha no es tan marcada, ya que el 91,80% de los estudiantes con bajo NSE cuentan con uno, así como el 98,93% de NSE alto (Cardini, D´Alessandre y Torre, 2020).

Los teléfonos celulares se convirtieron en el medio de comunicación más extendido en el mundo, superando a la prensa escrita, a la televisión y a las computadoras (Díaz Jatuf, 2014). Los celulares son el recurso tecnológico más popular en Argentina, al cual la mayoría de los estudiantes tiene acceso;

para gran parte de ellos es su única conexión educativa. Al usar una conexión a internet su funcionalidad se multiplica, ya que se puede navegar por la web y descargar distintos tipos de aplicaciones que pueden emplearse con fines educativos; las más utilizadas por los docentes son WhatsApp y Classroom (la plataforma de Google). Una investigación sobre la educación argentina en tiempos de pandemia (Narodowski, Volman y Braga, 2020) da cuenta de que WhatsApp es el medio al que más se recurre para la propuesta de tareas; que el 80% de los docentes del total de los establecimientos educativos respondió que las escuelas siempre lo utilizan, y asimismo que el 57,7% apela al envío de archivos PDF o Word para tales efectos. Los autores sostienen que “si pudiésemos definir cómo se construye la escena educativa en la Argentina de la pandemia la respuesta, claramente, es el WhatsApp” (p. 8).

Aquellas escuelas con mayores recursos económicos cuentan con plataformas educativas propias en línea, y sus estudiantes, con conexión a internet. En cuanto a los medios para proponer tareas, el 80,5% de las familias de escuelas privadas utilizan plataformas de videoconferencia o de *streaming* (como Zoom, Meet o Skype) para dar clases sincrónicas, mientras que la proporción desciende al 29,4% en las instituciones estatales, que se inclinan hacia la educación asincrónica. Asimismo, la herramienta más utilizada en las escuelas estatales es el WhatsApp (el 92,2% lo usa siempre o a veces), que se ubica recién en el sexto puesto entre las más empleadas en las escuelas privadas (68,0%), por detrás de las aplicaciones para clases sincrónicas, los archivos PDF o Word y los libros de texto (Narodowski, Volman y Braga, 2020).

Las investigaciones previas sobre la brecha digital en pandemia destacan que las escuelas privadas, que responden a un estudiantado con un NSE más alto, cuentan con mayores recursos tecnológicos para desarrollar las clases a distancia en forma sincrónica y con la utilización plena de internet mediante el uso de computadoras. Mientras que en las escuelas públicas de la periferia, que apuntan a un sector más humilde de la población, los docentes dictan clases asincrónicas y les dejan el material a sus estudiantes en grupos de WhatsApp o en

formato papel.

Bahía Blanca es una ciudad ubicada en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires que cuenta con alrededor de 350000 habitantes. Actualmente, uno de sus problemas sociales más relevantes es la marcada segregación urbana, de forma tal que es posible diferenciar la ciudad por zonas según el uso del espacio, el valor de la tierra, el tipo de edificación predominante y los niveles de calidad de vida (Creebba, 2020). Prieto (2012) sostiene que en la ciudad existe una significativa segregación residencial, donde las carencias respecto a la situación habitacional, la cobertura de infraestructura básica de servicios y otras condiciones socioeconómicas se distribuyen en forma de anillos concéntricos que aumentan progresivamente desde el centro de la ciudad hacia la periferia del tejido urbano. Además, en los barrios ubicados en la periferia pobre de Bahía Blanca se visibilizan situaciones de segregación educativa respecto de los demás sectores de la ciudad (Formichella y Krüger, 2019).

Para diagnosticar la situación de Bahía Blanca respecto del acceso a bienes y servicios de las TIC, se toman datos del Indec (2020). Allí se constata que durante el cuarto trimestre del 2020 los hogares de la ciudad con acceso a internet alcanzaban al 86,5%, mientras que un 13,5% no contaba con dicho recurso. Asimismo, un 63,5% tenía una computadora en sus casas. El acceso a internet está cada vez más extendido en la ciudad con el paso de los años, pero aún se ve condicionado por el poder adquisitivo de la población debido al costo del servicio, sea este mediante una conexión fija o a través de datos móviles. Es por ello que, en este aspecto, la brecha digital resulta evidente y vinculada con las desigualdades económicas de los habitantes (Alderete, Formichella y Krüger, 2020).

## Metodología

El estudio que se presenta es de carácter descriptivo y cualitativo, y pretende investigar los recursos tecnológicos utilizados por los docentes argentinos del nivel secundario, en un contexto de segregación

educativa y su correlativa brecha digital. A tales efectos se entrevistó a docentes y directivos del nivel secundario de la ciudad de Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires. Se tomó una muestra representativa de cada sector social, determinada por las diversas instituciones educativas, seleccionando intencionalmente los sujetos a entrevistar (Maxwell, 1996). Se utilizó un muestreo por cuotas, a fin de tomar a los individuos más “representativos” para los objetivos de la investigación (Martello y Dimarco, 2015). La muestra se estructura a partir de una heterogeneidad socioeducativa que también caracteriza al resto de las ciudades medianas y grandes del país. La selección de establecimientos educativos se realizó según los criterios clásicos para el análisis de la segmentación educativa. Siguiendo la tradición de los estudios del campo de la sociología de la educación, se distinguieron tres segmentos —bajo, medio, alto— de acuerdo a las características socioeconómicas de la población que asiste a las escuelas. Se entrevistó a directivos y personal docente que trabajan en distintos contextos educativos (Pintrich y Schunck, 2006). Las escuelas comprendidas en este trabajo, tanto públicas como privadas, y pertenecientes a diversas modalidades, se encuentran distribuidas a lo largo y ancho de toda la ciudad. La muestra incluyó al personal de distintas instituciones educativas secundarias de Bahía Blanca: colegios preuniversitarios; escuelas de gestión privada tanto laicas como religiosas, sin subvención y con 100% de subvención estatal; y escuelas de gestión pública, ubicadas en el centro, en los barrios contiguos y en la periferia pobre de la ciudad. Se entrevistó a 16 directivos (dos directores y 14 directoras) y 20 docentes (dos preceptoras, seis profesores y 12 profesoras de distintas materias y años del secundario), para abarcar las distintas realidades socioeconómicas comprendidas por dichas variables.

El trabajo de campo se realizó durante el segundo semestre del año 2020, mediante entrevistas por videollamadas a directivos y docentes del nivel secundario de la ciudad, protagonistas de las distintas alternativas de enseñanza desarrolladas durante el año escolar marcado por la pandemia COVID-19. Se elaboró un cuestionario semiestructurado que comprende aspectos relevantes para el presente

estudio (ver en el Anexo 1). La entrevista semiestructurada es una de las técnicas más utilizadas en la metodología cualitativa (Flick, 2004), en ella se desarrolla una conversación entre dos o más personas, partiendo de unas preguntas previamente seleccionadas, con la posibilidad de repreguntar y con respuestas a desarrollar, conservando un esquema en común a los efectos de poder comparar las respuestas y facilitar su análisis.

Se trata de una investigación cualitativa, exploratoria y por etapas. En esta fase se realizan entrevistas a docentes y directivos del nivel secundario, y en un próximo trabajo se indagará a los estudiantes y sus familias, a fin de obtener una visión más completa del efecto de la pandemia sobre la educación, en especial de la utilización de recursos tecnológicos disponibles y su vinculación con la desigualdad educativa.

A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de las declaraciones recogidas en las entrevistas, las cuales se estructuran según los segmentos educativos comprendidos de acuerdo a las características socioeconómicas del alumnado, y se describen las estrategias educativas desarrolladas conforme a los recursos tecnológicos disponibles. El análisis da cuenta de la diversidad de situaciones presentes en las distintas escuelas secundarias de Bahía Blanca durante la pandemia, en un contexto de segregación vigente durante el año escolar 2020.

## Resultados. Las desigualdades educativas durante la pandemia

A partir de las entrevistas realizadas, se organizan las respuestas en torno al sector social comprendido por cada tipo de escuela. Se advierten diferencias en cuanto a la utilización de recursos tecnológicos según el circuito educativo de pertenencia y las posibilidades socioeconómicas de sus estudiantes. De esta manera se reflejan diversas situaciones descritas por el personal directivo y docente entrevistado, dependiendo del sector alcanzado por las clases a distancia.

## Escuelas de elite

Las escuelas secundarias privadas elegidas por las familias con alto NSE son principalmente aquellas no subvencionadas por el Estado y, en menor medida, algunas con escasa subvención, y se encuentran ubicadas en el sector céntrico de la ciudad. Sus estudiantes cuentan con recursos tecnológicos suficientes para desarrollar la educación virtual durante la cuarentena: todos tienen computadoras y acceso a internet en sus casas. Asimismo, las escuelas que responden a esta elite económica poseen recursos digitales propios, como plataformas virtuales exclusivas donde los docentes pueden dejar las clases a sus alumnos, las cuales se combinan con aquellas semanales sincrónicas que dictan los profesores. En tal sentido, un directivo y un docente de escuelas secundarias privadas sin subvención estatal de la ciudad mencionaron lo siguiente:

Nosotros tenemos lo siguiente: Una plataforma de la editorial Santillana, que lo usa todo primaria, primer año, segundo y tercero del secundario. Cuarto, quinto y sexto tiene otra plataforma que es “colegium”, pero después usan el Zoom complementariamente para comunicarse con sus alumnos (Entrevista 1, octubre 2020).

Los docentes de nuestra escuela trabajan con Edmodo, donde cada profesor tiene su aula virtual. Además tenemos grupos de WhatsApp con las familias y hacemos videollamadas semanales por Zoom o Skype con los alumnos para dictar las clases. Aunque algunas familias manifestaron preferencia por recibir tareas y explicaciones docentes por medio del correo electrónico (Entrevista 2, diciembre 2020).

Se destaca una comunicación directa y constante por parte de los profesores de este tipo de escuelas con sus estudiantes; las TIC empleadas se caracterizan por utilizar computadoras con conexión a internet y contar con una plataforma virtual propia. Complementariamente utilizan aplicaciones como Zoom, Skype y Google Meet para dictar las clases en tiempo real y estar conectados con todos los alumnos de la clase al mismo tiempo.

Dentro de esta clasificación de escuelas secundarias cabe agregar a las tradicionales escuelas preuniversitarias<sup>1</sup> dependientes de la Universidad Nacional del Sur (UNS), que si bien son públicas, la conformación de su estudiantado responde a una elite cultural de la ciudad, la cual cuenta con recursos socioeconómicos y culturales mayores que quienes envían a sus hijos al resto de las escuelas públicas provinciales. Un directivo de una escuela secundaria dependiente de la UNS explicó cómo utilizaron los recursos informáticos de la Universidad para el dictado de clases no presenciales:

Lo que hicimos nosotros es habilitar la gente de sistemas de cómputos, a todos los profes que le faltaba página de Moodle se habilitaron para todos los docentes. Los docentes de distintas jurisdicciones usaron Classroom, WhatsApp, mucha gente no sabía usar Moodle. Bueno, los profes querían usar Zoom para ver a los chicos. Pero no se lo permitimos por el derecho a la privacidad de los niños, niñas y adolescentes, así que no se puede. Yo me puse muy exigente con que sea una sola plataforma. Además con Moodle no se gastan datos, no es como Classroom. Eso nos costó un montón de enojos de algunos profesores que no estaban acostumbrados. Yo los entendí, pero bueno igual tuve mucho apoyo de los profes de informática que ayudaron con Moodle (Entrevista 3, agosto 2020).

Estas escuelas preuniversitarias cuentan con la plataforma propia de la Universidad de la cual dependen y la forma de dictar las clases se caracteriza por ser similar a la de dicha institución madre, aunque los entrevistados destacan que no utilizaron videollamadas de los profesores por el derecho de privacidad de los estudiantes. Por tal motivo, los docentes preparan sus clases en forma asincrónica para que se conecten sus alumnos y completen las tareas semanalmente, tal como hacen los profesores universitarios.

## Escuelas de sectores medios

Dentro del grupo de los sectores socioeconómicos medios se encuentran las escuelas secundarias

privadas subvencionadas y las públicas ubicadas en el sector céntrico y en barrios de clase media. La mayor parte de sus estudiantes cuentan con acceso a internet y con computadoras o celulares para realizar las tareas, aunque la accesibilidad no es total ya que es un colectivo socialmente heterogéneo. Las escuelas públicas no poseen plataformas digitales propias, pero los directivos y el cuerpo docente se ponen de acuerdo para usar una plataforma de acceso público común como es Google Classroom y también utilizar WhatsApp como herramienta supletoria. Dos docentes de escuelas públicas céntricas dan cuenta de la utilización de los recursos mencionados:

Durante el aislamiento obligatorio el método que usamos fue el Classroom, directamente el equipo directivo se puso de acuerdo para poner el Classroom. También armé particularmente yo y otras profesoras un grupo de WhatsApp en donde iba avisando a los alumnos cuando tenían actividades, o cuando había cargado deberes, o también muchas veces pasaba que ellos no podían descargar los archivos entonces se los enviaba también por WhatsApp (Entrevista 4, octubre 2020).

En general usamos Google Classroom para dictar las clases *online*, pero algunos estudiantes no tienen una computadora para conectarse y trabajar desde su casa, apenas tienen un celular. Entonces para esos casos les enviamos las tareas por WhatsApp y ellos la presentan por ahí, le sacan una foto a la hoja y se la manda al profesor. A veces se hace difícil de corregir porque la foto no tiene buena definición, en esos casos les pedimos que la manden de nuevo y así podemos corregirle la tarea. Pero aun así hubo muchos casos de chicos que no se conectaron en todo el año (Entrevista 5, noviembre 2020).

Las clases brindadas en las escuelas públicas son asincrónicas; se sube el material educativo a internet —la plataforma Classroom de Google es la más utilizada—, y se envían las tareas por archivos de textos mediante la aplicación WhatsApp. Las clases, generalmente escritas, no exigían una conexión

sincrónica entre los estudiantes y el docente. Un directivo y un docente de escuelas privadas con 100% de subvención estatal indicaron la forma de dictar clases no presenciales en el año 2020:

Con los alumnos estamos trabajando a través de la plataforma Classroom de Google, la cuestión de las aulas virtuales, de llevar el trabajo académico. Y después hemos ido generando distintos espacios de encuentro y compartir que han tenido que ver: por un lado, las clases sincrónicas que los docentes van proponiendo, espacio que no es obligatorio, siempre decimos que es una estrategia de enseñanza más, que el docente puede elegir usar o no. La gran mayoría va optando por algún espacio de encuentro porque sabemos que esto es necesario (Entrevista 6, agosto 2020).

Dimos clases a través del Classroom y utilizamos el Google Meet para las clases sincrónicas de todas las semanas. Creamos un mail de cada curso y ellos tenían su Classroom, ahí les ponía el *link* para que se conecten por videollamada al Google Meet y teníamos la clase. Algunos no se conectaban pero igual entregaban las tareas. Pero como regla yo les dije que prendan las cámaras, así sabemos que están siguiendo la clase y no están haciendo otra cosa. La dirección siempre nos acompañó en todo el proceso y hacen reuniones de Zoom para coordinar la forma de dar las clases y poner las notas (Entrevista 7, diciembre 2020).

En las escuelas privadas con subvención total se complementaba el material de la plataforma *online* con clases sincrónicas semanales, en las cuales los docentes se conectaban al mismo tiempo que sus estudiantes para explicar la clase. Se distinguen de las públicas de clase media por la decisión del cuerpo directivo de que sus docentes dicten clases de tal forma. Generalmente utilizaban aplicaciones como Zoom o Google Meet.

## Escuelas de sectores con bajos recursos

En el caso de las escuelas públicas ubicadas en la periferia pobre de la ciudad (Chávez, 2017), se evidencia la brecha digital en la educación secundaria. Las familias de los estudiantes cuentan con menores recursos económicos y ello se ve reflejado en un peor acceso a las herramientas tecnológicas necesarias para la educación a distancia. En tal sentido, dos docentes de escuelas públicas de la periferia mencionaron cómo WhatsApp se convirtió en el último recurso tecnológico para dictar clases a distancia:

La mayoría usa WhatsApp porque es más fácil de usar y además permite llegar a todos los alumnos. Las escuelas más preparadas usan otro sistema como Google Classroom o los mails. Pero el problema es que no todos tienen una computadora en sus casas, en cambio sí tienen celular y por eso prefieren el WhatsApp. Pero también tiene sus desventajas, te escriben a cualquier hora y tienen tu número personal, los profesores no podemos tener un celular para la escuela y otro para la familia, todos tenemos el mismo y te cuesta despegarte de la escuela, no podés mirar para otro lado (Entrevista 8, noviembre 2020).

En mis clases usamos WhatsApp. Primero yo mandaba un trabajo por escrito, en PDF porque ellos siempre pedían PDF, porque otros archivos no podían abrir. Ellos lo leían y hacían las consultas en la clase siguiente. En el horario de clase, pero no se respetaban los horarios, porque en realidad trabajaba todos los días aunque solo me correspondía dos veces por semana. Si no entendían algo, que me pasó mucho, hacíamos videollamada particular con ese alumno. Con fotos me mandaban las tareas, por correo nada, era o por foto o por un documento con extensión rarísima. Se ve que lo hacían en el celular. Con la foto la abría en la compu con WhatsApp web, lo copiaba y lo abría con Paint para poder ampliarla y verla mejor (Entrevista 9, diciembre 2020).

Las clases se dictaron en forma asincrónica y el recurso más utilizado fue la aplicación WhatsApp para celulares, seguido por las copias en papel de las tareas y el Google Classroom para quienes tenían acceso a esta plataforma. No obstante, hay casos en los que los estudiantes pueden acceder a un teléfono celular, pero es el único de su hogar y deben compartirlo con su familia, lo que limita la posibilidad de usarlo para realizar las actividades escolares. Un directivo de una escuela pública de la periferia mencionó cómo sus profesores debieron adaptarse a la limitación de medios tecnológicos de sus estudiantes:

Hay profes que trabajan con Classroom, pero bueno la realidad es que no todos los chicos tienen acceso al Classroom. Entonces se implementó el mail, después los grupos de WhatsApp, que es lo que más funciona. Lo que más manejan los chicos y los profes son los grupos de WhatsApp. Después vinieron los cuadernillos para aquellos que no tenían conectividad, pero los cuadernillos proponen actividades que no son las mismas que están desarrollando los profesores. Entonces descartamos los cuadernillos y estamos trabajando con una fotocopidora que está a la vuelta de la escuela, entonces los chicos que no tienen conectividad van y buscan las tareas en la fotocopidora (Entrevista 10, agosto 2020).

En este tipo de escuelas se brinda un servicio de comedor y durante la cuarentena por COVID-19 reemplazaron por la entrega de bolsones de comida. Se observó que la cantidad de estudiantes que los recibían fue aumentando conforme se prolongaba el ASPO; estas situaciones proporcionaron la oportunidad para que los directivos y docentes mantuvieran un contacto personal con las familias. Aquellos que no tenían conectividad (ni una computadora, ni un celular para recibir las clases a distancia) podían retirar en ese momento las clases en formato papel. El gobierno distribuyó cuadernillos del programa “Seguimos Educando”, pero no fueron tenidos en cuenta por la mayoría de los profesores, quienes prefirieron entregar fotocopias con el contenido educativo preparado por ellos mismos.

## Reflexiones finales

El sistema educativo argentino está signado por una segregación educativa muy marcada, la cual divide la calidad de la educación impartida en circuitos según los recursos económicos y culturales de los estudiantes que allí concurren. Las desigualdades entre la educación pública y privada son replicadas dentro de dichos sectores, y así se genera una segregación intrasectorial en la cual una escuela pública del centro cuenta con mejores condiciones que la ubicada en la periferia. De esta manera, aquellos con más recursos cuentan con mayores posibilidades educativas. Formichella y Krüger (2013) indican que en Argentina las escuelas de gestión privada obtienen mejores resultados que las públicas porque reciben estudiantes con condiciones más favorables para hacer frente a su trayectoria escolar, un hecho que se evidencia en el contexto analizado ya que las escuelas públicas más pobres no cuentan con la cantidad de recursos tecnológicos que utilizan las privadas.

En la realidad cotidiana se destaca la utilización de los teléfonos celulares como una herramienta educativa útil y complementaria para los estudiantes que no tienen computadoras, en especial porque en la actualidad tienen acceso a internet y

cuentan con aplicaciones similares. No obstante, las computadoras son más prácticas para realizar las tareas escolares.

La desigualdad escolar se replica y se intensifica durante tiempos de pandemia: la educación virtual derivada de la cuarentena fue posible para aquellos que cuentan con los recursos tecnológicos necesarios, y se volvió inalcanzable para otros que carecen de estos medios, lo que profundizó las desigualdades iniciales. La continuidad pedagógica se pudo desarrollar según las características de cada institución educativa, de sus docentes y fundamentalmente de los recursos tecnológicos de las familias de los estudiantes.

Se propone a la tecnología como una herramienta superadora de la falta de presencialidad escolar derivada de la pandemia. Pero en un país como Argentina, con una desigualdad educativa y una brecha digital tan grandes, la educación a distancia termina replicando dicha desigualdad. Se vuelve necesario tomar medidas complementarias tendientes a reducir la brecha digital entre los sectores educativos y así promover una educación a distancia de calidad para todos los estudiantes por igual.

---

## Notas

<sup>1</sup> Las escuelas preuniversitarias tradicionales atienden históricamente a una elite cultural de la ciudad, a diferencia de las Nuevas Escuelas Preuniversitarias (creadas a partir del 2013) como la dependiente de la Universidad Nacional de Quilmes, la cual apunta a la inclusión social de los sectores populares que conforman su estudiantado.

---

## Referencias bibliográficas

- Anderete Schwal, M. (2020). Las desigualdades educativas durante la pandemia en la educación primaria de Argentina. *Revista Andina De Educación*, 4(1), 5-10. DOI: <https://doi:10.32719/26312816.2021.4.1.1>
- Alderete, V.; Formichella, M. y Krüger, N. (2020). Efecto de las TIC sobre los resultados educativos: estudio en barrios vulnerables de Bahía Blanca. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 31(61), 120-144.

- Álvarez, M.; Gardyn, N.; Iardevsky, A. y Rebello, G. (2020). Segregación educativa en tiempos de pandemia: balance de las acciones iniciales durante el aislamiento social por el Covid-19 en Argentina. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 9(3e), 25-43. DOI: <https://doi.org/10.15366/riejs2020.9.3.002>
- Artopoulos, A. (2020). COVID-19: ¿Qué hicieron los países para continuar con la educación a distancia? Buenos Aires: Argentinos por la Educación. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7502927.pdf>
- Bonilla Guachamín, J. A. (2020). Las dos caras de la educación en el COVID-19. *CienciAmérica*, 9(2), 89-98. DOI: <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i2.294>
- Braslavsky, C. (1985). *La discriminación educativa en Argentina*. Buenos Aires: Flacso.
- Busquets, J.; Calsina, M. y Medina, A. (2015). *Ciento cincuenta conceptos de sociología*. España: UOC.
- Cabero Almenara, J. (2014). Reflexiones sobre la brecha digital y la educación: siguiendo el debate. *Inmanescencia*, 4(2), 14-26.
- Cabrera, L.; Pérez, C.N. y Santana, F.(2020). ¿Se incrementa la desigualdad de oportunidades educativas en la enseñanza primaria con el cierre escolar por el coronavirus? *International Journal of Sociology of Education*, 27-52. Special Issue: COVID-19 Crisis and Socioeducative Inequalities and Strategies to Over come them. DOI: <https://doi.org/10.17583/rise.2020.5613>
- Cardini, A.; D'Alessandre, V. y Torre, E. (2020). *Educación en tiempos de pandemia. Respuestas provinciales al COVID-19 en Argentina*. Buenos Aires: Cippec.
- Cervantes, E. y Gutiérrez, P. R. (2020). Resistir la Covid-19. Intersecciones en la educación de Ciudad Juárez, México. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 9(3), 7-23.
- Cepal (2020). *COVID19 tendrá graves efectos sobre la economía mundial e impactará a los países de América Latina y el Caribe*. Comunicado de Prensa. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/comunicados/covid-19-tendra-graves-efectos-la-economia-mundial-impactara-paises-america-latina>
- Chávez, M. (2017). Jóvenes entre el centro y la periferia de la ciudad, del estado y de la academia. *Ciudadanía*, 1 (6). 1-18.
- Creeba (2020). Indicadores de actividad económica 160. Disponible en: <http://www.creebba.org.ar/iae/iae160.pdf>
- Díaz Jatuf, J. (2014). El WhatsApp como herramienta de intervención didáctica para fomentar el aprendizaje cooperativo. Ponencia presentada en X Jornadas de Material Didáctico y Experiencias Innovadoras en Educación Superior, Buenos Aires (Argentina), 5 y 6 de agosto 2014. Recuperado en: <http://eprints.rclis.org/23597/1/WhatsApp.pdf>
- Dussel, I. (2020). La escuela en la pandemia. Reflexiones sobre lo escolar en tiempos dislocados. *Práxis Educativa. Ponta Grossa*, 15, 1-16. DOI: <https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.15.16482.090>
- Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata
- Formichella, M. y Krüger, N. (2020). *Pandemia y brechas educativas: reflexiones desde la Economía de la Educación. La investigación en ciencias sociales en tiempos de la pandemia por Covid-19*. Conicet Digital, 168-186. Recuperado de: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/109085/CONICET\\_Digital\\_Nro.d76a662b-3c25-4170-aca9-ba12c4dd7755\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/109085/CONICET_Digital_Nro.d76a662b-3c25-4170-aca9-ba12c4dd7755_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- García, M. D. (2020). La docencia desde el hogar. Una alternativa necesaria en tiempos del COVID 19. *Polo del Conocimiento: Revista científico-Académica Multidisciplinaria*, 5(4), 304-324. DOI: <https://doi.org/10.23857/pc.v5i4.1386>
- Gasparini, L.; Jaume, D.; Serio, M. y Vázquez E. (2011). La segregación entre escuelas públicas y privadas en Argentina. Reconstruyendo la evidencia. *Desarrollo Económico*, 51(202), 35-57.

- Gewerc, A.; Fraga, F. y Rodés, V. (2017). Niños y adolescentes frente a la Competencia Digital. Entre el teléfono móvil, youtubers y videojuegos. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 89 (31.2), 171-186.
- Indec (2020). Acceso y uso de tecnologías de la información y la comunicación. EPH. Informes Técnicos, 5 (89). Recuperado de: [https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/mautic\\_05\\_213B13B3593A.pdf](https://www.indec.gob.ar/uploads/informesdeprensa/mautic_05_213B13B3593A.pdf)
- Kessler, G. (2002). *La experiencia escolar fragmentada. Estudiantes y docentes en la escuela media en Buenos Aires*. Buenos Aires: IIPE-Unesco.
- Kessler, G. (2011). Exclusión social y desigualdad ¿nociones útiles para pensar la estructura social argentina? Laboratorio. *Revista de Estudios sobre Cambio Estructural y Desigualdad Social*, 24.
- Krüger, N. (2014). Más allá del acceso: segregación social e inequidad en el sistema educativo argentino. *Cuadernos de Economía*, 33(63), 513-542. DOI: <https://dx.doi.org.10.15446/cuad.econ.v33n63.45344>
- Krüger, N. (2019). La segregación por nivel socioeconómico como dimensión de la exclusión educativa: 15 años de evolución en América Latina. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 27(8), 35-67. DOI: <http://dx.doi.org.10.14507/epaa.27.3577>
- Llach, J. (2006). *El desafío de la equidad educativa*. Buenos Aires: Granica.
- Martello, V. y Dimarco, M. (2015). La selección de los casos. Sobre quiénes/qué vamos a relevar la información. En Cuenca, A. y Lozano, S. *La enseñanza de la investigación. Diálogo entre la teoría y el oficio del investigador en Trabajo Social*. La Plata: Edulp.
- Martínez López, O. (2020). Brecha digital educativa. Cuando el territorio es importante. *Sociedad e Infancias*, 4, 267-270. DOI: <https://doi.org.10.5209/soci.69629>
- Maxwell, J. (1996). *Qualitative research design. An Interactive Approach*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Narodowski, M.; Volman, V. y Braga, F. (2020). *Dispositivos y medios de comunicación para mantener el vínculo pedagógico en cuarentena*. Argentinos por la educación. Recuperado de: [https://cms.argentinosporlaeducacion.org/media/reports/Dispositivos\\_y\\_medios\\_de\\_comunicacion\\_ArgxEdu\\_pandemia.pdf](https://cms.argentinosporlaeducacion.org/media/reports/Dispositivos_y_medios_de_comunicacion_ArgxEdu_pandemia.pdf)
- Pintrich, P. y Schunck, D. (2006). *Motivación en contextos educativos: Teoría, investigaciones y aplicaciones*. Madrid: Pearson Educación.
- Pimienta, D. (2007). *Brecha digital, brecha social, brecha paradigmática*. Santo Domingo: Funredes.
- Prieto, M.B. (2012). Segregación socio-residencial en ciudades intermedias. El caso de Bahía Blanca-Argentina. *Breves contribuciones del IEG*, 23, 129-156.
- Ruiz, G. (2020). Marcas de la pandemia: El derecho a la educación afectado. *Revista internacional de educación para la Justicia Social*, 9(3), 45-59. DOI: <https://doi.org.10.15366/riejs2020.9.3.003>
- Sánchez F. (2019). Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos. *Revista Digital Investigación y Docencia*, 13(1), 101-122.
- Sen, A. y Kliksberg, B. (2007). *Primero la gente: Una mirada desde la ética del desarrollo a los principales problemas del mundo globalizado*. Barcelona: Deusto.
- Tiramonti, G. (2004). *La trama de la desigualdad educativa. Mutaciones recientes en la escuela media*. Buenos Aires: Manantial.
- Unesco (2020). *Consecuencias negativas del cierre de las escuelas*. Recuperado de: <https://es.unesco.org/covid19/educationresponse/consecuencias>
- Unicef (2020). *La educación frente al Covid-19. Propuestas para impulsar el derecho a la educación durante la emergencia*. Recuperado de: <https://www.unicef.es/educa/biblioteca/la-educacion-frente-al-covid-19>

Veleda, C. (2014). *Regulación estatal y segregación educativa en la Provincia de Buenos Aires*. Buenos Aires: Cipepec. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/267852828.pdf>

Vivanco, A. (2020). Teleducación en tiempos de COVID-19: brechas de desigualdad. *CienciAmérica*, 9(2), 166-175. DOI: <https://dx.doi.org.10.33210/ca.v9i2.307>

Entrevista 1, octubre 2020. Directivo. Bahía Blanca.

Entrevista 2, diciembre 2020. Docente. Bahía Blanca.

Entrevista 3, agosto 2020. Directivo. Bahía Blanca.

Entrevista 4, octubre 2020. Docente. Bahía Blanca.

Entrevista 5, noviembre 2020. Docente. Bahía Blanca.

Entrevista 6, agosto 2020. Directivo. Bahía Blanca.

Entrevista 7, diciembre 2020. Docente. Bahía Blanca.

Entrevista 8, noviembre 2020. Docente. Bahía Blanca.

Entrevista 9, diciembre 2020. Docente. Bahía Blanca.

Entrevista 10, agosto 2020. Directivo. Bahía Blanca.

---

## ANEXO 1

### **Guía de entrevista semiestructurada para directivos y docentes**

1. ¿Cuáles son las características que diferencian a la escuela respecto de las demás?
2. ¿Cuál es el perfil socioeconómico de los estudiantes que asisten a la escuela? ¿De cuáles sectores provienen?
3. ¿Cómo se mantiene el vínculo de la escuela con los estudiantes y sus familias?
4. Los estudiantes, ¿tienen conexión a internet y dispositivos para continuar las actividades escolares?
5. ¿La escuela realizó un plan de trabajo con los docentes para la continuidad pedagógica en el periodo de pandemia? ¿Se establecieron recursos comunes a todos los docentes para el dictado de clases no presenciales?
6. ¿Cómo continuaron dictando clases los docentes? ¿Cuáles recursos tecnológicos utilizan?
7. ¿Los docentes se encuentran capacitados para responder al contexto con estrategias de enseñanza-aprendizaje virtual? ¿Qué dificultades tuvieron en su aplicación?
8. Hasta el momento, ¿cómo calificarías la experiencia de la enseñanza durante el período de clases no presenciales?

*Yamila Noely Cáceres*

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas;  
Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología,  
Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.

## 2. Política y tecnología. Los satélites de aplicaciones científicas (1985-2000)

### Introducción

En 1960, ante el lanzamiento exitoso del Sputnik I (URSS) y la configuración del espacio ultraterrestre como área estratégica, el Estado argentino impulsó una serie de políticas públicas que permitieron el desarrollo del complejo institucional espacial bajo el dominio de la Fuerza Aérea, la ejecución de proyectos de acceso al espacio, la gestión de puntos orbitales y el diseño de un satélite científico por la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales (CNIÉ).

En 1970, la adopción de los principios liberales derivó en el abandono del modelo de acumulación mercadointernista, el disciplinamiento de la mano de obra y el desplazamiento del poder de los grupos que asociaban la producción industrial con el desarrollo nacional y la autonomía tecnológica. Dicho pensamiento es conocido como *tecnonacionalismo* (Picabea y Thomas, 2015). El carácter dual de las tecnologías espaciales favoreció la continuidad de los proyectos de la CNIÉ entre los militares argentinos que asumieron el poder de facto, pero motivó que los países de la OTAN ejercieran presiones para el abandono de dichos proyectos productivos, puesto que estos eran considerados como alteraciones del orden geopolítico mundial.

En 1991, en un contexto de alejamiento del Estado de las esferas productivas y aumento de las presiones internacionales, el gobierno nacional —mediante el Decreto PEN N.º 995/91— generó

paradójicamente la institucionalización de la política espacial y el diseño y producción local de satélites científicos en una empresa pública.

Las preguntas que motivaron esta investigación fueron las siguientes: ¿cómo y por qué se diseñaron y produjeron los primeros satélites artificiales en Argentina?; ¿qué capacidades tecnológicas existían?; ¿cuáles se generaron en dicho proceso? En función de ellas, el objetivo es analizar la trayectoria sociotécnica de la tecnología satelital en Argentina en el período 1985-2000.<sup>1</sup>

### Apartado teórico-metodológico

Para este artículo se construyó un marco teórico a través de la triangulación de herramientas conceptuales provenientes de diferentes enfoques disciplinarios: economía del aprendizaje, sociología de la tecnología y análisis político a partir de su complementación y revisión crítica orientada a la adecuación al contexto local (Thomas, 1999; Thomas y Buch, 2008; Picabea y Thomas, 2015).

La investigación se inició con la identificación de un problema: ¿cómo una agencia espacial recién creada y una empresa pública dedicada a la actividad nuclear lideraron un proceso de diseño y fabricación local de tecnologías satelitales? Para responder dicho interrogante se requirió, en primer término, considerar el conjunto de políticas formuladas

por diferentes grupos sociales y fracciones de clase, desarrolladas en un marco de tensiones en el interior del Estado (Osziak y O'Donnell, 1995); y, en segundo término, reconstruir la trayectoria de los artefactos satelitales. Ello permitió ordenar de manera diacrónica las relaciones causales entre distintos elementos heterogéneos participantes en secuencias temporales. Una *trayectoria sociotécnica* es un proceso de coconstrucción de productos, procesos productivos y organizaciones, instituciones, relaciones usuario-productor, relaciones problema-solución, procesos de construcción de “funcionamiento” de una tecnología, racionalidades, políticas y estrategias de un actor —firma, institución de I+D, universidades, etc.— (Thomas, 1999).

A lo largo de la trayectoria, se identificaron distintas fases, que se corresponden con la sucesión de diversas dinámicas sociotécnicas en torno a diferentes arreglos institucionales en el área espacial: la CNIE y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (Conae), así como tecnológicos. Una *dinámica sociotécnica* es un conjunto de patrones que organizan la interacción de tecnologías, instituciones, políticas, racionalidades y formas de constitución ideológica de los actores. Este concepto sistémico sincrónico permitió insertar en un mapa de interacciones una forma determinada de cambio sociotécnico (Thomas y Buch, 2008).

El mapeo de interacciones en cada una de las fases posibilitó construir alianzas sociotécnicas. Estas constituyen procesos de construcción de coaliciones de elementos heterogéneos implicados en el proceso de construcción de funcionamiento o no funcionamiento de una tecnología (Maclaime Pont y Thomas, 2009; Picabea y Thomas, 2015). Dichos procesos autoorganizados, aunque pasibles de planificación, permiten resaltar aspectos políticos y estratégicos de las relaciones sociotécnicas y posibilitan incorporar a los artefactos en las dinámicas y trayectorias, en las relaciones problema-solución, y en la materialidad de los procesos de construcción de funcionamiento. Desde la perspectiva de la sociología constructivista, el *funcionamiento* o *no funcionamiento* de un artefacto (Pinch y Bijker, 1987; Bijker, 1995) no es algo intrínseco a sus características, sino que es una contingencia que se construye

social, tecnológica y culturalmente, a partir de procesos de adecuación de respuestas y soluciones tecnológicas a situaciones sociotécnicas históricamente situadas (Thomas, 2008). En los procesos de construcción de funcionamiento o no funcionamiento se analizaron los movimientos de alineamiento y coordinación de artefactos, regulaciones, conocimientos, instituciones, actores sociales, recursos económicos, condiciones ambientales y materiales que viabilizaron o impidieron la adecuación sociotécnica y la asignación de sentido de los satélites científicos diseñados y producidos localmente.

En la reconstrucción de la trayectoria se consideró el estilo sociotécnico, una forma relativamente estabilizada de producir tecnología y de construir su “funcionamiento” y “utilidad”. Esta herramienta heurística permite realizar descripciones en el marco de la concepción constructivista de las trayectorias y dinámicas sociotécnicas. En el artículo se identificó un estilo sociotécnico asociado a la producción endógena de tecnologías.

Hacia el interior de la trayectoria y el estilo sociotécnico identificado se analizaron las capacidades tecnológicas que permitieron la puesta en órbita de los primeros satélites nacionales. Se entiende por capacidades tecnológicas las habilidades, inversiones y conocimiento que realiza una firma para adquirir, usar, adaptar y crear tecnología (Katz, 1978; Lall, 1992; Gutti, 2008). Según los autores, estas pueden clasificarse en capacidades de absorción (Cohen y Levinthal, 1990) —habilidades de las empresas para reconocer conocimientos nuevos y externos, asimilarlos y luego aplicarlos—; de inversión (Lall, 1992) —habilidades que permiten identificar y obtener las tecnologías necesarias para diseñar, construir y equipar una nueva instalación o nuevo proyecto—; capacidades de producción (Lall, 1992) —habilidades que contemplan el control de calidad, la operación y mantenimiento, la adaptación y mejora de una tecnología comprada, la investigación, el diseño y la innovación de tecnologías propias—; y capacidades de vinculación (Lall, 1992) —habilidades para intercambiar información, tecnologías y conocimientos entre empresas, proveedores, consultores, subcontratistas, usuarios, entre otros—. El desarrollo de estas capacidades involucra

distintos procesos de aprendizaje para la generación de conocimiento explícito y tácito.

Se adoptó una metodología cualitativa basada en el análisis documental (legislación, proyectos, notas periodísticas e informes sectoriales) y la realización de entrevistas semiestructuradas a actores involucrados en dicho proceso.

## El complejo científico-tecnológico espacial

En 1958 el gobierno nacional creó la Escuela de Astronáutica mediante el Decreto PEN N.º 11.145/58, un proyecto liderado por la Fuerza Aérea Argentina. El objetivo de la Escuela era fomentar investigaciones que posibilitaran la navegación en el espacio. Este hecho fue trascendente pues representó la primera intervención del Estado en la materia, y constituyó el antecedente inmediato de la primera agencia espacial de América Latina. En simultáneo, distintas instituciones del complejo científico-tecnológico argentino comenzaron a delinear una política específica en materia espacial (De León, 2018).

En 1960, el gobierno nacional creó la CNIE mediante el Decreto PEN N.º 1164/60. Este organismo, dependiente de la Secretaría de Aeronáutica, tenía como función propiciar investigaciones espaciales en el país con apoyo extranjero mediante convenios de colaboración, intercambio de técnicos, becas de capacitación y realización de cursos en el exterior (Decreto PEN N.º 1164/60, Art. 2). Para promover y coordinar los estudios locales de la ciencia y la tecnología espacial, la ex-Escuela de Astronáutica, rebautizada como Instituto Nacional de Astronáutica, quedó bajo la órbita de la CNIE (Decreto PEN N.º 1164/60, Art. 6).

Bajo la dirección del ingeniero Teófilo Tabanera, la CNIE estableció convenios con instituciones nacionales para el desarrollo de investigaciones sobre estructuras, motores cohete, sistemas de propulsión, mecánica de fluidos, inyectores, técnicas de telemetría, aerodinámica, electrónica, entre

otros. Estas investigaciones permitieron a los ingenieros acumular conocimientos teórico-prácticos y capacidades tecnológicas para encarar el diseño y la producción local de vectores de lanzamiento y satélites de investigación.

### *La producción local como estilo sociotécnico de la CNIE*

Tanto el gobierno nacional como los funcionarios de la CNIE, alineados con las ideas que asociaban el desarrollo nacional con la producción industrial, promovían el diseño y la fabricación de vectores de lanzamiento en el país, determinando así un estilo sociotécnico endógeno (Picabea y Cáceres, en prensa). En 1961, con el auspicio de la CNIE se reestructuró el Instituto Aerotécnico de Córdoba creado en 1943, y se creó el Instituto de Investigaciones Aeronáuticas y Espaciales (IIAE) como entidad ejecutora de los proyectos tecnológicos locales. Si bien los primeros vectores de lanzamiento no superaron la fase de prototipo, posibilitaron aprendizajes a partir de la interacción entre el personal local y los especialistas europeos y norteamericanos; la incorporación de equipos y componentes importados en las dependencias de la CNIE; y la participación de los equipos argentinos en proyectos internacionales (De León, 2018). La visibilización internacional de la CNIE favoreció un acercamiento con personal de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA). En dicho escenario, algunos militares aeronáuticos empezaron a pensar en la puesta en órbita de un satélite artificial con tecnología local.

La producción de lanzadores locales demandó a la CNIE inversión en I+D, apoyo industrial, y el desarrollo de infraestructura terrestre. En 1964, la Fuerza Aérea creó el Centro de Experimentación y Lanzamiento de proyectiles Autopropulsados Atlántico, ubicado en la localidad de Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires. Si bien este emplazamiento cercano al océano Atlántico dificultaba la recuperación de cohetes, favorecía la puesta en órbita de satélites, actividad que el país no dominaba pero que aspiraba a desarrollar (De León, 2017).

En 1969, el comodoro e ingeniero Tasso presentó a la CNIE un informe que tenía como objetivo la

puesta en órbita de satélites locales a partir de la sustitución progresiva de tecnología extranjera. La fase inicial del proyecto comprendía la utilización de instalaciones y tecnología extranjera tanto para el desarrollo del satélite como para la base de lanzamiento y el vehículo lanzador. A partir de la experiencia acumulada se proponía la puesta en órbita de un satélite propio por un vector de lanzamiento local desde una base de lanzamiento argentina. La estrategia explícita en el informe era la adquisición paulatina de conocimientos y capacidades por parte de los ingenieros locales y el involucramiento del Estado nacional en los proyectos espaciales para el desarrollo de un sistema espacial de producción endógena (De León, 2017).

### El proyecto SAC-1

El proyecto de producción de un satélite artificial con fines astronómicos comenzó de manera informal entre un grupo de científicos argentinos que trabajaban en el Centro Espacial Goddard de la NASA. En 1982, Mario Acuña, un ingeniero cordobés dedicado a la exploración espacial desde hacía más de una década en los EE.UU., le propuso al astrónomo platense Marcos Machado hacer un satélite. Machado, quien por ese entonces trabajaba en la *Solar Maximum Mission* de la NASA, aceptó la idea, puesto que la fabricación nacional de un satélite era una aspiración que poseía de niño (Bär, 2018, 23 de septiembre). Al año siguiente, regresó a la Argentina para trabajar en la CNIE y organizó el Grupo de Física Solar del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE). Allí comenzaron los trabajos preliminares del satélite argentino con la participación de Horacio Ghielmetti, luego director del IAFE, la doctora Ana María Hernández, el ingeniero Daniel Caruso, el físico Mario Gulich y la astrofísica Marta Rovira (Sierra, 1989).

La *expertise* científico-tecnológica acumulada por el equipo argentino posibilitó que sus miembros definieran los requerimientos de misión del satélite, los objetivos de la misma y los componentes de la carga útil. Con el objetivo de analizar el espectro solar, el equipo técnico estableció que la carga útil comprendiera: espectrómetro de rayos gamma de resolución intermedia; detector de neutrones solares

rápidos de baja resolución; detector de rayos x duros con resolución temporal y monitor de partículas cargadas para medir el flujo de las partículas atrapadas en los anillos de radiación de la Tierra (Sierra, 1989).

Mario Acuña, que conocía el trabajo que estaban llevando adelante los ingenieros argentinos, propuso la presentación del proyecto argentino SAC-1 en un concurso internacional organizado por la agencia espacial norteamericana. Aunque el SAC-1 no fue seleccionado, la participación en el llamado afianzó los vínculos de colaboración entre la CNIE, el IAFE y la NASA (Giménez de Castro, 2017, 19 de enero).

En 1987, una delegación de la NASA visitó Buenos Aires con el fin de reunirse con personal de la CNIE. En esta reunión se decidió que la NASA proveería el cohete portador y los servicios de lanzamiento, mientras que la CNIE se ocuparía de construir la plataforma satelital. La estrategia detrás de esta decisión era generar nuevos conocimientos en los equipos locales que pudiesen ser reaplicados en otros proyectos satelitales (Sierra, 1989).

La CNIE y el IAFE carecían de los recursos para comenzar la fabricación de la plataforma satelital; por ello resolvieron visitar, junto a ingenieros de la NASA, las instalaciones de Invap S.E. en Bariloche (Bär, 2017, 10 de febrero). Invap S.E. es una empresa del Estado que inició sus actividades en 1976, dedicada al diseño y fabricación de sistemas complejos de alta tecnología. En sus inicios estuvo estrechamente vinculada a la CNEA, por lo que sus actividades se centraban en la producción de reactores nucleares (Versino, 2006). Basándose en los conocimientos acumulados en la gestión de proyectos complejos, Conrado Varotto —gerente general de Invap S. E.— ofreció al equipo de la CNIE hacerse cargo de la fabricación del satélite. Sin embargo, los técnicos de la NASA dudaban de las capacidades de la empresa, particularmente debido a la inadecuación de las instalaciones para ejecutar la fabricación y ensamble del artefacto. Ante ello, Varotto propuso la construcción de una sala limpia, apropiada para construir, ensamblar e integrar el satélite, en los terrenos que la empresa poseía en Villa Golf, Barilo-

che. Los costos de construcción corrieron por cuenta de la empresa, puesto que ni la CNIE, ni el IAFE contaban con presupuesto para ello (Bär, 2017, 10 de febrero).

Mientras Invap S.E. iniciaba la construcción de la sala limpia, los ingenieros norteamericanos revisaron la planificación técnica del SAC-1 y elaboraron dos propuestas de misión con nuevos requerimientos. La primera propuesta tenía un objetivo similar a la ideada por el IAFE, pero con un equipamiento más complejo que implicaba un salto tecnológico para los ingenieros argentinos encargados del diseño y construcción de la plataforma satelital. La segunda ampliaba el objetivo de la misión al análisis de la dinámica de los plasmas de altas temperaturas producidos durante el proceso de erupción solar. Para ello se requerían distintos componentes de carga útil respecto a la propuesta original, pero no se introducían variaciones en cuanto a las condiciones estructurales del satélite (Ghielmetti, 1987). El análisis de la misión y los conocimientos que circulaban entre los ingenieros locales determinaron el diseño de un satélite científico de objetivos múltiples.

Los funcionarios del gobierno nacional, el personal del IAFE y de la CNIE, compartían el pensamiento de que el país necesitaba desarrollar tecnologías en áreas estratégicas. El gobierno de Raúl Alfonsín representó una ruptura en términos políticos con el último gobierno dictatorial, manifiesta en los Juicios a las Juntas. Sin embargo, mantuvo cierta continuidad en materia espacial, actividad que estaba bajo dominio de la Fuerza Aérea. El Estado nacional, mediante la Resolución N.º 388/86, declaró de interés nacional el desarrollo del vehículo lanzador *Cóndor*, en contraposición a lo que establecía el Tratado de Tlatelolco (1967) y el Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares (1968) de alcance internacional (Blinder, 2018).

## La creación de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales

En 1989, en un escenario dominado por la crisis

económica y la hiperinflación, Carlos Menem asumió la presidencia de la Nación tras el retiro anticipado de Raúl Alfonsín. Si bien existían presiones diplomáticas para el desmantelamiento del Proyecto Cóndor, el nuevo gobierno nacional se había mostrado favorable a la continuidad del mismo, que se desarrollaba en Falda del Carmen. Sin embargo, ante las detenciones de técnicos que estuvieron vinculados al proyecto, acusados de traficar armas ilegales a Medio Oriente; la negativa de Gran Bretaña a que Argentina desarrolle un cohete señalado como misil de alcance a las Islas Malvinas; las sospechas del Departamento de Estado norteamericano sobre transferencia tecnológica entre Argentina y países no alineados como Irak o Libia; y la presión del ministro de Economía, el Poder Ejecutivo decretó el inicio de una política de alineación con los EE.UU. en paralelo al abandono de la producción local de tecnologías estratégicas.

En 1991, Menem firmó el Decreto PEN N.º 995/91 que establecía: 1) la creación de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (Conae), una agencia espacial civil (Art. 1); 2) la disolución de la CNIE y el traspaso de todos sus activos y obligaciones a la Conae (Art. 8); y 3) la desactivación, desmantelamiento, reconversión e inutilización de todos los componentes del Proyecto Cóndor para su cancelación irreversible (Art. 8).

Las funciones de la nueva Comisión consistían en favorecer la investigación espacial, la capacitación del personal ingenieril, la transferencia de tecnología espacial hacia entidades públicas o privadas nacionales y la coordinación de todas las actividades del Sistema Espacial Nacional (Art. 3). Implícitamente, el objetivo era la deconstrucción de la imagen de “país poco confiable” que la diplomacia norteamericana había construido de la Argentina por el dominio de tecnologías duales. Como agencia espacial de carácter civil, Conae fue la mejor opción que encontró el gobierno nacional para continuar con los emprendimientos espaciales locales, sin que ellos comprometieran las relaciones diplomáticas con los EE.UU. (Blinder, 2018).

Con el Decreto PEN N.º 995/91, el Poder Ejecutivo determinó simultáneamente la resignificación y

destrucción de capacidades científico-tecnológicas espaciales y la institucionalización de la política espacial en la Argentina. Conae se convirtió en la institución espacial referente en Argentina mediante el desarrollo del Plan Nacional Satelital y el establecimiento de alianzas estratégicas con agencias espaciales internacionales. Ello posibilitó la materialización de los satélites de aplicaciones científicas (SAC).

### Los primeros satélites construidos por una empresa pública

En 1991, el Poder Ejecutivo firmó un acuerdo de cooperación espacial con los EE.UU., con el objetivo de establecer proyectos conjuntos de exploración de la Tierra y el espacio con fines pacíficos. El primer proyecto ejecutado fue el SAC-B, cuyos requerimientos se asentaron sobre los definidos por la CNIE y la NASA para el SAC-1 (Rahn, 1991). Si bien técnicamente la Conae continuó con el proyecto satelital de la CNIE, el carácter civil de la agencia generó controversias con las Fuerzas Armadas en general, y con la Fuerza Aérea en particular (Domínguez, entrevista, abril, 2019). Los oficiales de la Fuerza Aérea postulaban que el espacio ultraterrestre era una continuidad del espacio aéreo, por lo que el mismo era jurisdicción de su incumbencia. Estos litigios y la organización de la Conae demoraron la ejecución del proyecto SAC-B, el cual tenía previsto el lanzamiento para abril de 1994 (Varotto, 1994).

Sobre la base del análisis de los requerimientos de la Comisión, Invap S.E. fue responsable del diseño conceptual de la plataforma satelital, el montaje y la integración de los subsistemas y componentes de la carga útil. Para ello, los ingenieros de las distintas áreas contaron con el asesoramiento de personal experimentado de la NASA y de la Agencia Espacial Italiana (ASI) (Varotto, 1994). Tras la fabricación del modelo de vuelo se sometió al artefacto a distintos ensayos ambientales que simulaban las condiciones de lanzamiento y estadía en el espacio ultraterrestre. Debido a que en Argentina no existían las condiciones edilicias y técnicas para tales pruebas, el modelo de vuelo fue trasladado al Laboratorio de Ensayos del Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) en Brasil.

La puesta en órbita del SAC-B mediante el lanzador *Pegasus XL* fue fallida, debido a que este no eyectó los satélites al espacio exterior.<sup>2</sup> Si bien el SAC-B no pudo desplegar los paneles, la carga de las baterías permitió enviar comandos al satélite y recibir datos de telemetría, lo cual fue esencial para descubrir la causa de la falla de la misión y la certificación al equipo de ingenieros de Invap S.E. por NASA para el emprendimiento conjunto de otras misiones (Tognetti, entrevista, abril, 2019).

En 1998 fue puesto en órbita el segundo satélite de producción nacional, el SAC-A. La NASA participó en la especificación de requerimientos, en la provisión de componentes, en el cronograma de trabajo y en el servicio de lanzamiento. Entre los

**Cuadro N.º 1. Satélites de aplicaciones científicas de producción nacional**

Satélites	Misión satelital	Altura orbital	Vida útil	Masa del satélite	Lanzador
SAC-B (1996)	Astronómica	550 km	--	191 kg (50 Kg carga útil)	Pegasus
SAC-A (1998)	Validación tecnológica	410 km	10 meses	68 kg	Space Shuttle
SAC-C (2000)	Observación terrestre	705 km	12 años 9 meses	485 kg	Delta II

Fuente: elaboración propia con base en datos de Conae (s/f)

requisitos de la misión, la Conae y la NASA definieron que el satélite orbitaría a 389 km de la Tierra y que el vehículo lanzador sería el Transbordador Espacial *Endeavour*. Estos requerimientos fueron analizados por Invap S.E. para la fabricación de los modelos de prueba y el posterior modelo de vuelo, así como para el montaje e integración de los distintos subsistemas. Invap S.E. estuvo sometida a múltiples presiones. Por un lado, como reconocimiento a Conae por la misión fallida del SAC-B, la NASA facilitó un lugar de lanzamiento en el *Endeavour*, lo cual exigía un cronograma de trabajo de solo 11 meses. Por otro lado, el *Johnson Space Flight Center* desarrollaba un riguroso control de seguridad puesto que el Transbordador es un vehículo tripulado (Tognetti, entrevista, abril, 2019).

El satélite tenía como misión ensayar y calificar sistemas ópticos, de energía, guiado y control y navegación desarrollados localmente para su aplicación en misiones posteriores. Conae y otras instituciones del sector académico-universitario nacional fueron responsables de la provisión de distintos componentes de la carga útil.

El Departamento de Energía Solar de la CNEA desarrolló dos pequeños paneles solares y sensores de posición para estudiar su comportamiento en el ambiente espacial (Godfrin, Martínez Bogado, Tamasi y Durán, 1999). El *know how* desarrollado a partir de la fabricación de los sensores fotovoltaicos permitió no solo calificar componentes para el posicionamiento de un satélite en el espacio, sino para su aplicación terrestre. Entre los aprendizajes prácticos se destacan la soldadura de los interconectores y de los cables e interconectores a los colectores, el pegado del vidrio protector, de los cables, los colectores y sensores a la base de aluminio, la cobertura de la soldadura y el ensayo de tracción de los cables (Bogado, Tamasi, Bolzi y Raggio, 2015).

Una vez construidos, los sensores fueron sometidos a un ensayo de vibraciones en el Centro Atómico Constituyentes, de termovaciación y radiación en el Departamento de Energía Solar. El primer ensayo sometió las soldaduras de las celdas a pruebas mecánicas para la obtención de valores de resistencia. Dichos valores fueron comparados con

datos de referencia otorgados por *Emcore Photovoltaics*, uno de los fabricantes de celdas solares reconocidos internacionalmente. El segundo ensayo sometió a los instrumentos a variaciones térmicas entre -100°C y 100°C y el tercero permitió simular las condiciones de degradación por radiación existentes en el espacio (Bogado y otros, 2015).

La experiencia acumulada permitió desarrollar paneles y sensores solares locales adecuados a los requerimientos de las distintas misiones satelitales de Conae. Si bien existían en el mercado sensores solares de diseño estabilizado, los de fabricación nacional resultaban adecuados por su adaptabilidad a los requisitos de la misión en tamaño y corriente, su arquitectura circular pegada a una base de aluminio que permitía ampliar el campo de visual de manera simétrica, así como el peso reducido que habilitaba su utilización en pequeños o nanosatélites. También su bajo costo posibilitaba su uso en aplicaciones terrestres.

Durante la vida útil del SAC-A, los técnicos de la CNEA analizaron cada una de las celdas fotovoltaicas, las cuales presentaron un funcionamiento adecuado según las estimaciones teóricas realizadas. Esos procesos permitieron validar los conocimientos teóricos, los artefactos y el *software* desarrollado para el seguimiento y análisis de cada uno de los sensores.

En paralelo a la construcción del SAC-A, Conae e Invap S.E. desarrollaron el SAC-C en cooperación con la NASA, e instituciones de Francia, Dinamarca, Brasil e Italia. El objetivo de la misión era la observación de la Tierra en conjunto con los satélites *Landsat 7*, *EO-1* y *Terra*, una constelación internacional que tiene como finalidad compartir información para el seguimiento de posibles desastres naturales y antropogénicos (Caselles y Rivas, 2001). La estación terrena de Córdoba y la de Falda del Carmen —resignificada luego de su traspaso a Conae— se ocuparon de la recepción, procesamiento, archivo y distribución de los datos enviados por el SAC-C. Para ello, se hicieron desarrollos de *hardware* y *software* que ampliaron los conocimientos disponibles sobre las maniobras de control (De Dicco, 2007).

Cuadro N.º 2. Carga útil de las misiones SAC

Satélites	Componentes / Agencia	
SAC-B (1996)	Espectrómetro de rayos X duros	CONAE (Argentina)
	Experimento de rayos X Goddard	NASA(EE.UU.)
	Detector de rayos X del fondo difuso	NASA(EE.UU.)
	Espectrómetro de átomos neutros de alta energía	ASI (Italia)
SAC-A (1998)	Sistema GPS diferencial	CONAE (Argentina)
	Cámara pancromática de teleobservación	CONAE (Argentina)
	Magnetómetro	CONAE (Argentina)
	Paneles Solares	CNEA (Argentina)
	Sistema de comunicaciones, transmisión y procesamiento de datos	UNLP (Argentina) IAR (Argentina)
SAC-C (2000)	Cámara multiespectral de resolución media	CONAE (Argentina)
	Cámara pancromática de alta resolución	CONAE (Argentina)
	Cámara de alta sensibilidad	CONAE (Argentina)
	Sistema de recolección de datos	CONAE (Argentina)
	Experimento de navegación y actitud	ASI (Italia)
	Instrumento experimental de navegación	ASI (Italia)
	Receptor GPS de posicionamiento global	NASA(EE.UU.)
	Instrumento de medición del campo geomagnético	NASA(EE.UU.) DSRI (Dinamarca)
	Instrumento para determinar el efecto de alta energía en componentes electrónicos	CNES (Francia)

Fuente: elaboración propia con base en datos de Conae (s/f)

La carga útil del satélite estaba constituida por cuatro cámaras de teleobservación de fabricación nacional y cinco instrumentos científicos provistos por agencias espaciales internacionales. A diferencia de las misiones satelitales previas, la carga útil del SAC-C era más compleja por la cantidad de instrumentos integrados y por el mayor grado de productos locales (ver Cuadro N.º2). El equipo de ingenieros de Invap S.E. había acumulado experiencia producto de la fabricación, ensamble e integración de componentes en los proyectos SAC-B y SAC-A. Esas capacidades favorecieron la integración mecánica de una mayor cantidad de instrumentos a la arquitectura del satélite.

En función de los estándares de confiabilidad de la plataforma construida, los responsables de la misión tomaron dos decisiones sociotécnicas. En primer lugar, resolvieron comprar materiales y componentes calificados y estabilizados en el mercado satelital, debido al alto costo y tiempo que insumía su desarrollo local. La participación del sector privado internacional, además de validar y calificar la misión, materializó los conocimientos adquiridos por los actores locales involucrados en torno a sus propias capacidades y limitaciones, así como al funcionamiento del mercado de fabricación satelital. En segundo lugar, para garantizar la confiabilidad de la plataforma, el equipo responsable decidió que las unidades funcionales principales del satélite fuesen redundadas (Tognetti, entrevista, abril, 2019). Conae desarrolló capacidades a partir de la gestión del proyecto, la coordinación de pares internacionales y proveedores privados extranjeros y nacionales, estos últimos con reducida experiencia en el sector espacial.

Un problema sociotécnico persistente desde la primera misión era la dificultad de ensayar localmente los artefactos. Ante la falta de una solución que no fuera la dependencia de centros extranjeros, los ingenieros de Invap S.E. decidieron trasladar el satélite a Brasil. Allí los ingenieros argentinos participaron de manera activa en los ensayos con el consiguiente desarrollo de aprendizajes.

Según las estimaciones, la vida útil del SAC-C era de cuatro años. Sin embargo, la misma fue

superior a doce años (ver cuadro N.º1). Los errores de cálculo respecto a la degradación de los equipos y el agotamiento de los componentes del subsistema de potencia hicieron posible que el satélite esté operativo y triplicara las expectativas. La extensa vida útil del artefacto, además de aportar información sobre la Tierra, materializó las capacidades de diseño y construcción de los profesionales involucrados en su desarrollo.

### *Producción de conocimientos y generación de capacidades en Invap S.E.*

A partir del diseño y producción de reactores nucleares, Invap S.E. dominó distintas capacidades de ingeniería de producto y proceso (Katz, 1978), tales como el diseño, la fabricación y el testeado de las placas de circuitos integrados; los análisis y la tecnología utilizada en la medición de las cargas sobre una estructura y diversas tareas mecánicas —el desarrollo de materiales compuestos, procesos de soldado específicos, control de corrosión, entre otros—. Asimismo, la empresa desarrolló capacidades en la gestión de proyectos complejos (Gaussman, entrevista, octubre, 2019). Si bien estas capacidades se desplegaron en el área nuclear, su carácter genérico permitió que se constituyesen en la base del diseño y producción de artefactos en el sector espacial (Seijo y Cantero, 2012). La estructura matricial de la empresa, organizada por áreas de negocios —nuclear, espacial, industrial, equipamiento médico y nuevos negocios— con una forma de trabajo por proyectos, atravesadas por distintos sectores de servicios —calidad, recursos humanos, administración y finanzas, abastecimiento y sistemas— favoreció la circulación interna de estos conocimientos (Versino, 2006).

Durante la década de 1990, Invap S.E. acumuló nuevas capacidades de producción mediante el diseño, fabricación e integración de tres satélites con fines científicos y de observación de la Tierra operados por Conae. Para tales proyectos, la empresa diseñó y construyó múltiples productos y procesos (Tisot, entrevista, octubre de 2019; Gaussman, entrevista, octubre de 2019; Jauffman, entrevista, octubre de 2019).

Para el diseño y producción de las estructuras, instrumentos y componentes de los satélites SAC, Invap S.E. adecuó sus instalaciones, como también proyectó, construyó y equipó nuevos laboratorios, lo cual dio cuenta de la existencia en la empresa de capacidades de inversión (Lall, 1992). Por otro lado, a partir del trabajo de campo en las instalaciones también se identificaron capacidades de vinculación (Lall, 1992) dentro del área satelital.

*Para nosotros fue una ayuda muy importante la gente de NASA. En esa época no estaba lo del 11 de septiembre y las restricciones, entonces la gente de NASA fue muy abierta a transferirnos conceptos. Si bien ellos no tomaban responsabilidades, nos fueron transfiriendo experiencia o dónde buscar... así que nos poníamos a investigar (Jauffman, entrevista, octubre de 2019; resaltado de la autora).*

*Nos mandaron personal que ya no estaba dentro de los proyectos activos de ese momento, pero que conocían todo. Hoy sería imposible, con todas las regulaciones, tener alguien que esté contando en primera persona detalles de cómo hicieron las cosas y por qué. Los diseños los hicimos nosotros, pero el tiempo que nos acortaron, por el hecho de transmitirnos sus experiencias fue el que nos permitió llegar al diseño en tan poco tiempo (Tisot, entrevista, octubre de 2019; resaltado de la autora).*

La participación de personal de la NASA fue clave en la cadena de valor de los proyectos SAC de la Conae, ya que colaboró activamente en la definición de los requerimientos técnicos, del objetivo de las misiones, el acceso a documentación específica y la provisión de instrumentos y servicios tales como el lanzamiento. También aportaron en la circulación de habilidades, el asesoramiento técnico y bibliográfico y la reducción de los tiempos de diseño. Por otro lado, los centros dependientes de la NASA constituyeron espacios de formación para la mano de obra ingenieril y técnica local.

Si bien la empresa no tiene una política explícita de formación de la mano de obra mediante conve-

nios con universidades u otros centros educativo-tecnológicos, los funcionarios de Invap S.E. apoyaron y promovieron la realización de cursos en el exterior, la participación en eventos científico-tecnológicos, así como la realización de tales eventos en sus instalaciones.

*Italia participó en la misión SAC-C, aportó los paneles solares, puso un par de instrumentos (...) Ahí fue muy rica la interacción porque los italianos tuvieron problemas, y tuvimos nosotros que participar y solucionar los problemas. Problemas técnicos y de distinto tipo. El problema del cronograma. No llegaban con los tiempos, entonces nosotros le mandamos gente para ayudarlos a terminar los paneles a tiempo (Tisot, entrevista, octubre de 2019; resaltado de la autora).*

Tradicionalmente, la circulación de conocimientos entre países con distinto dominio sobre el desarrollo de tecnologías con alto valor agregado se piensa de forma unidireccional, desde los países que dominan los principales eslabones de las cadenas de valor hacia aquellos que mantienen condiciones periféricas. Sin embargo, en el caso objeto de este estudio, la circulación de conocimientos fue bidireccional.

Esta dinámica virtuosa basada en las interacciones bidireccionales, establecidas con instituciones de I+D y proveedores nacionales e internacionales, fue retroalimentada por las interacciones internas. “Fuimos deduciendo los requerimientos a partir de las cosas que nos iban pidiendo los distintos subsistemas. La cuestión fue interactiva” (Tisot, entrevista, octubre de 2019). Si bien cada grupo de trabajo era responsable del diseño y producción de los componentes o subsistemas a su cargo, la toma de decisiones no era aislada, sino que estaba determinada por la dinámica de interacciones entre los actores.

La interacción entre los distintos grupos fue muy fluida. Todos estábamos muy cerca, todos sabíamos lo que hacía el otro. Cuando había un problema, nos juntábamos entre varios, el mecánico, el eléctrico y decíamos “che ¿Acá cómo hacemos? Hagamos tal cosa”. Eso lo

resolvíamos mediante la interacción. (...) *Todos los lunes había una reunión donde todos los subsistemas estábamos alrededor de la misma mesa, y cada uno sabía lo que le pasaba al otro y le ayudábamos a resolver* (Tisot, entrevista, octubre de 2019; el resaltado de la autora).

Fue clave para el desarrollo exitoso del proyecto la interacción entre el jefe de proyecto (responsable de los objetivos del proyecto en sus distintas fases), el jefe de calidad o aseguramiento de producto (responsable de gestionar, dirigir, planificar y supervisar las actividades de cada grupo de trabajo en cada fase del proyecto) y los responsables de cada uno de los subsistemas de la plataforma satelital —estructura; control de actitud; control térmico; propulsión; potencia; telemetría y comando; y administración de datos—. De manera informal, entre los distintos grupos de trabajo del área espacial se generó una sinergia que permitía la acumulación de conocimientos, la toma de decisiones y la resolución de problemas para la materialización de los SAC.

Los proyectos SAC plantearon distintos problemas sociotécnicos a la empresa Invap S.E. en cuanto a organización, estructura, electrónica, materiales, ensayos, entre otros. Si bien las interacciones formales e informales y la participación en espacios de formación constituyeron vías de aprendizaje, la producción de conocimientos no se limitó a ello. El aprendizaje por la práctica y la resolución de problemas constituyeron dos dinámicas de aprendizajes claves en Invap S.E. Los problemas, las anomalías y situaciones de contingencia surgidas en cada fase del proceso productivo de los satélites fueron un núcleo de aprendizaje y experiencia no solo para el personal de la empresa sino para todos los actores involucrados, locales y extranjeros.

### *Grupos sociales relevantes y alianza sociotécnica para la producción local de satélites de órbita baja*

El primer grupo social relevante identificado es el del gobierno nacional. Su objetivo era alinear su política interna, incluso la política científico-tecnológica e

industrial, a los intereses norteamericanos. Si bien no compartía el pensamiento tecnonacionalista, el impulso de políticas públicas espaciales para el fortalecimiento de las relaciones diplomáticas con EE.UU. materializó proyectos satelitales de antaño. En el proceso de alineamiento con la política de EE.UU., el gobierno nacional generó —paradójicamente— las condiciones para el desarrollo y destrucción de capacidades espaciales locales.

El segundo grupo social está conformado por militares aeronáuticos. Estos compartían ideas tecnonacionalistas, por lo que su objetivo era desarrollar tecnologías espaciales en el ámbito local.

El tercer grupo identificado es el de la Conae, cuyos funcionarios estaban interesados en el desarrollo endógeno de capacidades espaciales de índole teórica y práctica.

El cuarto grupo está conformado por Invap S.E., cuyos funcionarios estaban interesados en ampliar la cartera de clientes mediante la exportación de tecnología nuclear y el desarrollo de nuevos negocios. La incursión en el área satelital respondió al convencimiento interno de la empresa acerca de sus capacidades para el desarrollo de proyectos complejos. En el interior de este grupo estaban los ingenieros y técnicos responsables de la fabricación e integración de los artefactos, que negociaban significaciones con los funcionarios.

El quinto grupo es el de las agencias espaciales extranjeras interesadas en los proyectos satelitales argentinos. Estas agencias participaron directamente en el diseño y ejecución de las distintas misiones mediante el aporte de financiamiento, la circulación de tecnología y conocimientos.

El sexto grupo identificado está constituido por empresas extranjeras con prolongada experiencia en el mercado de fabricación satelital. El interés de estas era ampliar su cartera de clientes en un mercado de características reducidas.

El séptimo y último grupo social está integrado por instituciones del complejo científico-tecnológico argentino, interesadas en el desarrollo de proyectos

científico-tecnológicos en general. Este grupo carecía de experiencia en cuestiones espaciales.

En 1960 existían diversos actores sociales interesados en el desarrollo de investigaciones y actividades espaciales nucleados en la CNIE. En 1980, un grupo conformado por militares y especialistas en el espacio cuestionó, por un lado, el rol desempeñado por la CNIE, puesto que consideraban que el espacio era de interés de todo el país y no solo de la Fuerza Aérea —que había realizado múltiples desarrollos endógenos en coherencia y propulsores, pero no había logrado materializar los proyectos satelitales— y, por otro lado, la falta de una política espacial. En dicho contexto, aumentaron las presiones internacionales sobre el gobierno nacional para la cancelación del Proyecto Cóndor, visualizado como un arma de destrucción masiva.

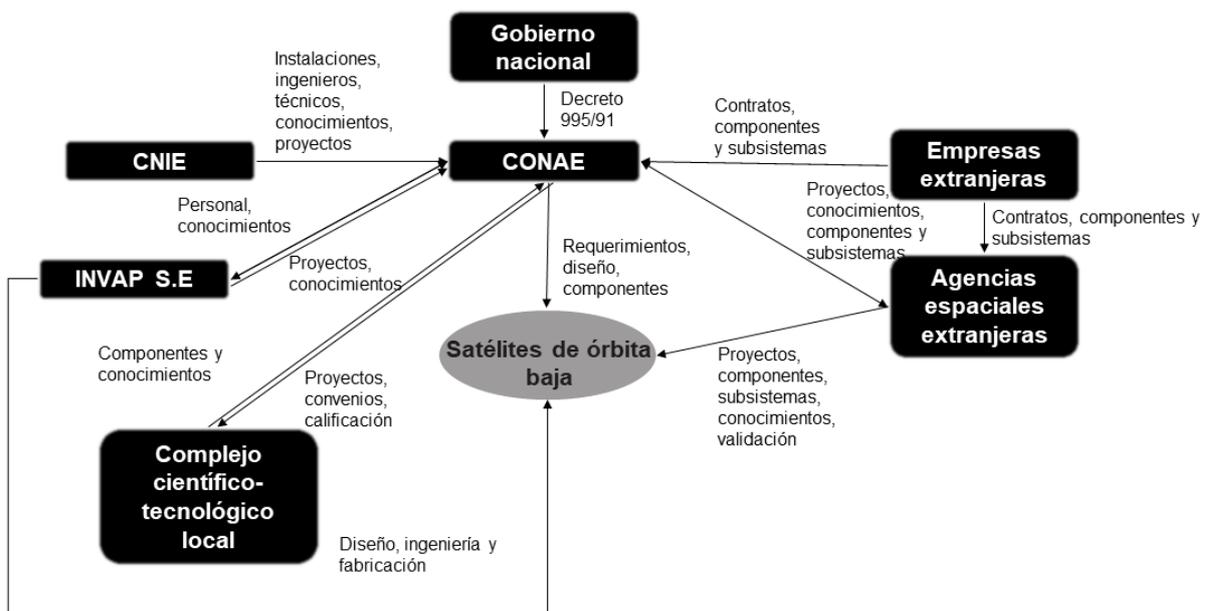
El gobierno nacional quería deconstruir la imagen de Argentina como país no confiable para las potencias extranjeras, y por ello decidió promover una política espacial alineada a sus intereses diplomáticos. Mediante el Decreto PEN N.º 995/91 creó una agencia espacial de carácter civil, la Conae, y desmanteló la CNIE y sus proyectos de coherencia.

En dicho proceso, Conae logró articular todas las instalaciones productivas, ingenieros, técnicos, conocimientos, capacidades y proyectos de la CNIE, y las capacidades científico-tecnológicas y de gestión de Conrado Varotto. Ello la posicionó como un actor con capacidad para alinear y coordinar los intereses de otros actores sociales (ver gráfico N.º1).

La primera estrategia de Conae fue afianzar los vínculos con la NASA mediante la definición conjunta de misiones satelitales. Ello posibilitó que entre ambas agencias circulase capital, componentes, subsistemas y conocimientos que calificaron los satélites de observación terrestre producidos en el ámbito local. La certificación de los productos y procesos generó el alineamiento de otras agencias espaciales, como la ASI y el Centro Nacional de Estudios Espaciales (CNES) de Francia.

La segunda estrategia de Conae fue afianzar los vínculos con Invap S.E. mediante la designación de Varotto como director de la Agencia. Ello permitió que esta última materializara los proyectos tecnoproductivos y que Invap S.E. incursionara en el sector satelital.

**Gráfico N.º 1. Alianza sociotécnica de la producción local de satélites de órbita baja**



Fuente: elaboración propia

La tercera estrategia desarrollada por Conae fue el establecimiento de convenios con organismos del complejo científico-tecnológico local. Si bien la política económica del gobierno nacional no promovía el desarrollo de la ciencia y la tecnología, y la política sectorial era desalentadora, diversos institutos y universidades nacionales fueron incorporados a la alianza. Éstos desarrollaron instrumentos, *software* y componentes que fueron probados en órbita, con la consecuente generación de capacidades.

Debido a la ausencia en el mercado argentino de proveedores con calidad y experiencia en la fabricación de instrumentos espaciales, Conae decidió comprar algunos componentes y subsistemas a empresas extranjeras, las cuales fortalecieron la alianza, ya que eran el único actor privado con amplias capacidades acumuladas en la materia.

En suma, a excepción de los ingenieros y técnicos vinculados al Proyecto Cóndor, los cuales fueron retirados o trasladados a tareas que no comprometerían las relaciones diplomáticas del gobierno argentino con su par norteamericano, Conae logró alinear y coordinar a los otros actores en torno a la producción local de satélites de observación terrestre.

## Conclusiones

En las primeras décadas del siglo xx se registró en el seno de la Fuerza Aérea Argentina un pensamiento que promovía la producción nacional de tecnologías estratégicas. Si bien dicho pensamiento rebasó la esfera militar, los desarrollos locales de aviones, automóviles, embarcaciones, reactores nucleares, vectores y satélites artificiales estuvieron próximos en sus orígenes al accionar de las Fuerzas Armadas. Setenta años después de los primeros discursos tecnonacionalistas, la Argentina desarrolló con recursos locales los primeros satélites de observación terrestre. El análisis de las capacidades tecnológicas generadas en el área espacial permite observar que, si bien el proceso de producción de conocimientos es acumulativo, no tiene carácter lineal.

Las políticas públicas ejercen influencia en las dinámicas de acumulación y desacumulación de capacidades tecnológicas y conocimientos, principalmente en aquellas áreas cuyo desarrollo requiere la promoción directa del Estado. Dicho proceso puede ser explícito o implícito. El gobierno nacional, mediante la sanción de una política pública —la creación de Conae y la aprobación del Plan Espacial “Argentina en el espacio 1995-2006”— ejerció una influencia contradictoria en las curvas de aprendizaje del sector espacial. Por un lado, llevó al cierre de la planta industrial de Falda del Carmen. Este hecho derivó en la pérdida de múltiples capacidades tecnológicas, no solo por la destrucción física de maquinarias y componentes, sino por la persecución y el hostigamiento hacia el personal especializado. Por otro lado, si bien el programa económico del gobierno nacional favorecía la importación tecnológica, los acuerdos de cooperación establecidos con la NASA y otras agencias espaciales favorecieron el diseño y producción local de satélites.

La experiencia analizada visibiliza que las trayectorias institucionales, si bien condicionan la dirección del cambio tecnológico, no constituyen un factor determinante, puesto que la acción de elementos externos, como una política pública, puede acelerar, estacionar o interrumpir el mismo.

Si bien este artículo dio cuenta de la creación y acumulación de capacidades en Invap S.E. y otras instituciones del sector científico-tecnológico argentino, también puede visualizarse la destrucción simultánea de capacidades tecnológicas mediante la discontinuación de proyectos tecnoproductivos, ya sea por su significación como elementos de alteración del orden geopolítico —el Proyecto Cóndor— o inadecuados respecto a la política económica implementada desde inicios de la década de 1990. En función de ello, podría afirmarse que las políticas públicas que favorecieron el diseño y la fabricación local de satélites científicos fueron más el reflejo del alineamiento de la política exterior argentina con la posición norteamericana sobre el discurso de no proliferación de armas de destrucción masiva, que una política de impulso industrial.

## Notas

<sup>1</sup> Este trabajo se realizó en el marco del PICT 2017-3176 “Tecnologías conocimiento-intensivas en Argentina. Análisis sociotécnico de experiencias locales de investigación y desarrollo: el caso INVAP-ARSAT para la explotación de la órbita geoestacionaria y las bandas de frecuencia (2004-2017)”; Programa del IESCT-UNQ y beca Conicet. Agradezco especialmente a mis directores, Facundo Picabea y Andrés Rodríguez, así como a mis compañeros de equipo.

<sup>2</sup> Junto al SAC-B estaba el satélite norteamericano HETE-1.

---

## Referencias bibliográficas

- Bär, N. (2017, 10 de febrero). Satélites científicos: un programa que ya cumplió 30 años y se plantea más logros. *La Nación*. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/satelites-cientificos-un-programa-que-ya-cumplio-30-anos-y-se-plantea-mas-logros-nid1983363>
- Bär, N. (2018, 23 de septiembre). Murió el astrónomo Marcos Machado, uno de los pioneros de la actividad satelital. *La Nación*. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/murio-astronomo-marcos-machado-uno-pioneros-actividad-nid2174927>
- Bijker, W. (1995). *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs. Toward a Theory of Sociotechnical Change*. Cambridge.MIT Press
- Blinder, D. (2018). Política espacial argentina: rupturas y continuidades (1989-2012). En Lugones, M.; Aguiar, D. (comp.). *Políticas de ciencia, tecnología e innovación en la Argentina de la posdictadura* (pp. 105-126). Río Negro, Argentina: UNRN.
- Bogado, M.; Tamasi, M.; Bolzi, C. y Raggio, D. (2015). Desarrollo de sensores solares en Argentina para aplicaciones terrestres y espaciales. *Revista Brasileira de Energía Solar*; VI(1), 57-67.
- Caselles, V. y Rivas, R. (2001). El SAC-C: Primer Satélite Argentino de Observación de la Tierra. *Revista de Teledetección*; 15, 1-2.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Special Issue: Technology, Organizations and Innovation*; 35(1), 128-152.
- CONAE (s/f). Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/conae/misiones-espaciales/misiones-cumplidas> (2 de marzo de 2018)
- Decreto PEN n.º 11.145/58. Creación de la Escuela de Astronáutica. Boletín Aeronáutico Público. Secretaría de Aeronáutica. Buenos Aires, 11 de diciembre de 1958.
- Decreto PEN n.º 1164/60. Créase la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación. Buenos Aires, Argentina, 28 de enero de 1960.
- Decreto PEN n.º 995/91. Créase la Comisión Nacional de Actividades Espaciales. INFOLEG. Ministerio de Economía de la Nación. Buenos Aires, Argentina, 3 de junio de 1991.
- De Dicco, R. (2007). Satélites Argentinos serie SAC. *Ciencia y Energía*; 1-28.
- De León, P. (2017). *El Proyecto del Misil Cóndor. Su origen, desarrollo y cancelación*. Carapachay: Lenguaje Claro.
- De León, P. (2018). *Historia de la Actividad Espacial en Argentina*. Carapachay: Lenguaje Claro.

- Domínguez, N. (abril, 2019). Entrevista personal al teniente e ingeniero Néstor Domínguez.
- Gaussman, R. (octubre, 2019). Entrevista personal al licenciado Ricardo Gaussman, manager de la División Aseguramiento de Producto de INVAP S.E.
- Ghielmetti, H. (1987). Los científicos de la NASA interesados en un proyecto argentino. *Astrofísica* II(5).
- Giménez de Castro, G. (2017, 19 de enero). Historia de la ciencia y la tecnología. [Publicación de blog] Recuperado de: <http://historia-ciencia-tecnologia.blogspot.com/2017/01/una-historia-de-los-satelites.html#more>
- Godfrin, E.; Martínez Bogado, M.; Tamasi, M. y Durán, J. (1999). *Primera experiencia de celdas solares argentinas en el espacio. Análisis preliminar de los resultados*. Buenos Aires: Grupo de Energía Solar, Dpto. de Física. CAC. CNEA.
- Gutti, P., (2008). *Características del proceso de absorción tecnológica de las empresas con baja inversión en I+D: un análisis de la industria manufacturera argentina*. Tesis de maestría. Universidad Nacional de General Sarmiento. Los Polvorines.
- Jauffman, H. (octubre de 2019). Entrevista personal al ingeniero mecánico Hugo Jauffman, delInvap S.E.
- Katz, J. (1978). Cambio tecnológico, desarrollo económico y las relaciones intra y extra regionales de la América Latina. Monografía de trabajo N.º30. Programa BID-CEPAL sobre Investigación en Temas de Ciencia y Tecnología.
- Lall, S. (1992). Technological Capabilities and Industrialization. *World Development*; 20(2), 165-186.
- Maclaine Pont, P. y Thomas, H. (2009). How wine functions: the socio-technical alliance of Mendocino quality wine. En *4S Congress, Theories and Methods in Latin American STS*. Washington D.C., EE.UU.
- Oszlack, O. y O'Donnell, G. (1995). Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia de investigación. *REDES*; 2(4), 99-128.
- Picabea, F. y Cáceres, Y. (en prensa). De Nahuelsat a ARSAT: análisis de la producción de satélites de telecomunicaciones en Argentina. En D. Aguiar y M. Lugones (Eds.). *Políticas y desarrollo de tecnologías intensivas en conocimiento en la Argentina (1983-2015)*. San Carlos de Bariloche: UNRN.
- Picabea, F. y Thomas, H. (2015). *Autonomía tecnológica y Desarrollo Nacional. Historia del diseño y producción del Rastrojero y la moto Puma*. Buenos Aires: Cara o Ceca.
- Pinch, T. y Bijker, W. (1987). La construcción social de hechos y de artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente. En Thomas, H. y Buch, A. (Comp.) (2008). *Actos, actores y artefactos*. Bernal: Editorial UNQ.
- Rahn, D. (1991). Release 91-126 US and Argentina Sing Space Cooperation Agreements. Headquarters, Washington DC, EE.UU.
- Seijo, G. y Cantero, H. (2012). ¿Cómo hacer un satélite espacial a partir de un reactor nuclear? Elogio de las tecnologías de investigación en INVAP. *REDES*, 18(35), 13-44.
- Sierra, C. (1989). Planificación de la definición técnica de una espacionave. *Revista de la Escuela Superior de Guerra Aérea*, 160/161.
- Tisot, C. (octubre de 2019). Entrevista personal al ingeniero Christian Tisot, ingeniero de Sistema en Invap S.E.
- Thomas, H. (2008). Estructuras cerradas versus procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico. En Thomas, H. y Buch, A. (Comp.) (2008). *Actos, actores y artefactos*. Bernal: Editorial UNQ.
- Thomas, H. (1999). *Dinâmicas de inovação na Argentina (1970-1995). Abertura comercial, crise sistêmica e rearticulação*. Tesis de doctorado, Departamento de Política Científica e Tecnológica –UNICAMP, Campinas.
- Thomas, H. y Buch, A. (Comp.) (2008). *Actos, actores y artefactos*. Bernal: Editorial UNQ.

- Tognetti, E. (abril de 2019). Entrevista personal al ingeniero Pablo Tognetti. Presidente de Arsat s.a.
- Varotto, C. (1994). Welcome Addresses. *Second Eurc-Latin American Space Days*, Proceedings of the conference held CONAE. Buenos Aires, Argentina: Norman Longdon. European Spacial Agency. Recuperado de: <http://adsbit.harvard.edu/full/1994ESASP.363....3V/0000003.000.html>
- Versino, M. (2006). *Análise sócio-técnica de processos de produção de tecnologias intensivas em conhecimento em países subdesenvolvidos. A trajetória de uma empresa nuclear e espacial Argentina (197C-2005)*. Tesis de doctorado. Universidad de Campinas, Campinas.

# 3. El caso de la crotoxina en Argentina desde el esquema conceptual de los estudios sobre la experticia y la experiencia

*Emilio Fonseca Matera*

Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.

## Introducción

Históricamente, las controversias científicas han suscitado el interés del campo de los estudios sociales de la ciencia debido a la posibilidad de vislumbrar a través de su estudio la formación de consensos científicos, el rol de los científicos y los no científicos, y la incidencia de factores sociales en la producción de conocimiento, entre otros aspectos. Las controversias presentan estas propiedades porque a la luz de la mirada de los estudios sociales de la ciencia, los conflictos escapan de la imagen estructurada y lineal de las corrientes más tradicionales, que las entienden como algo irracional o como un error que parte de la aplicación incorrecta del método científico. Por otro lado, en los últimos años se ha hecho cada vez más frecuente la aparición de controversias o conflictos que se extienden más allá del ámbito científico. Pellegrini (2019) destaca que, en la ciencia, aquellas se discuten dentro de las sendas propias del ámbito científico: congresos, revistas especializadas, lugares en los que los científicos argumentan e intercambian sus ideas sobre un tema específico. Pero cuando una controversia sobre un tema científico se traslada a la esfera pública, las características del conflicto cambian. La heterogeneidad del espacio social provee un escenario de mayor complejidad: la intervención de una gama más amplia y diversa de actores sociales que se involucran en la polémica se distingue del espacio exclusivo de la comunidad científica, y también difieren los medios por donde son debatidas las

ideas y opiniones al respecto. La problemática se inscribe en la tensión irresuelta entre la experticia y la democracia, en el debate contemporáneo sobre la ciencia y la ciudadanía (Collins & Evans, 2007, p. 4). La tensión se reafirma cada vez que un debate sobre un tema científico se traslada al ámbito público. Allí, expertos y otros grupos forman parte de discusiones en las que los enfrentamientos y las posiciones contrapuestas suelen hacer su aparición con frecuencia, particularmente en temas que por distintas razones generan una fuerte atracción en la sociedad. Collins y Evans (2002) sintetizan la tensión entre expertos y otros grupos como los problemas de legitimidad y de extensión. El primero de ellos refiere a la importancia de la ciencia y la tecnología en las sociedades modernas y a los problemas que presenta la introducción de soluciones científico-tecnológicas en distintas áreas de la vida social.<sup>1</sup> Frente a esta situación, la respuesta correspondiente implicaría la ampliación (“extensión”) de la gama de actores en los debates y toma de decisiones sobre aspectos que involucran cambios científico-tecnológicos en la sociedad. Pero esta ampliación desencadena el problema de extensión, un problema práctico y filosófico: ¿cómo y bajo qué parámetros podemos determinar y limitar la participación en la toma de decisiones que involucran aspectos científico-tecnológicos de forma que las fronteras entre el conocimiento experto y el conocimiento lego no desaparezcan?

El presente trabajo se enmarca en la discusión

acerca del problema de extensión referido por Collins y Evans, y, partiendo de su propuesta analítica denominada *Studies of Expertise and Experience* (SEE), aborda sucintamente el caso de la crotoxina como posible cura contra el cáncer, una controversia pública acontecida en Argentina durante la década de 1980. En su propuesta analítica, Collins y Evans (2007) desarrollan “The Periodic Table of Expertises” en la que describen y definen una serie de categorías de la experticia. Sobre la base de fuentes primarias y secundarias y el análisis de periódicos y programas televisivos de la época, se reconstruye el caso de la crotoxina y se utilizan aquellas categorías desarrolladas por los autores mencionados para analizar la experticia de algunos de los actores influyentes en el conflicto. La elección del caso se sustenta a partir de una de sus características principales: el conflicto se inicia en el momento de su aparición en la esfera pública. En este sentido, algunos autores han remarcado, en su reconstrucción del caso, la incidencia de la presión social (ya sea a través de una política contenciosa o por la influencia de actores particulares a raíz de sus cargos jerárquicos o lugares de poder) en la toma de decisiones de nivel gubernamental (Braun, 1989; De Ípola, 2002; Barrios Medina y Dellacha, 2007).

## El caso de la crotoxina

### Historia del caso

La crotoxina es el componente neurotóxico del veneno de la serpiente de cascabel sudamericana (*Crotalus durissus terrificus*). Fue aislada y cristalizada por primera vez en 1938 por los bioquímicos Karl Heinrich Slotta y Heinz Fraenkel-Conrat, y es reconocida por su actividad enzimática y su citotoxicidad (daña células del organismo). Si bien desde la década del 30 el veneno de diferentes crotálicos, junto al de otras familias y subfamilias de serpientes, había sido estudiado por sus posibles efectos antitumorales (Essex & Priestley, 1931; Calmette, Sáenz & Costil, 1933; Monaeleser & Taguet, 1933; Braganca, Badrinath & Ambrose, 1965; Cotte, Essenfeld-Yahr & Lairat, 1972; entre otros), lo cierto es que las investigaciones sobre posibles nuevos tratamientos

en la terapéutica del cáncer no proliferaron demasiado por el camino del estudio de los venenos de serpiente de cascabel, o de la crotoxina en particular.

La controversia en torno a la crotoxina en Argentina data de mediados de la década de los 80 y se extendió hasta fines de la década de 1990. El conflicto estalló públicamente en julio de 1986, cuando un grupo de médicos integrado por Luis Costa, Guillermo Hernández Plata y Carlos Coni Molina (este último, médico con especialización en oncología) se presentó en el programa televisivo de humor político llamado *La Noticia Rebelde* y anunció el descubrimiento de un compuesto basado en una proteína ofídica (conocida como crotoxina) con extraordinarias propiedades anticancerígenas (Barrios Medina y Dellacha, 2007, pp. 34-35). En su exposición, acontecida el 9 de julio de 1986, los tres médicos manifestaron estar llevando a cabo una investigación clínica con el compuesto basado en la crotoxina y declararon que estaban tratando pacientes oncológicos con resultados muy positivos gracias a la “droga”, cuyo descubrimiento atribuían a un investigador argentino llamado Juan Carlos Vidal, perteneciente al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) (Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 34). La sustancia era denominada *complejo crotoxina A y B*. El grupo de médicos afirmó haber tomado un camino distinto al de la publicación de su investigación en revistas especializadas, con el objetivo de “preservar el patrimonio nacional del descubrimiento” (“Descubren en el país una droga contra el cáncer”, 1986, 9 de julio). Es que uno de los problemas planteados en su exposición televisiva giraba en torno a una disputa por el patentamiento del descubrimiento frente a las “enormes presiones de laboratorios” que los médicos remarcaban haber sufrido (Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 35). Pero la presentación en medios de comunicación tenía un objetivo más importante: protestar contra la denegación del Instituto de Neurobiología (Idneu) de continuar suministrando el compuesto como lo había hecho hasta ese momento (De Ípola, 2002, p. 374). El director del Instituto, doctor Juan H. Tramezzani, había ordenado suspender la entrega de crotoxina que se hacía a un laboratorio ubicado en el Idneu, a principios de julio

de 1986. Posteriormente, en un comunicado, Tramezzani afirmó que algunos meses antes del estallido del caso, se había comprobado que el estudio llevado a cabo por el doctor Vidal y los médicos Hernández Plata, Costa y Coni Molina se realizaba sin autorización de Salud Pública y sin la presentación de evidencias que demostraran el efecto terapéutico de las sustancias administradas (“Hubo fraude y ocultamiento en la preparación de la droga”, 1986, 28 de julio). Pero el conflicto ya había cobrado notoriedad. El anuncio de un tratamiento antitumoral de gran eficacia, el desconocimiento general de la comunidad científica y de las autoridades gubernamentales, y la denuncia de presiones en torno al patentamiento del hallazgo, conformarían, en un primer momento, los aspectos destacados del conflicto.

Luego de que el asunto tomara estado público, el Ministerio de Salud y Acción Social (MSyAS) a cargo del médico Conrado Hugo Storani, puso en marcha su investigación. En esta primera etapa, el Ministerio explicitó su desconocimiento sobre la investigación llevada a cabo con crotoxina y brindó una breve información acerca de los procesos legales para la autorización de una investigación farmacológica en el nivel clínico. Finalmente, el organismo conducido por Storani comunicó la citación de los médicos Costa, Coni Molina y Hernández Plata para solicitar su testimonio y recabar más información sobre el tema. Al día siguiente del comunicado, los tres médicos se presentaron en el Ministerio de Salud y Acción Social, entregaron una copia de una monografía denominada *Complejo crotoxina A y B en el tratamiento del cáncer* y solicitaron al ministro Storani la continuación de los ensayos clínicos desarrollados hasta ese momento. Ante ello, el ministro conformó una comisión con el objetivo de estudiar la monografía entregada por los tres facultativos y brindar un veredicto sobre la validez de la información contenida en ella, y sobre la posibilidad de continuar la investigación clínica. Fuera del ámbito institucional, el conflicto continuó proliferando. La crotoxina había captado la atención de los medios de comunicación y de la opinión pública. Pocos días después de la exposición de los médicos en *La Noticia Rebelde*, la primera de una serie de manifestaciones en defensa de la crotoxina se produjo en

Plaza de Mayo frente a la Casa de Gobierno (De Ípola, 2002, p. 393). El conflicto había suscitado el interés de distintos actores. Diputados, senadores, agrupaciones sociales y hasta la principal central obrera del país se pronunciaron sobre el caso. Entre tanto, pacientes de los tres médicos y sus familiares crearon la Comisión *Crotoxina Esperanza de Vida*, que pugnaba por el suministro de crotoxina para enfermos oncológicos (Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 88). Los vastos testimonios, expuestos en medios de comunicación, de integrantes de las manifestaciones multitudinarias y de la Comisión *Crotoxina Esperanza de Vida*, parecían tornarse en la evidencia necesaria para demostrar la utilidad y la eficacia de la sustancia. Inapelablemente, la crotoxina se había erigido como una luz de esperanza, habida cuenta de sus efectos en la calidad de vida, según estos testimonios (Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 89).

En este contexto de efervescencia, el MSyAS debía tomar una decisión. A pesar de que el primer informe de su comisión evaluadora había rechazado el petitorio de los tres médicos para continuar los ensayos clínicos, el Ministerio resolvió autorizar el uso del compuesto a los pacientes que habían recibido aplicaciones con anterioridad (Braun, 1989, p. 72). El ministro Storani señaló que la decisión de autorizar la administración del complejo a estos pacientes era de carácter político y social, para lo cual invocaba razones exclusivamente “humanitarias” (“Autorizan el suministro de la droga para 80 pacientes”, 1986, 15 de julio). Luego de tomar aquella medida, el Ministerio constituyó una nueva comisión, formada por 12 oncólogos, destinada a evaluar y examinar, junto a los médicos Costa, Coni Molina y Hernández Plata, los aspectos clínicos del tratamiento en los pacientes que habían sido autorizados a continuarlo (Yriart & Braginski, 1998, p. 117). Para resolver la producción de crotoxina, el MSyAS solicitó ayuda al Conicet. El Consejo designó a una comisión encargada de producir el complejo con la garantía de replicar la composición elaborada en el Idneu. El Conicet tenía una fuerte vinculación con el caso ya que, de acuerdo con lo manifestado por los médicos, el doctor Vidal, que pertenecía a la institución, había tenido un rol importante en la investigación, y era señalado como el “descubridor

de la crotoxina”; a esto se sumaba que la entrega de la sustancia se realizaba en el Instituto de Neurobiología, ligado al Conicet. A partir del estallido del caso, Carlos Abeledo, —presidente del Conicet por aquel entonces— contactó a Vidal, quien se encontraba en una residencia de investigación en Chicago, EE. UU. Desde allí, el investigador había rechazado, en una entrevista periodística con *La Nación*, cualquier vínculo con la situación que se había generado en Argentina (“No tengo la culpa de la situación que se ha creado”, 1986). Instado por Abeledo, Vidal prometió regresar a Argentina para dar su visión de los hechos.

A su llegada, el doctor Vidal brindó testimonio en el marco de la investigación por un recurso de amparo presentado por una enferma oncológica que pugnaba por recibir el tratamiento con el complejo crotoxina A y B, a la par de las personas autorizadas por el Ministerio de Salud y Acción Social. Vidal prestó declaración durante varias horas y llegó a brindar un veredicto determinante sobre los beneficios y efectos del complejo crotoxina: “yo en ningún momento dije que esto cure” (Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 69). El investigador continuó rechazando su implicancia en el conflicto y en la repercusión pública que este había generado pero declaró haber comenzado a estudiar la crotoxina sin autorización desde 1979 y haberla suministrado a personas con distintos tipos de patologías (“Un recurso de amparo para que se autorice la aplicación de crotoxina”, 1986, 22 de julio). Al día siguiente de su declaración, el Conicet emitió un comunicado con la anuencia de Vidal en el que se hacían públicas algunas de sus declaraciones. Pero la sintonía con el organismo desapareció rápidamente. En los días siguientes, Vidal adoptó una postura crítica contra algunas autoridades del Conicet y especialmente contra su director, Carlos Abeledo. El Consejo había dado cuenta de una serie de falsedades e inconsistencias en la monografía elaborada por Vidal y los tres médicos (Braun, 1989, p. 71). Denunciando un destrato por parte del Conicet, Vidal renunció a su cargo en el organismo y volvió a Estados Unidos (“Duras críticas al Conicet y a la comisión de oncólogos”, 1986, 2 de septiembre).

Los estudios de las comisiones del Conicet y

del Ministerio continuaron durante los siguientes meses, pero el conflicto no se paralizó. El caso había llegado hasta el Congreso. Representantes gubernamentales y de la Comisión *Crotoxina Esperanza de Vida* fueron citados por una subcomisión del Congreso, en la que pacientes, enfermos y sus familiares denunciaron la opinión “sesgada” de los investigadores del Conicet y del MSyAS, añadiendo que costaba mucho “volcar los paradigmas de la ciencia” (Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 89). En medio de aquella atmósfera de desconfianza proyectada sobre el trabajo y las consideraciones de los especialistas, la comisión de oncólogos del Ministerio, encargada de la evaluación del tratamiento con el complejo crotoxina A y B en los pacientes autorizados, suministró un informe final<sup>2</sup> demoledor. Los oncólogos afirmaban que el complejo carecía de toda acción anticancerosa comprobable clínicamente (Brailovsky, 1986). Al día siguiente, el ministro Storani prohibió la producción, el suministro y la prescripción de crotoxina a través de la resolución N.º 47 (“Fue prohibido el uso de crotoxina”, 1986, 14 de octubre). En consonancia con el informe de la comisión de oncólogos del MSyAS, el Conicet inició una querrela contra Vidal, Tramezzani, Costa, Coni Molina, Hernández Plata por delitos contra la salud pública, entre otros (Barrios Medina y Dellacha, 1986, p. 77).

La controversia en torno a la crotoxina continuará desarrollándose durante la década de 1990 en Argentina. Pero para los fines de esta investigación, se decidió tener en cuenta la primera parte de la historia del caso, ya que a principios de 1987 el conflicto tendió a estabilizarse con el dictamen del Ministerio de Salud y el fallo de la Corte Suprema, hasta que nuevamente volvió a aparecer en la escena pública en 1989.

## Experticia en actores claves

A continuación se analiza el nivel de experticia de ciertos actores que tuvieron un papel clave en el desarrollo del conflicto. Para ello, se recurre a la citación de sus discursos en fuentes periodísticas, primarias o secundarias, sus credenciales académi-

cas y su historial en investigación, si lo hubiere, a través del uso de una metodología cualitativa de análisis de información textual (Silverman, 2001). El objetivo de este trabajo es encontrar información acerca del nivel de experticia de ciertos actores que tuvieron un rol preponderante en el conflicto. En este sentido, se divide la pertenencia de esos actores a tres áreas: 1) facultativos que desarrollaron la investigación con crotoxina; 2) el productor y conductor del programa televisivo *La Noticia Rebelde* que contactó y entrevistó a los tres médicos vinculados a la crotoxina, como figura representativa de los medios de comunicación; 3) los integrantes de una de las comisiones conformadas por el Ministerio de Salud y Acción Social para la investigación del caso. El tipo de experticia requerida es diferente en cada caso y será abordada en la sección correspondiente.

### *Investigadores de la crotoxina*

A principios de 1986, el trabajo conjunto entre los médicos Costa, Coni Molina y Hernández Plata y el investigador Vidal tenía roles definidos. Los tres médicos se encargaban del diagnóstico y el seguimiento de pacientes a quienes se les administraba crotoxina, mientras que Vidal se ocupaba de la producción y el suministro del complejo (Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 22). Vidal se había graduado como médico y poseía un doctorado en bioquímica, para cuya tesis había sido dirigido por el doctor Andrés Stoppani, quien luego de una estadía de investigación en el Instituto Dunn de Bioquímica de Cambridge, se había especializado en el área de la enzimología (De Asúa, 2010). Orientado por Stoppani, Vidal comenzó a investigar la actividad de las fosfolipasas, fraccionadas del veneno de serpientes (Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 7). Desde mediados de 1960, Vidal convirtió su investigación del mecanismo fisiológico, farmacológico y toxicológico de las fosfolipasas —particularmente del veneno de la serpiente yarará (*Bothrops jararaca*)— en el tema de su tesis doctoral (Barrios Medina y Dellacha, 2007, pp. 9-10). En 1970, la finalizó y en 1974 ingresó a la carrera de investigador del Conicet (“Supuesta droga contra el cáncer”, 1986, 12 de julio). Dos años más tarde, fue asociado por el doctor Avelino Barrio<sup>3</sup> al Grupo de Bioquímica de Vene-

nos Ofídicos en el Centro Nacional de Iología (Cenai) con sede en el edificio del Instituto de Neurobiología (Idneu). En 1979, tras el fallecimiento del doctor Barrio, por disposición de Juan H. Tramezzani —fundador y director de la Fundación y del Instituto de Neurobiología (Idneu)—, Vidal quedó a cargo del serpentario del Cenai. Por esa época, Vidal comenzó a dirigir la tesis doctoral de Gabriela Canziani sobre el mecanismo de acción del complejo crotoxina del veneno de *Crotalus durissus terrificus*. El objetivo de la tesis era comparar las propiedades del complejo nativo con el complejo reconstituido luego de proceder al aislamiento, purificación y homogeneización de las subunidades A y B (Canziani, 1984, p. 24). Junto a Canziani y a la licenciada Cristina Seki, ambas colaboradoras de Vidal en el laboratorio del Idneu, publicaron entre 1982 y 1983 los primeros resultados de sus investigaciones, que posteriormente formaron parte de la tesis de Canziani. En este punto, haciendo uso de las categorías definidas por Collins y Evans (2007) en su tabla periódica de las experticias, es posible señalar que el doctor Juan Carlos Vidal poseía experticia contributiva (*Contributory Expertise*) en el área de la toxicología, con especial énfasis en la interacción fosfolípido-proteína y las enzimas de membrana reguladoras de lípidos y fosfolipasas A<sub>2</sub>, que eran su línea de investigación. Dentro de este campo, Vidal había aportado al conocimiento en el área a través de diversas publicaciones,<sup>4</sup> llegando a obtener el reconocimiento de la *International Society of Toxinology* (IST); además, poseía una gran experiencia en investigación básica tanto en el diseño como en la ejecución de investigaciones (Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 21). Por otro lado, no se poseen registros sobre algún tipo de actividad investigativa relacionada con algún aspecto específico de la investigación oncológica ni con el desarrollo de ensayos clínicos. Vidal ocupaba en 1986 los cargos de profesor adjunto en la Facultad de Medicina y de investigador en el Conicet, ninguno de los cuales estaba vinculado con la investigación clínica o con el ejercicio de la medicina clínica, aunque era médico de formación. Por lo que, en este sentido, solo podía poseer experticia interaccional (*Interactional Expertise*), aquella que se encuentra entre el conocimiento proposicional formal de un área y la *embodied skill* (estar sumergido completamente en un área de investigación)

necesaria para poder contribuir al conocimiento sobre un tema (Collins, 2004, pp. 129-131).

Los médicos Luis Costa, Guillermo Hernández Plata y Carlos Coni Molina trabajaban en el Hospital Municipal de Oncología<sup>5</sup> (C. Coni Molina, comunicación personal, 19 de mayo de 2021). Coni Molina había realizado su especialización en oncología clínica y quimioterapia en la Universidad del Salvador y ejercía como instructor de médicos residentes en oncología en el Hospital Municipal de Oncología (C. Coni Molina, comunicación personal, 19 de mayo de 2021; Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 36). En cuanto a los médicos Costa y Hernández Plata, ninguno de los dos había finalizado una especialización. Hernández Plata había sido aplazado en dos ocasiones en su intento de obtener el título de oncólogo (Braun, 1989, p. 72). En el caso del médico Luis Costa, quien trabajaba en el área de cirugía, había realizado una formación en oncología y cirugía general pero no había finalizado ninguna especialización (Braun, 1989, p. 72; C. Coni Molina, comunicación personal, 19 de mayo de 2021). Hasta este punto, es posible destacar que, dentro del grupo de los tres médicos, Coni Molina y Costa se encontraban, en principio, dentro de la categoría de experticia interaccional (*Interaccional Expertise*), es decir, ambos habían tenido formación (que divergía en cuanto a la titulación) en el campo de la oncología clínica. En el caso de Hernández Plata, sus conocimientos no habían sido validados por sus examinadores, pero es posible asumir que, debido a su formación médica, tenía algún nivel de dominio conceptual del campo de la oncología, lo que le permitiría ingresar en la categoría de experticia interaccional.

El otro punto clave a tener en cuenta aquí es el nivel de experiencia en el desarrollo de un plan o protocolo de investigación, y en la realización de ensayos clínicos. Ambas actividades integran un mismo proceso de investigación, que a su vez puede escindirse en dos partes: una relacionada con cierto conocimiento del marco regulatorio para la realización de procedimientos experimentales y otra vinculada a la metodología y procedimientos empleados, *stricto sensu*, en la experimentación llevada a cabo. En cuanto a la primera, al momento de la realización

de la investigación con crotoxina sin autorización del Ministerio de Salud y Acción Social (MSyAS), la legislación vigente incluía la necesidad —elemental— del “consentimiento escrito y firmado de los profesionales médicos que llevaran a cabo las experiencias científicas, aclaración y número de matrícula y hospital, laboratorio, cátedra, donde se realizara la experiencia, quedara reservado en el establecimiento a disposición de la autoridad sanitaria nacional” (Resolución 4147, 1977).<sup>6</sup> El médico Coni Molina fue contactado por Costa y Hernández Plata para involucrarse en el estudio. A partir de allí, se interesó por la investigación, de acuerdo a su testimonio, debido a los efectos que, según observó, el complejo crotoxina producía en algunos pacientes (C. Coni Molina, comunicación personal, 19 de mayo de 2021). Su involucramiento en la investigación fue a través de una mediación informal, aspecto que el médico ha reconocido como “un error de juventud (...) yo confié en Vidal (...) la preocupación mía era si eso [el tratamiento experimental] estaba autorizado” (C. Coni Molina, comunicación personal, 19 de mayo de 2021). Hasta 1986, los tres médicos no habían realizado ninguna publicación sobre la investigación que llevaban a cabo de manera informal desde hacía tres años con el complejo crotoxina (aspecto que fue reiterado en varias ocasiones),<sup>7</sup> y por lo menos dos de ellos (Costa y Coni Molina) tampoco se habían dedicado a la investigación clínica. Sin la posibilidad de evaluar la intencionalidad de las acciones realizadas por los tres médicos y Vidal, cabe agregar la descripción de Hernández Plata sobre los inicios de la investigación con crotoxina, desprovista de la autorización necesaria por la entonces Secretaría de Salud Pública, ya fuera por desconocimiento o premeditación:

El estudio en seres humanos no comienza organizadamente. Comienza en una forma... ¿cómo decírtelo? Fue algo así como un tratamiento doméstico, como una única opción que quedaba para aquellos familiares o allegados enfermos de cáncer, en estado terminal, de quienes participan en esta investigación básica (Gavensky, 1986, p. 56).

En cuanto al conocimiento del procedimiento metodológico de una investigación científica con fines

experimentales, durante el transcurso del debate público en 1986, los tres médicos afirmaron que “el estudio clínico hasta el momento no ha respetado normas internacionalmente aceptadas para este tipo de experimentaciones” (“Caso crotoxina: descargo de los tres médicos”, 1986, 17 de agosto). Esta declaración se contraponía a dichos anteriores de los propios médicos.<sup>8</sup> Por otro lado, a partir de las afirmaciones de Hernández Plata, es posible resumir el desconocimiento y/o la desatención de aspectos básicos en la realización de ensayos clínicos: 1) respecto del seguimiento de la historia y estado clínico de los pacientes, y la duración del experimento, “no se los siguió clínicamente, pero los pacientes andaban bien. Aún no se sabía cuánto tiempo había que hacerles el tratamiento. No se hizo ningún perfil científico. Ni nada” (Gavensky, 1989, p. 57); 2) en cuanto al cumplimiento necesario e imprescindible de cuatro fases de ensayos clínicos, “La fase uno estudia la toxicidad de la droga. Como Vidal ya había hecho ese estudio, (...) como ya había pacientes con cuatro años de sobriedad y estaban bien, la droga no era tóxica (...) No se hizo el estudio en fase uno porque la droga no es tóxica” (Gavensky, 1989, p. 57). A partir de los aspectos señalados anteriormente, es posible considerar la pertenencia de los médicos a un punto intermedio entre las categorías “conocimiento de primera fuente” (*Primary source knowledge*) y “experticia interaccional”, es decir, una experticia que les permitía conocer aspectos técnicos del diseño de protocolos de investigación y la realización de ensayos clínicos, y que implicaba estar en contacto con la comunidad de expertos, dimensión que solo es posible hipotetizar debido a que no se posee evidencia concreta.

### Productor de *La Noticia Rebelde*

En el caso de Raúl Becerra, productor y conductor del programa *La Noticia Rebelde*, a quien hemos elegido dentro del área de los medios de comunicación debido al importante rol que estos han tenido en la controversia alrededor de la crotoxina, el análisis se presenta con menores dificultades. Dado el rol particular de Raúl Becerra en este caso —el actor que decidió conceder el espacio televisivo para la presentación de los tres médicos—, se utilizarán las categorías que Collins y Evans desarrollaron para

juzgar la *meta-experticia* (Collins y Evans, 2007, p. 45). Se trata de dos segmentos, metaexperticias (*Meta-expertises*) y metacriterios (*Meta-criteria*), que contienen categorías para definir el nivel de conocimiento y experiencia de ciertos actores para juzgar la experticia de otros (Collins y Evans, 2007, pp. 69-70). Raúl Becerra era conductor de *La Noticia Rebelde* y tomaba decisiones sobre la producción del programa desde sus inicios en 1986 (Igal, 2019). Había ingresado a la carrera de Derecho en la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y desarrollado una trayectoria profesional como publicista, para luego dedicarse, como productor y/o creativo, al ámbito televisivo (G. Bruzos, comunicación personal, 21 de septiembre de 2020; Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 32). Becerra se enteró de forma casual de la investigación con crotoxina a través de un paciente del médico Hernández Plata (C. Coni Molina, comunicación personal, 19 de mayo de 2021; Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 34). En cuanto a la conceptualización de Collins y Evans, y teniendo en cuenta la formación y experiencia del conductor y productor de *La Noticia Rebelde*, Becerra carece de cualquier tipo de experticia interna sobre investigación científica y solo se incluye en la categoría “discriminación ubicua” (*Ubiquitous Discrimination*), es decir, un nivel de experticia suficiente para discriminar entre quienes poseen un conocimiento científico en áreas específicas (y discernir el área a la que se aboca un médico clínico o un diabetólogo, por ejemplo) y quiénes, por defecto, no lo poseen. A esta categoría, además, debe sumarse el metacriterio de Becerra a partir de las credenciales académicas de los médicos. Otros aspectos ofrecen cierta justificación para sostener esta categorización, aunque nuevamente aparece la imposibilidad de valorar la intencionalidad del actor: para la realización de la entrevista con los tres médicos, planificada el mismo día de su transmisión, Becerra se informó sobre el caso a través de la información que circuló en algunos periódicos, el testimonio del paciente de Hernández Plata y los comentarios de los propios médicos al reunirse con él (G. Bruzos, comunicación personal, 21 de septiembre de 2020; C. Coni Molina, comunicación personal, 19 de mayo de 2021; Barrios y Dellacha, 2007, p. 34). La entrevista a los médicos se llevó a cabo sin cruzamiento de datos (práctica periodística estándar), es decir, se en-

marcó solo desde la exposición de los médicos (G. Bruzos, comunicación personal, 21 de septiembre de 2020).

### Comisión de investigación conformada por el Ministerio de Salud y Acción Social (MSyAS)

Para investigar el caso de la crotoxina, el Ministerio de Salud y Acción Social (MSyAS) resolvió conformar, en julio de 1986, una comisión dedicada al examen y evaluación de la monografía entregada por los tres médicos al Ministerio como material de registro y basamento teórico de los estudios efectuados (Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 52). La comisión estaba conformada por los doctores Alberto Baldi, Samuel Finkielman y José Mordoh. Posteriormente, estos tres profesionales, con la incorporación del doctor Santomé, constituyeron la subcomisión del Conicet encargada de la producción de crotoxina para pacientes autorizados por el MSyAS y la continuación del examen de la monografía de los tres médicos y Vidal (Yriart y Braginski, 1998, p. 117). En la comisión del MSyAS, dos doctores se especializaban en la investigación en el área de cancerología: Baldi y Mordoh. El doctor Finkielman era investigador principal del Conicet y pertenecía al Instituto de Investigaciones Médicas (IIM). Su campo de investigación y especialización abarcaba las enfermedades cardiovasculares, con especial énfasis en todo lo relacionado con la hipertensión arterial, y había publicado 42 artículos científicos indexados en *Pubmed* desde 1965 (Barcat, 2014, pp. 97-98). Además, era parte del comité de redacción de la revista de publicaciones médicas *Medicina* (Barcat, 2014, p. 98). Baldi era médico (formado en odontología), investigador principal del Conicet, y pertenecía al Instituto de Biología y Medicina Experimental (Ibyme) (Baldi y otros, 1988, p. 5). Su área de investigación era la inmunología y dirigía un grupo en el Ibyme enfocado particularmente en investigaciones sobre biología molecular del proceso neoplásico<sup>9</sup> (Baldi y otros, 1988, p. 5; A. Baldi, comunicación personal, 13 de marzo de 2021). El doctor Mordoh era investigador principal del Conicet desde 1966, con un extenso currículum de reconocimiento internacional a través de la obtención de becas de gran prestigio, entre otras, de la *Leukemia Society of*

*America*<sup>10</sup> (LSM) (Fundación Instituto Leloir, s.f.). Desde 1971 se dedicó al estudio de la inmunoterapia en el cáncer<sup>11</sup> y a la medicina traslacional<sup>12</sup> (Fundación Instituto Leloir, s.f.).

Considerando que la función de los tres doctores era examinar y evaluar técnicamente la información provista y el desarrollo metodológico y analítico contenido en la parte referida a la investigación básica de la monografía de Costa, Coni Molina, Hernández Plata y Vidal, es necesario remitirse nuevamente al segmento de metaexperticias (*Meta-expertises*) propuesto por Collins y Evans. Los investigadores de la comisión del MSyAS poseían lo que estos autores denominan metaexperticia interna, es decir, metaexperticias que dependen del grado de especialización en un campo determinado (Collins y Evans, 2007, pp. 69-70). En ese sentido, los tres doctores tenían una experticia contributiva en el área de la investigación básica dado que eran investigadores con una extensa trayectoria y habían contribuido al conocimiento en su área específica a través de estudios y publicaciones; aunque, en sentido estricto, solo dos de ellos —Baldi y Mordoh— trabajaban en disciplinas relacionadas con la investigación oncológica. En el caso de Mordoh se sumaba el estudio de la medicina traslacional, aspecto crítico para una evaluación más extensa de la monografía. A partir de estas descripciones, es posible caracterizar la metaexperticia de los integrantes de la comisión del MSyAS entre la experticia de referencia (*Referred Expertise*) y la discriminación descendente (*Downward Discrimination*). Collins y Evans (2007) definen a la primera categoría como una experticia sobre un campo determinado indirectamente aplicada a otro (p. 64). En cuanto a la categoría de discriminación descendente, la definen como una metaexperticia basada en la autoridad de un actor en una disciplina o campo determinado y en el reconocimiento de que el científico examinado posee una menor experticia que dicha autoridad (p. 62). Mencionan además que la idea de la discriminación descendente “funciona solo en donde existe un consenso establecido” (p. 63).

En este punto es necesario hacer algunas acotaciones para una mejor comprensión de cómo se justifica esta elección. El objetivo de la comisión

era examinar el desarrollo teórico, analítico y metodológico de la sección de investigación básica de la monografía entregada al Ministerio de Salud y Acción Social, sobre el uso del complejo crotoxina A y B en el tratamiento del cáncer. Por lo tanto, el tipo de experticia requerido para evaluar el contenido volcado en dicha monografía involucraba el conocimiento del desarrollo de una investigación básica dentro del campo de las ciencias de la salud y, específicamente, dentro del área de la investigación en oncología básica. E incluso, se puede asumir, el conocimiento sobre proteínas ofídicas en la terapéutica del cáncer. Aquí es cuando los límites entre las categorías se vuelven ligeramente difusos, en particular en el caso de los doctores Baldi y Mordoh. En el del doctor Finkielman, su metaexperticia se corresponde con la categoría de experticia de referencia, aquella que se aplica de manera indirecta a la valoración de otras experticias, dado que su especialidad no tenía relación directa con la experticia requerida para la evaluación de la monografía. Por otra parte, determinar que los doctores Baldi y Mordoh deben incluirse en una categoría u otra resulta una cuestión un tanto complicada. El problema se encuentra, en buena medida, en el objeto de estudio. El tema expuesto en la monografía puede considerarse como disruptivo, por lo que la necesidad de un tipo de metaexperticia podría requerir el conocimiento de consensos fuertemente establecidos o el involucramiento en una argumentación que implique una controversia técnica. Se ha señalado antes que existían algunos antecedentes sobre la investigación de venenos ofídicos en la terapéutica del cáncer, pero se trataba de antecedentes y experiencias aisladas: aquellas líneas de investigación se encontraban más bien en la periferia de los estudios de tratamientos contra el cáncer. Por lo que, en este sentido, el desarrollo de un agente anticancerígeno nuevo a partir de un compuesto basado en la proteína de un veneno ofídico irrumpiría dentro de las tendencias habituales de desarrollo a gran escala en la investigación en oncología básica.

## Conclusión

Este trabajo tenía como objetivo poner en juego el desarrollo conceptual de dos autores de larga tra-

yectoria en la investigación sobre controversias científicas y el lugar de la experticia en ellas. El interés en este esquema conceptual parte, por un lado, de la coincidencia de un compromiso ideológico: la preferencia del juicio de los expertos. Pero por otro lado —y aún más importante— el interés en el mismo se centra en su fundamento conceptual: la experticia definida a partir de su locación en lo social.

Este análisis de caso expone un posible uso de la tabla periódica de las experticias para una consideración sociológica sobre el problema de la extensión. El caso de la crotoxina resultaba un conflicto particularmente atractivo para aplicar el esquema propuesto por Collins y Evans. Se trata de una controversia que tiene su surgimiento en la esfera pública, cuyo debate dentro y fuera de la comunidad científica no se encuentra alineado, y cuya caracterización en lo concerniente a los hechos no termina de decantarse por una definición concreta. En primer lugar, porque la investigación desarrollada por el investigador del Conicet y los tres médicos se lleva a cabo fuera de la anuencia de la entidad reguladora —lo que incluso podría derivar el tema como una problemática de institucionalización de la ciencia— y en incompatibilidad con algunos de los principios éticos en el marco de acuerdos internacionales sobre investigación experimental en seres humanos, como la Declaración de Helsinki y sus posteriores actualizaciones (Braun, 1989). Incluso, aquí debe añadirse también la constatación de información fraguada en el único material teórico, metodológico y de registro de la investigación: la monografía *Complejo Crotoxina A y B en el Tratamiento del Cáncer*. En segundo lugar, la verificación por parte de una comisión de oncólogos y en una posterior investigación *ad hoc* encargada por el Conicet a dos investigadores (Baldi y otros, 1988), de la ausencia de actividad antitumoral en el complejo crotoxina clínica y preclínicamente verificable. Pero, por otro lado, la investigación no procede de una ruptura sin sentido de un científico situado en la periferia de su campo de investigación. Se trata de una línea de investigación que, aunque marginales, posee antecedentes. Sumado a esto, si bien existió el desarrollo de una investigación sin la autorización correspondiente, también debe tenerse

en cuenta que la Disposición 3916/85 constituía una normativa que “no era muy conocida por los investigadores, que efectuaban los ensayos sin que las solicitudes cumplieran con la aprobación del Ministerio de Salud” (La Rocca y otros, 2003, p. 27). En este punto resulta elocuente la referencia de Barrios Medina y Dellacha a las declaraciones de Sem Albónico (subsecretario de Regulación y Control del MSyAS en 1986) quien sugería que, de no haber existido dicha Disposición en el momento en el que se conoció el estudio sin autorización sobre la crotoxina, no habrían podido proceder tan firmemente con una investigación sobre el caso, habida cuenta de la menor rigurosidad de la legislación previa a 1985 (Resolución 4147/1977). Por último, cabe añadir la dificultad para sintetizar la incertidumbre que proponían los testimonios de enfermos oncológicos durante el caso, un aspecto irresoluto de la cuestión pues no parece del todo certero, —o por lo menos, sencillo— dejar afuera aquellos testimonios que expresaban mejoras en la calidad de vida luego del “tratamiento” con el complejo crotoxina. Por supuesto, este comentario no invita a dejar de lado la legitimidad o ilegitimidad de los testimonios. Es

por estas cuestiones que resulta difícil decantarse por una caracterización, y el caso se vuelve atractivo para este tipo de trabajos.

En el análisis del caso se ha visto cómo se exhibe una marcada falta de experticia en los investigadores de la crotoxina en aspectos claves de su investigación, como también en el actor tomado como figura representativa de los medios de comunicación. La distinción es marcada en el caso de la comisión que investigó la monografía. Este somero desarrollo sugiere y estimula la necesidad de proceder con mayor extensión y profundidad en el desarrollo del análisis de la experticia en este como en otros hechos vinculados a conflictos en la ciencia. El abordaje sociológico de conflictos en torno a la ciencia propuesto por los investigadores Harry Collins y Robert Evans aporta al menos la posibilidad de escudriñar los niveles de experticia de los actores involucrados en aquellos conflictos que, la mayoría de las veces, requieren de herramientas para contrarrestar el marco de incertidumbre en el que se desarrollan.

---

## Notas

<sup>1</sup> Wynne (2003) formula una interesante replicación a la definición conceptual del problema de legitimidad referido por Collins y Evans (2002). Señala que el problema de legitimidad pública de la ciencia implica un problema de demarcación, desde la esfera institucional, acerca de ciertos temas. Es decir que, a su criterio, no todas las temáticas competen de manera estricta a científicos expertos sino, que necesariamente deben involucrar a toda la ciudadanía. En este sentido, Wynne define el concepto de “epistemología cívica” para aludir a aquellos temas que tienen un carácter legítimamente público.

<sup>2</sup> La comisión de expertos pronunció su dictamen con el acuerdo de 11 de sus 12 integrantes (Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 74).

<sup>3</sup> Junto a Avelino Barrio y Cristina Seki, Vidal publicó el trabajo “Purification of gyroxin from a South American rattlesnake (*Crotalus durissus terrificus*)” (Seki, Vidal & Barrio, 1980).

<sup>4</sup> Pueden verse las publicaciones: Vidal y otros (1971, 1972, 1974, 1980, 1982 y 1983), por citar algunos ejemplos.

<sup>5</sup> Actual Hospital María Curie de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

<sup>6</sup> Es importante mencionar que en 1985 la disposición 3916/85 de la Subsecretaría de Regulación y Control del Ministerio de Salud y Acción Social (MSyAS) reemplazó a la resolución de 1977 que reglamentaba las investigaciones científicas con fines experimentales.

<sup>7</sup> En una nota en el periódico *La Nación*, el médico Carlos Coni Molina expresaba “Si hasta hoy no hemos hecho ninguna publicación en revistas especializadas, fue para preservar el patrimonio nacional del descubrimiento” (“Controversias por la eficacia de una droga anticancerígena”, 1986). En el libro *El caso crotoxina. Una biografía social de la ciencia biomédica argentina* se menciona que el doctor Vidal, en el marco de un interrogatorio, señaló haber decidido no realizar publicaciones sobre la observación de propiedades antitumorales del complejo crotoxina debido a que no se trataba de su área de especialización (Barrios Medina y Dellacha, 2007, p. 69).

<sup>8</sup> Los médicos respondieron, ante una consulta periodística, que “todos los trabajos, preclínicos y clínicos, se hicieron de acuerdo con normas internacionales vigentes, como, por ejemplo, el Protocolo Convencional del *National Cancer Institute*, de Estados Unidos” (Braun, 1989, p. 71).

<sup>9</sup> Durante las décadas de 1970 y 1980, las investigaciones del doctor Baldi se enfocaron en marcadores tumorales y anticuerpos monoclonales relacionados con tratamientos de distintos tipos de cánceres (véase Baldi y otros, 1973, 1977, 1983).

<sup>10</sup> Actualmente, *The Leukemia & Lymphoma Society* (LLS).

<sup>11</sup> Su línea de investigación estuvo orientada a estudiar los mecanismos de control de la división y diferenciación celular en células normales y neoplásicas, en especial de cáncer de mama y melanoma.

<sup>12</sup> Área de investigación de la medicina que intenta conectar la investigación básica con la medicina asistencial.

---

## Referencias bibliográficas

- Baldi, A., Mordoh, J., Medrano, E., de Bonaparte, Y., de Lustig, E. y Rumi, L. (1988). Estudios tendientes a determinar las posibles propiedades antitumorales del veneno de cobra y del complejo crotoxina A y B. *Medicina*, 48(4), 337-344.
- Barcat, J. A. (2014). Samuel Finkelstein (1932-2013). *Medicina*, 74, 97-98
- Barrios Medina, A. y Dellacha, J. (2007). *El Caso Crotoxina. Una historia social de la ciencia biomédica argentina*. España: Editorial Académica Española.
- Braganca, B., Badrinath, P. & Ambrose, E. (1965). A Highly Selective Carcinolytic Agent isolated from Cobra Venom. *Nature*, 207 (4996), 534-535.
- Brailovsky, J. (12 de octubre de 1986). Punto final a una fallida esperanza. *La Nación*, p. 17.
- Braun, R. (1989). Crotoxina. *Ciencia Hoy*, 1(4), 70-73.
- Calmette, A., Sáenz, A. & Costil, L. (1933). Effets du venin de cobra sur les greffes cancéreuses et sur le cancer spontané (adeno-carcinome) de la souris. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences*, 197(3), 205-209.
- Canziani, G. (1984). *Mecanismo de acción del complejo crotoxina de veneno de Crotalus durissus terrificus*. Tesis de doctorado. Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Collins, H. (2004). Interactional expertise as a third kind of knowledge. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 3(2), 125-143.
- Collins, H. & Evans, R. (2002). The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience. *Social Studies of Science*, 235-296.
- Collins, H. & Evans, R. (2007). *Rethinking Expertise*. Chicago: The University of Chicago Press.

- Cotte, C., Essenfled-Yahr, E. & Lairer, A. (1972). Effects of crotalus and bothrops venom on normal and malignant cells cultivated in vitro. *Toxicon*, 10, 157-161.
- De Asúa, M. (2010). *Una gloria silenciosa: dos siglos de ciencia en la Argentina*. Buenos Aires: Libros del Zorzal.
- De Ípola, E. (2002). Estrategias de la creencia en situaciones críticas: el cáncer y la crotoxina en Buenos Aires a mediados de los años ochenta. En Armus, D. (Ed.). *Entre médicos y curanderos. Cultura, historia y enfermedad en la América Latina Moderna* (pp. 371-416). Buenos Aires: Grupo Editorial Norma.
- Essex, H. & Priestley, J. (1931). Effect of Rattlesnake Venom on Flexner-Jobling's Carcinoma in the White Rat (*Mus Norvegicus Albinus*). *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*, 28(5), 550-551.
- Frank, V. (2003). *Derecho a la salud. Responsabilidad del Estado en la Provisión de Medicamentos*. Tesis de doctorado. Universidad Abierta Interamericana, Buenos Aires.
- Fundación Instituto Leloir (s.f.). Dr. José Mordoh. Reseña Biográfica. Recuperado de: <https://www.leloir.org.ar/mordoh/wp-content/uploads/sites/29/2019/01/Dr-Jose-Mordoh-Rese%C3%B1a-biografica.pdf>
- Gavensky, M. (1986). *Crotoxina. Informe y Testimonios*. Buenos Aires: Ruy Díaz S.A.
- Igal, D. (2019). *La Noticia Rebelde. Una biografía*. Buenos Aires: Grupo Editorial Sur G.E.S.
- La Rocca, S., Martínez, G., Rascio, A. y Bajardi, M. (2003). La investigación biomédica y el consentimiento informado en el ámbito de las poblaciones e individuos vulnerables. En Hooft, P. F., Chaparro, E. y Salvador, H. (comps). *Bioética, Vulnerabilidad y Educación*. Tomo I (pp. 17-50). Mar del Plata: Ediciones Suárez.
- Ley N.º 20.464. Boletín Nacional de la República Argentina, Buenos Aires, Argentina, 18 de junio de 1973.
- Martin, B. (2014). *Controversy Manual*. Suecia: Irene Publishing.
- Monaelesser, A. & Taguet, C. (1933). Le traitement des tumeurs et des algies par le venin de cobra. *Bulletin de l'Académie nationale de médecine de Paris*, 109, 371-377.
- Pellegrini, P. A. (2019). *La verdad fragmentada: conflictos y certezas en el conocimiento*. Buenos Aires: Argonauta.
- Resolución 4147 (1977). Investigaciones Científicas. Normas. Boletín Oficial. Buenos Aires, Argentina, 10 de febrero de 1978. Recuperado de <https://e-legis-ar.msal.gov.ar/hdocs/legisalud/migration/html/18230.html>
- Silverman, D. (2001). *Interpreting qualitative data: Methods for analysing talk*. London: Sage.
- Wynne B. (2003). Seasick on the Third Wave? Subverting the Hegemony of Propositionalism: Response to Collins & Evans (2002). *Social Studies of Science*. 33(3), 401-417.
- Yriart, M. y Braginski, R. (1998). La resurrección del Caso Crotoxina (1989-1996): ciencia, política y medios de comunicación. *Redes*, 5(11), 113-139.

---

## Artículos periodísticos

- Autorizan el suministro de la droga para 80 pacientes. (1986, 15 de julio). *La Prensa*, p. 5.
- Caso crotoxina: descargo de los tres médicos. (1986, 17 de agosto). *La Nación*, p. 21.
- Citarán a médicos por el supuesto hallazgo de una droga contra el cáncer. (1986, 11 de julio). *La Prensa*, p. 3.
- Controversias por la eficacia de una droga anticancerígena. (1986, 11 de julio). *La Nación*, p. 7. Crotoxina. (1986, 5 de agosto). *La Prensa*, p. 4.
- Descubren en el país una droga contra el cáncer. (1986, 9 de julio). *Tiempo Argentino*, (s.p.).

Duras críticas al Conicet y a la comisión de oncólogos. (1986, 2 de septiembre). *La Nación*, p. 12.

Duros términos del Conicet sobre la crotoxina. (1986, 15 de agosto). *La Nación*, p. 6.

Fue prohibido el uso de crotoxina. (1986, 14 de octubre). *La Nación*, p. 11.

Hubo fraude y ocultamiento en la preparación de la droga. (1986, 28 de julio). *La Prensa*, p. 3.

Informaron sobre la droga contra el cáncer experimentada en el país. (1986, 11 de julio). *Clarín*, s. p.

Se trata de evitar el posible riesgo de provocar casos de eutanasia activa. (1986, 26 de julio). *La Nación*, p. 5.

Supuesta droga contra el cáncer. (1986, 12 de julio). *La Prensa*, p. 4.

Tendría partes tóxicas la crotoxina. (1986, 25 de julio). *La Nación*, s.p.

Todavía existen serias dudas sobre el valor terapéutico de la crotoxina. (1986, 29 de julio). *La Nación*, p. 10.

Un recurso de amparo para que se autorice la aplicación de crotoxina. (1986, 22 de julio). *La Nación*, p. 11.

## 4. Un satélite para Colombia: entre los vaivenes políticos y las fallas de mercado. El Conpes 3983

Héctor Javier Hernández Moreno

Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.

### Introducción

Las situaciones expuestas en el presente texto giran alrededor de las denominadas actividades espaciales o actividades en el espacio exterior, que tradicionalmente han sido encaradas por los Estados nacionales. Esto es así porque, dada su complejidad científica y tecnológica, así como los riesgos y recursos económicos implicados, es una labor que requiere amplios márgenes de maniobra institucional, que solo pocas entidades, como las naciones, están en condiciones de asumir.

Dentro del universo de dichas actividades, para el caso colombiano hoy adquieren notoriedad el desarrollo de tecnologías satelitales, que serán mencionadas aquí como actividades espaciales satelitales.

La revisión bibliográfica arroja que el documento Conpes 3983 (Conpes, 2020) es el primer texto de política oficial que versa explícitamente sobre una *política de desarrollo espacial* del gobierno colombiano. Es un documento que ha sido completado, aprobado y publicitado recientemente por el Poder Ejecutivo (Vicepresidencia, 2020a).

El Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes) es un órgano del Ejecutivo, “asesor principal del gobierno colombiano en todos aquellos aspectos que se relacionan con el desarrollo económico y social del país” (Decreto 627, 1974, p. 1).

Para ello, estudia y valida documentos presentados a consideración, y que versan sobre el desarrollo de políticas generales de gran impacto e interés público, logrando así la coordinación y orientación de esfuerzos conjuntos entre diferentes entidades de la dirección económica y social en el gobierno (DNP, 2020).

En dicho Consejo tienen lugar, entre otros, el presidente de la República —en calidad de director— y los ministros de diferentes carteras (Decreto 2500, 2005), quienes por afinidad temática son llamados a estudiar documentos que los incumban. Las funciones del Conpes incluyen:

1. Servir de organismo coordinador y señalar las orientaciones generales que deben seguir los distintos organismos especializados de la dirección económica y social del Gobierno.
2. Recomendar para adopción del Gobierno la política económica y social que sirva de base para la elaboración de los planes y programas de desarrollo. (...)
4. Estudiar los informes periódicos u ocasionales que se le presenten a través de su Secretaría Ejecutiva, sobre el desarrollo de los planes, programas y políticas generales sectoriales (...). (Decreto 627, 1974, p. 1)

En cumplimiento de las funciones arriba enunciadas, pero sobre todo de la última, es que dicho organismo publica el Conpes 3983 sobre desarrollo espacial.

Aquí es preciso mencionar que los documentos que el Consejo estudia y decide publicarle son presentados para su consideración por el Departamento Nacional de Planeación (DNP). Ello está estipulado por ley: a este último departamento, como “entidad eminentemente técnica” (DNP, 2020b), se la ha encomendado “Presentar, para su aprobación, las políticas, estrategias, planes, programas y proyectos del Gobierno Nacional” (Decreto 3517, 2009). Asimismo, el DNP tiene como uno de sus objetivos “Promover la elaboración de las políticas, planes y programas de desarrollo sectorial, (...) en colaboración con los Ministerios, (...) cuando lo considere conveniente y oportuno” (Decreto 3517, 2009). Así pues, antes de su presentación al Consejo, los documentos Conpes son preparados con el aporte conjunto del DNP y de otras entidades de la misma rama ejecutiva, por ejemplo, los ministerios.

Además del contexto institucional, y adoptando una mirada *dinámica* de las políticas públicas (Oszlak y O'Donnell, 1984, citado en Aristimuño y Aguiar, 2015), resulta pertinente una revisión de antecedentes cronológicamente ordenados, de las iniciativas satelitales relevantes que el Estado colombiano ha encarado a lo largo de su historia.

## 1. Período 1970-1982

En 1970, el gobierno colombiano alquiló un cuarto de transpondedores de un reconocido satélite de la época perteneciente a la organización Intelsat (Téllez, 2014), con el fin de llevar telecomunicaciones a regiones de difícil acceso geográfico.

En 1974, por su localización ecuatorial, Colombia forma parte de un grupo de naciones ubicadas bajo la órbita geoestacionaria (OGE/GEO). A partir de esto y frente a naciones no ecuatoriales, “... sostenía una tesis en la cual planteaba que el país era soberano sobre el segmento de la órbita geoestacionaria que suprayace a Colombia” (Téllez, 2014, p. 22). Contrarios a dicha idea, tratados de 1967 y 1974 habían generado un orden jurídico mundial de acceso a la OGE para todos los países —al menos en teoría—, sin reconocer una soberanía particular a las naciones del trópico (Téllez, 2014). De este modo,

desde 1974 Colombia lideró manifestaciones diplomáticas al respecto, para ser presentadas junto a otras naciones como por cuenta propia.

Fue así que en 1975, la cancillería colombiana reclamó “soberanía sobre el segmento de la órbita geoestacionaria que nos corresponde entre los 70 y 75 grados al oeste del meridiano de Greenwich” (Gaviria, 2019, párr. 3); pero dichos intentos resultaron infructuosos. Caso contrario, se hubiese obtenido una ventaja en cuanto a soberanía que Colombia pretendía explotar de alguna forma, por ejemplo, recibiendo retribución por satélites posicionados en el segmento reclamado. En resumen, estas pretensiones nunca prosperaron, como lo demuestra el hecho de que los tratados antes señalados continúan vigentes aun hoy.

En 1977, teniendo en cuenta que en virtud de los tratados mencionados se definieron para las naciones, como mínimo, unas posiciones satelitales planificadas —en todo caso, en una extensión física menor que los cinco grados oeste originalmente pretendidos por Colombia—, se generó el documento Conpes 1421 “Proyecto de un satélite colombiano para comunicaciones domésticas” (Conpes, 1977).

Durante los años 1981 y 1982 se gestionó, con recursos de la estatal colombiana Telecom, un proceso licitatorio para la adquisición de un satélite de telecomunicaciones denominado Satcol-1; de una u otra forma, fue seguir defendiendo la postura del gobierno colombiano acerca de la OGE. Por último, debido a la no conformidad de todas las propuestas, el proceso licitatorio tuvo que declararse como desierto. Esto coincidió con el arribo a la presidencia de un gobierno de reconocida procedencia política, diferente a la de su antecesor inmediato, que decide declinar cualquier esfuerzo para otro proceso licitatorio. Así, el proyecto se da por finalizado (Téllez, 2014).

## 2. Período 1990-1999

En 1999, las acciones para llevar telecomunicaciones —básicamente voz— a las regiones más apartadas de la nación se englobaron bajo el programa

Compartel (Conpes, 2009), de nuevo bajo la tutoría de Telecom, y se recurrió a la contratación de servicios satelitales prestados por satélites bajo control de empresas extranjeras.

### 3. Período 2006-2010

En 2006, el tema espacial vuelve a aparecer con algo de visibilidad en la agenda oficial a partir de la creación de la Comisión Colombiana del Espacio (CCE) (Decreto 2442, 2006) la cual, estaría liderada por la Vicepresidencia de la República.

Ya en 2007, es puesto en órbita el primer satélite privado (de alrededor de 10 kg) por parte de una universidad colombiana (“Colombia da pasos”, 2015, 12 de abril).

En el año 2009 se expide el documento “Conpes 3579: Lineamientos para implementar el proyecto satelital de Comunicaciones de Colombia”, proyecto con un costo aproximado de 250 millones de dólares (“Ironías de la tecnología”, 2016, 16 de febrero).

### 4. Período 2010-2020

Como consecuencia del Conpes 3579, en el año 2010 se realizan una serie gestiones licitatorias. En medio de varias polémicas, coincide la asunción de un nuevo gobierno, que decide cancelarlas; se alude como causa la reasignación de esfuerzos para el Proyecto Nacional de Fibra Óptica de la mano de la implementación de los denominados *tecnocentros* (“Ironías de la tecnología”, 2016, 16 de febrero; Conpes, 2013) como alternativa para dotar de acceso a internet de alta velocidad a varias zonas del país, pero que al parecer no incluirían las más apartadas al no utilizar una vía satelital. Entre las razones alegadas para la priorización de la fibra óptica sobre el satélite se encuentran referencias a la relación costo-beneficio (“Ironías de la tecnología”, 2016, 16 de febrero).

2010: un día antes de cambio de autoridades (presidente y vicepresidente), y de modo adicional al Conpes 3579, se formula el Conpes 3683 que con-

templa un programa nacional de observación de la tierra incluyendo el diseño de un programa satelital colombiano; este proyecto tiene un presupuesto pequeño, que más que el análisis, no incluía en sí alguna iniciativa de fabricación o contratación de uso de tecnología satelital (CONPES, 2010).

En el año 2013: se crea el Programa Presidencial para el Desarrollo Espacial Colombiano (PPDEC), que complementaría el accionar de la CCE (Decreto 2516, 2013).

Retomando ideas del Conpes 3683, en 2014 se reseña la iniciativa de la vicepresidencia saliente en ese año, que dada su participación en la CCE y en el PPDEC, plantea antes de dejar el cargo la adquisición de un satélite de observación de la Tierra para uso por parte de varias instituciones del Estado. Otra vez, el proyecto queda en vilo dada la asunción del nuevo vicepresidente, el cual decide cancelar el proyecto citando también argumentos de costo-beneficio (Arias, 2014). Ese mismo año, y dentro del contexto del relevo del vicepresidente, el PPDEC sería desestimado mediante otro decreto (Arias, 2014).

Al año siguiente, en una acción paralela dentro de la autonomía institucional y presupuestaria de la Fuerza Aérea Colombiana, se inician las gestiones para la adquisición de un pequeño satélite de observación de la Tierra, Facsat-1 (“Colombia da pasos”, 2015, 12 de abril), con un costo de unos 400 mil dólares (“Nanosatélite de Colombia”, 2018, 18 de mayo).

Pero dado que persiste la necesidad de comunicación satelital en varias entidades del Estado, en el año 2016 el gobierno acepta revisar una propuesta de alianza con una empresa privada para el *leasing* de transpondedores en un satélite bajo control de Eutelsat. La Agencia Nacional del Espectro, como ente técnico gubernamental, descarta dicha propuesta, mencionando desventajas para el país ante una exigencia de desembolsos muy elevada (ANE, 2016).

En el 2018 entra en órbita el Facsat-1, que aún se encuentra operacional (Cruz, 2020).

Durante 2019 comienza el proceso de fabricación del Facsat-2 a través de una empresa extranjera, incluyendo una transferencia de conocimiento (FAC, 2019).

Por último, en el año 2020 se presenta el documento “Conpes 3983: Política de desarrollo espacial: condiciones habilitantes para el impulso de la competitividad nacional” (Conpes, 2020).

La revisión de fuentes fiables que nutre los antecedentes arriba citados, pone de manifiesto dos cuestiones generales: en primer lugar, que han existido más iniciativas abortadas que concretadas, y que las primeras tenían un mayor alcance y complejidad que las segundas. En segundo lugar, que las iniciativas hasta 2019 se limitaron a encaminar estrategias de acceso del Estado colombiano a servicios satelitales centrados en telecomunicaciones e imágenes, que a grandes rasgos incluyeron cinco intenciones de compra de satélites y una de alquiler. De estas, cuatro estuvieron lideradas por el Ejecutivo central y dos por la Fuerza Aérea Colombiana dentro de su autonomía de recursos. De las anteriores, tres han contemplado un satélite de comunicaciones —dos para compra y una de alquiler— y tres para un satélite de observación (imágenes). Finalmente, cuatro han sido descartadas, una tiene satélite operativo en órbita (Fuerza Aérea, imágenes) y otra, el prototipo en construcción (también Fuerza Aérea, imágenes).

Las iniciativas anteriores incluyen distintas opciones en cuanto a alcances de funcionalidad así como a recursos implicados. Las dos alternativas materializadas son las de presupuesto más pequeño y alcance más limitado.

Teniendo en cuenta el contexto descrito y desde una perspectiva de políticas públicas, este texto propone un análisis de las problemáticas planteadas y de las estrategias de acción gubernamental definidas en el Conpes 3983, con un énfasis especial en la detección de las elecciones conceptuales que se encuentran detrás del documento.

## Marco conceptual

Concebir políticas públicas es “un proceso social en el que individuos y grupos hacen elecciones sobre la asignación de recursos extremadamente escasos” (Salomon, 1991, p. 22). Colombia, un país latinoamericano más, pero en sí mismo un universo de escala nacional con su propia realidad social (Salomon, 1991), es una nación con altísima desigualdad. Si alguna iniciativa de la índole aquí tratada lograra superar en principio la dramática elección presupuestaria que implica este contexto, difícilmente estará indemne *a posteriori* al riesgo de las variaciones en las elecciones políticas y económicas. Frente a esto, el mantenimiento del apoyo político resulta crucial: “el sistema político y la naturaleza de la organización social definen los límites de la capacidad de un país para movilizar sus recursos humanos y financieros” (Salomon, 1991, p. 13). Precisamente, el desarrollo de las actividades espaciales satelitales colombianas se ha visto sometido a estos vaivenes. Una muestra clara de ello la constituyen las cancelaciones de proyectos de 1982, 2010 y 2014, coincidentes con cambios de gobierno, en los cuales el proyecto político que ingresa no coincide exactamente con el que va de salida. Los antecedentes indican que la mayoría de las veces, los nuevos gobiernos han aducido razones de costo-beneficio y escasez de recursos para justificar las cancelaciones.

Las políticas públicas llevan la impronta de *visión del mundo* (Aristimuño y Aguiar, 2015, p. 48) y mecanismos afines apropiados por el gobierno de turno, dentro de las institucionalidades. Observado esto en un horizonte de tiempo entre varios gobiernos, Oszlak (2006) lo refiere como “un patrón sinuoso, errático y contradictorio” de la burocracia estatal (p. 2). Los antecedentes reseñados permiten constatarlo: un impulso inicial, luego una pausa larga, después una reanudación de iniciativas segmentadas en el tiempo que nunca logran avanzar de cierto punto; proyectos con estrategias y alcances tecnológicos diferentes abordados por diversas instituciones, sin una sistematicidad de participantes y esfuerzos en el tiempo. En esta línea, en la introducción del Conpes 3983 se afirma: “las principales

iniciativas de política en temas espaciales en el país se han enfocado en la adquisición de satélites para satisfacer necesidades específicas en materia de comunicaciones y de imágenes satelitales, sin una estrategia clara” (Conpes, 2020, p. 3).

Un análisis de la visión del mundo que se encuentra detrás de las ideas clave del Conpes 3983 equivale a desentrañar el *modelo cognitivo* (Aristimuño y Aguiar, 2015) subyacente. Para profundizar en ello, se apela al planteamiento de *mecanismos ideológicos*, en la perspectiva que exponen estos autores:

Existen mecanismos ideológicos que actúan sobre el diseño de la política pública, al concebir la ideología como el conjunto de elementos cognitivos y simbólicos que conforman ‘el mundo’ de los sujetos individuales o colectivos, dentro de los cuales se encuentran el Estado y el conjunto de sus instituciones. Therborn (1980) muestra cómo los desarrollos teóricos, siempre que alcanzan un cierto grado de consenso y visibilidad, condicionan el accionar de los *policy makers* en la medida en que determinan el conjunto de opciones de política que son pensadas como ‘posibles’ o ‘deseables’ (Aristimuño y Aguiar, 2015, p. 47).

Además de lo ideológico, se menciona un segundo canal de condicionamiento dado por aquellos desarrollos teóricos que logran mayor consenso y visibilidad; dos canales que recaen sobre los *policy makers* y tienen algo en común: “ese mundo de lo posible y lo deseable no está dado, sino que es socialmente construido” (Aristimuño y Aguiar, 2015, p. 48).

Un modo de análisis detallado y práctico de cómo cierta visión particular del mundo se despliega en las políticas y en los cursos de acción derivados de ellas ha sido expuesto por el canadiense Michael Howlett. En su denominado *modelo anidado multinivel*, el análisis parte de la consideración de tres elementos base: modo de gobernanza, lógica de régimen de política y tipo de planes operacionales (Howlett, 2009, citado en Valdivieso, 2011). De manera general, estos elementos interactuarían así:

- una interdependencia entre objetivos y medios, en el entendimiento de que los objetivos son selecciones de lo posible, y en ese mismo sentido los medios se deben corresponder con la naturaleza de dichos objetivos;

- unos modos de gobernanza; en el nivel más alto, la existencia de una serie de metas y preferencias de implementación que tienden a ser utilizadas durante largo tiempo en diferentes contextos de política, de los cuales se formulan cuatro —legalista, corporativo, de mercado y de redes—;

- unas lógicas de régimen de política, es decir, un nivel intermedio, en gran medida afín al modo de gobernanza, y que determina la forma de ver los problemas objeto de la política y sus caminos de solución;

- un último nivel, referido al plano operacional de los instrumentos, que más allá de consideraciones de causalidad, relevancia, antecedentes o contexto, vendría sesgado por los modos de gobernanza y los regímenes de política. Es importante tener en cuenta que los sesgos pueden ser asumidos por los hacedores de política estando de acuerdo o en desacuerdo con dichos modos y regímenes (Valdivieso, 2011).

## Análisis del Conpes 3983

El documento que aquí se analiza estuvo refrendado por la Vicepresidencia de Colombia (Vicepresidencia, 2020a; Vicepresidencia, 2020b), no solo en su papel natural de representante de la Presidencia, sino porque los temas espaciales colombianos son por ley de su incumbencia, como máxima responsable de la denominada Comisión Colombiana del Espacio, CCE (Decreto 2442, 2006). En el año 2014, la Vicepresidencia de turno había liderado una propuesta para la compra de un satélite, la cual finalmente resultó infructuosa.

El Conpes 3983 recomienda “fortalecer la instancia más alta a nivel de Gobierno en temas espaciales en el país que es la Comisión Colombiana del Espacio” (Conpes, 2020, p. 30). Uno de los elementos novedosos del documento es la multiplicidad de actores gubernamentales responsables y/o

partícipes de las acciones formuladas; en concreto, son nueve, la mayoría ministerios, incluido el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, máxima entidad gubernamental responsable del desarrollo de estos temas en Colombia (Conpes, 2020, p. 4); que estará a cargo de poco más de la mitad de los 503 mil dólares proyectados para la ejecución de las iniciativas planteadas en el texto (Conpes, 2020, p. 40).

El Conpes 3983, además de plantear una estrategia, formula un conjunto acciones, lo cual constituye la elección de un modo de intervención desde el Estado con respecto a un tema que, dados los recursos involucrados, complejidad, relevancia mundial y expectativas, llama la atención de secto-

res relevantes de la sociedad (Oszlak y O'Donnell, 1995). Así, el documento se presenta como la máxima carta de navegación gubernamental en razón de que “se hace necesaria la formulación de una Política de Desarrollo Espacial, que genere las condiciones habilitantes para que las tecnologías espaciales sean un impulsor de la productividad, la diversificación y la sofisticación de la economía colombiana” (Conpes, 2020, p. 3).

En el texto se plantearon tres razones problemáticas frente al desarrollo de las actividades espaciales colombianas, así como su correspondencia con una serie de estrategias de intervención definidas. En la Tabla 1 se detallan con los números 1, 2 y 3, tal y como se señalan en el Conpes 3983.

**Tabla 1. Problemáticas y estrategias situadas en el Conpes 3983**

PROBLEMÁTICA	ESTRATEGIAS
Problemática 1: Ausencia de una visión estratégica de largo plazo en el sector espacial, justificado en las limitaciones de alcance de iniciativas anteriores.	Caracterización de las capacidades científico-tecnológicas en el sector, comprensión del mercado de bienes satelitales, y una estrategia de promoción en los planos, educativo y de divulgación sobre el tema espacial.
Problemática 2: “dada la falta de información sobre este sector, <i>no se han dimensionado las barreras de entrada a la iniciativa privada</i> que pueden enfrentar para realizar proyectos espaciales en el país” (CONPES, 2020, p. 3).	“condiciones para dimensionar y <i>resolver las barreras de entrada a la iniciativa privada</i> ” (CONPES, 2020. p. 3) mediante la identificación y cierre de brechas de potencialidades para el conocimiento tecnológico, la innovación y el emprendimiento (mencionando la transferencia de conocimiento y tecnología); y también a través de la potenciación de la demanda de bienes y servicios espaciales, tanto del estado como de los privados.
Problemática 3: Débil entorno institucional que no permite la articulación de diferentes instancias y actores hacia un objetivo común, cuestión relacionable con la primera razón de la lista.	Considera establecer un marco de gobierno que “promueva la articulación entre actores e instancias, primordialmente a través de la Comisión Colombia del Espacio (CCE)” (CONPES, 2020. p. 4).

Fuente: elaboración propia, con base en Conpes (2020).

Si bien el Conpes 3983 es el primer documento que se presenta como *política de desarrollo* para el ámbito de las actividades espaciales en Colombia, es pertinente resaltar que en él las actividades espaciales siguen estando orientadas únicamente al componente satelital. En este sentido, el texto retoma de otros autores el concepto de una *pirámide del sector espacial* (Leloglu & Kocaoglan, 2008, citado en Conpes, 2020, p. 13), “que implica un incremento gradual de la capacidad tecnológica, así como la inserción del país en eslabones cada vez más sofisticados de la cadena de valor de dicho sector” (Conpes, 2020, p. 13).

Para el caso aquí analizado, la capacidad tecnológica actual se limita al satélite de observación Facsat-1, en operación y de propiedad de la Fuerza Aérea Colombiana. Un pequeño aparato de cuatro kilos, cinco años de vida útil y disponible cuatro horas al día sobre territorio colombiano (Cruz, 2020).

Como respuesta a la segunda problemática, y dentro de la línea de acción denominada “Cierre de brechas de capacidades en innovación, emprendimiento y transferencia de conocimiento y tecnología” (Conpes, 2020, p. 34), se ha decidido perseguir la dinamización de la oferta de servicios satelitales que el Facsat-1 (Cruz, 2020) y el futuro Facsat-2 (FAC, 2019) puedan brindar.

Igualmente, dentro de la respuesta a esta misma problemática, pero en la línea de acción nominada “Generar condiciones para incrementar la demanda de bienes y servicios espaciales” (Conpes, 2020, p. 35), se ha definido realizar “un estudio costo-beneficio sobre las diferentes alternativas de adquisición de infraestructura espacial de observación de la Tierra” (Conpes, 2020, p. 36), estudio que, según se especifica, debe considerar entre las posibilidades a las concesiones o alianzas público-privadas —figura regulada por el régimen jurídico colombiano— como formas de financiamiento, para el caso de adquirir un satélite de observación.

En este punto, no deja de ser llamativo que la posible adquisición de infraestructura satelital haya sido situada en una línea de acción diferente a la de

cierre de brechas, en particular cuando esta última incluye la transferencia de conocimiento y tecnología.

Otro patrón que vale la pena resaltar es el amplio uso que se hace en toda la extensión del documento, de información brindada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el ente con más referencias citadas en el texto (Conpes, 2020, p. 44). Una de tales citas, y de contenido relevante, menciona tres grandes tendencias del sector espacial en el mundo:

En primer lugar, estas tecnologías ya no se restringen al campo militar (...) En segundo lugar, los inversores y empresas privadas encuentran en la industria espacial un espacio cada vez más amplio y atractivo para el desarrollo de sus actividades (...) En tercer lugar, el acceso a los beneficios del Espacio ya no está restringido a un número exclusivo de países. (OCDE, 2013, 2018, citado en Conpes, 2020, p. 8)

La participación cada vez más amplia de agentes privados en el sector espacial que señala la OCDE está reflejada en la Problemática 2.

Un punto central para este trabajo tiene que ver con el posicionamiento dado a esta misma problemática, que tal y como fue redactado, al pie de las otras dos problemáticas, provoca cierta disonancia. Basta con una primera y rápida lectura con un somero nivel crítico, para discernir cómo las problemáticas 1 y 3 están dirigidas a aspectos primarios o básicos de una iniciativa compleja, exigente en recursos y de carácter público, pero además transversales, al considerar la existencia y circunscripción a una estrategia, así como la existencia de un entorno institucional favorable.

La Problemática 2 está planteada de manera diferente: se podría situar en un nivel de aspectos base a la *ausencia de información* como un componente transversal más, que junto a los de estrategia e institucionalidad interactúan entre sí y en todas las direcciones. Sin embargo, en su redacción los hacedores de políticas han concatenado de manera

expresa el concepto barreras de entrada; textualmente “*barreras de entrada a la iniciativa privada*” (Conpes, 2020, p. 3). Cuando se compara con el modo explícito como se compusieron las problemáticas 1 y 2, dicha concatenación parece intencionalmente dirigida. Y aquí cabe otra observación relevante: el uso del concepto *barreras de entrada* a lo largo del documento puede verse aparejado con el concepto de *fallas de mercado*. Se hace una recopilación de tales apariciones en la Tabla 2.

Nótese cómo en la última aparición, la falta de información se relaciona textualmente con *fallas de mercado*, en un reemplazo —¿voluntario o involuntario?— de *barreras de mercado*. Además solo entonces la cuestión transversal de falta de información (Problemática 2) se sitúa de manera explícita en relación con las otras dos problemáticas —gobierno y articulación—.

## Conclusiones

Partiendo de un análisis del dúo problemáticas-estrategias contenido en el Conpes 3983, se ha

puesto de relieve que dos conceptos económicos vinculados —barreras de entrada y fallas de mercado— son una guía central para la concepción de la primera política de desarrollo espacial colombiana explícitamente concebida. Tales conceptos son constituyentes de una selección particular, y pertenecen, dentro del plano económico, a una “forma de ver el mundo -modelo cognitivo-” (Aristimuño y Aguiar, 2015, p. 47), que en este caso se desplegaron a través de problemáticas-estrategias prescritas de modo que resultan funcionales entre sí.

Con la intención de realizar un examen adicional del uso del concepto *fallas de mercado*, y partiendo del hecho de que en el texto Conpes 3983 se señala que la política de desarrollo espacial debía estar alineada con el documento Conpes 3866 “Política nacional de desarrollo productivo”, se efectuó una revisión de este último. Allí se define una política de desarrollo productivo como “un conjunto de instrumentos sectoriales y transversales para resolver fallas de mercado” (Conpes, 2016); de ahí en adelante y a lo largo del texto, esta última acepción resulta omnipresente. Dado que Conpes 3866 contiene una política dirigida a varios sectores, el uso de los dos conceptos antes mencionados no

**Tabla 2. Apariciones en el Conpes 3983 del término barreras de entrada junto al de fallas de mercado**

<p>Sección 2. Antecedentes y Justificación. Refiriéndose a las tres problemáticas, se lee: “Definir soluciones para reducir barreras y fallas de mercado que habiliten el emprendimiento y la inversión en el sector espacial” (CONPES, 2020, p. 11)</p>
<p>Sección 3. Diagnóstico. Se profundiza la conexión entre fallas de mercado e información apelando al uso de más terminología económica: “la iniciativa privada en el desarrollo de tecnologías espaciales encuentra dos tipos de limitantes: (i) dificultades en el acceso a financiamiento (...) (problema ocasionado por la falla de mercado conocida como asimetrías de información)” (CONPES, 2020, p. 19)</p>
<p>Sección 3. Diagnóstico. Un poco más adelante, el texto reza: “teniendo en cuenta la escasa información del sector en el país, se requiere la intervención del Estado para dimensionar las fallas de mercado, de gobierno y de articulación” (CONPES, 2020, p. 20).</p>

Fuente: elaboración propia, con base en Conpes (2020).

solo aplicaría a Conpes 3983; por el contrario, serían muy probables guías para más políticas de desarrollo colombianas.

En cuanto a la forma en que se concibe el despliegue de política para la situación analizada, se hace visible su ajuste al modelo anidado multinivel propuesto por Howlett (2009, citado en Valdivieso, 2011), cuando señala, como ejemplo textual de un “nivel intermedio de lógicas de régimen de política” perteneciente a un modo de gobernanza particular, el concepto de fallas de mercado. Que, siguiendo el despliegue completo del modelo, determinaría una serie de tipos de planes operacionales: para el caso que aquí se estudia, las estrategias y planes de acción formulados en respuesta a las problemáticas situadas.

Así pues, las disonancias señaladas en la sección de análisis de la Problemática 2, serían signo del esfuerzo empleado para darle cierto sentido racional a una forma de interpretar la realidad desde un particular modelo cognitivo o referencial (Muller, 2002); que no deja de ser una selección porque proceda de un organismo denominado técnico (el DNP).

¿Qué estaría impulsando al DNP, como organismo elaborador de los Conpes 3983 y 3866, a seleccionar y adoptar ciertas fuentes o conceptos y no otros? esta situación se amolda a dos ámbitos de análisis derivados de Aristimuño y Aguiar (2015): En el ámbito de lo institucional, al menos en el caso del 3983, la utilización mayoritaria de escritos de la OCDE como principal fuente de información recuerda la capacidad de ciertas instituciones de cooperación que logran disciplinar objetivos a alcanzar y normalizar los debates de expertos. En cuanto al ámbito de lo teórico, el uso justificado del dúo barreras de entrada y fallas de mercado es difícil de pensar si estuviesen ausentes un grado de consenso y visibilidad académico alrededor de ambos términos en calidad de desarrollos teóricos, limitando así el abanico de alternativas de política consideradas como plausibles.

A partir de estas evidencias se abre una serie de interrogantes para plantear en futuros trabajos

de investigación. Uno de estos, fundamental, es cómo este posicionamiento económico afecta la eficiencia y eficacia de los cursos de acción propuestos en esta política, y qué beneficios/beneficiarios terminaría generando. Otro podría ser el del nivel de inversión pública en I+D para temas espaciales que, como se ha expuesto, en Conpes 3983 no figura como causa ni como elemento central para las estrategias y líneas de acción. Quizás uno de esos focos resulte ser el punto partida para que por fin Colombia tenga una estructura satelital propia, inicial, pero adecuada. ¿Sería así posible generar información como para que las barreras de mercado disminuyan y los inversores privados se atrevan a dar el salto? En estos términos, cabe otra pregunta: ¿hasta qué punto el Estado debe invertir como para que los privados participen? ¿Será más bien que en el referencial actualmente utilizado por los *policy makers* hay una confianza demasiado optimista en lo que el sector privado *per se*, solitariamente, puede llegar a hacer?

Otra serie de hallazgos podrían exponerse y servir para análisis futuros, por ejemplo, la inclusión en el texto de temas de agregación de demanda y desregulación de oferta dentro de las líneas de acción, mientras discusiones como los niveles de inversión en I+D no se incluyen; contradicciones en las estimaciones de gasto estatal total en imágenes satelitales al año, así como en las estimaciones del costo de satélites de observación; que en las evaluaciones económicas de las propuestas —histórica razón de su descarte—, y más allá de la escasez de recursos financieros, no se cuantifiquen los retornos a largo plazo en empleos esperados, empresas potenciales a crear y por ende en recaudación tributaria; la consideración de las ventajas comparativas que se hace en el Conpes 3983 mientras las ventajas competitivas pueden ser pocas o nulas; etcétera.

Una mención final que corresponde no pasar por alto: el contenido y la bibliografía del Conpes 3983 permiten inferir una poca o nula participación de los científicos y la academia locales en su estructuración. Cabe señalar que esto sería una continuación de episodios pasados: las revisiones de los Conpes para actividades espaciales anteriores al 2020 arrojan que en solo dos ocasiones aparece

referenciado Colciencias, a pesar de haber sido responsable de las funciones del actual Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación por más de 50 años.

El futuro dará la oportunidad de apreciar el nivel de acierto de esta política, salvo que los vaivenes económicos y políticos se interpongan. De todas

maneras, a través de este trabajo se aporta evidencia sobre las selecciones conceptuales subyacentes, y cómo dichas selecciones de “ese mundo de lo posible y lo deseable” (Aristimuño y Aguiar, 2015, p. 48), pueden ser abordadas como resultado de interacciones sociales, más que como puros productos técnicos.

---

## Referencias bibliográficas

- Agencia Nacional del Espectro (ANE). (22 de febrero de 2016). *Comunicado sobre la APP “Desarrollo del sector espacial e infraestructura satelital para Colombia”*. Recuperado de: <https://web.archive.org/web/20160325220709/http://ane.gov.co/index.php/comunicado-sobre-la-app-desarrollo-del-sector-espacial-e-infraestructura-satelital-para-colombia.html>
- Arias, X. (25 de septiembre de 2014). Sin satélite propio, Colombia sigue atrás en la conquista del espacio. *Enter.co*. Recuperado de: <https://www.enter.co/empresas/innovacion/sin-satelite-propio-colombia-atrasada-en-la-conquista-del-espacio/>
- Aristimuño, F. y Aguiar, D. (2015). Construcción de las políticas de ciencia y tecnología en Argentina desde 1989 a 1999: Un análisis de la concepción de las políticas estatales. *Redes*, 40, 41-80.
- Conpes (1977, 24 de marzo). *Proyecto de un satélite colombiano para comunicaciones domésticas*. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/1421.pdf>
- Conpes (25 de marzo de 2009). *Lineamientos para implementar el proyecto satelital de comunicaciones de Colombia*. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3579.pdf>
- Conpes (2010, 6 de agosto). *Lineamientos para la formulación del programa nacional de observación de la tierra que incluya el diseño de un programa satelital colombiano*. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3683.pdf>
- Conpes (2016, 8 de agosto). *Política nacional de desarrollo productivo*. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3866.pdf>
- Conpes (2020, 13 de enero). *Política de desarrollo espacial: condiciones habilitantes para el impulso de la competitividad nacional*. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3983.pdf>
- Cruz, S. (2020, 10 de mayo). Así es como desde Cali se controla el único satélite en órbita de Colombia. *El País*. Recuperado de: <https://www.elpais.com.co/judicial/asi-es-como-desde-cali-se-controla-el-unico-satelite-en-orbita-de-colombia.html>
- Decreto 2442 de 2006. Por el cual se crea la Comisión Colombiana del Espacio. Bogotá, Colombia, 18 de julio de 2006.
- Decreto 2500 de 2005. Por el cual se modifica el artículo 3 del Decreto 627 de 1974. Bogotá, Colombia, 19 de julio de 2005.
- Decreto 2516 de 2013. Por el cual se crea el Programa Presidencial para el Desarrollo Espacial Colombiano - PPDEC. Bogotá, Colombia, 15 de noviembre de 2013.
- Decreto 3517 de 2009. Por el cual se modifica la estructura del Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, Colombia, 14 de Septiembre de 2009.

- Decreto 627 de 1974. Por el cual se reestructura el Consejo Nacional de Política Económica y Social y el Departamento Nacional de Planeación. Bogotá, Colombia, 10 de Abril de 1974.
- Departamento Nacional de Planeación - DNP (s. f.). *El Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES*. Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/CONPES/Paginas/conpes.aspx>
- Departamento Nacional de Planeación - DNP (s. f.) *DNP - Acerca de la Entidad*. Recuperado de: <https://www.dnp.gov.co/DNP/Paginas/acerca-de-la-entidad.aspx>
- FAC - Fuerza Aérea Colombiana. (2019, 14 de marzo). *Así avanza el ensamblaje del prototipo del FACSAT-2*. Recuperado de: <https://www.fac.mil.co/as%C3%AD-avanza-el-ensamblaje-del-prototipo-del-facsat-2>
- Gaviria, E. (2019, 26 de julio). Colombia reclama derechos sobre espacio ultraterrestre. *El Tiempo*. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/opinion/columnistas/enrique-gaviria-lievano/colombia-reclama-derechos-sobre-espacio-ultraterrestre-columna-de-enrique-gaviria-lievano-393746>
- Muller, P. (2002). *Las políticas públicas*. Bogotá: Ed. Universidad Externado de Colombia.
- Oszlak, O. (2006). Burocracia estatal: política y políticas públicas. *PostData Revista de Reflexión y Análisis Político*, 11. Recuperado de: <http://www.oscarozslak.org.ar/images/articulos-espanol/Buroc%20est%20pol%20y%20pols%20pub.pdf>
- Oszlak, O., O'Donnell, G. (1995). Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia de investigación. *Redes*, 4, 97-117.
- Salomon, J. (1991). Tecnología, diseño de políticas, desarrollo. *Redes*, 1(1), 9-26.
- Téllez, L. (2014, mayo). *Satélites de telecomunicaciones en Colombia. Pasado presente y futuro*. Tesis de posgrado. Recuperado de: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/16157/u686173.pdf>
- Valdivieso, G. (2012). Michael Howlett, *Designing Public Policies: Principles and Instruments*. Abingdon, Routledge, 2011. *Revista Opera*, 12, 241-245.
- Vicepresidencia (2020a, 14 de enero). *Colombia le apuesta a la industria espacial*. Recuperado de: <https://mlr.vicepresidencia.gov.co/Paginas/prensa/2019/Colombia-le-apuesta-a-la-industria-espacial.aspx>
- Vicepresidencia (2020b, 10 de agosto). *LOGROS DOS AÑOS / Colombia, con la mira en el Espacio para aumentar la competitividad*. Recuperado de: <https://mlr.vicepresidencia.gov.co/Paginas/prensa/2020/LOGROS-DOS-ANOS-Colombia-con-la-mira-en-el-Espacio-para-aumentar-la-competitividad.aspx>
- 

## Artículos periodísticos

- Colombia da pasos en la aventura espacial con lanzamiento de satélite propio (2015, 12 de abril). *El Herald*. Recuperado de: <https://www.elheraldo.co/tendencias/colombia-se-lanza-la-aventura-espacial-191080>
- Ironías de la tecnología en Colombia (2016, 13 de febrero). *Dinero*. Recuperado de: <https://www.dinero.com/actualidad/articulo/analisis-sobre-la-tecnologia-satelital-en-colombia/219250>
- Nanosatélite de Colombia orbitará la Tierra(2018, 18 mayo). *La Patria*. Recuperado de: <https://www.lapatria.com/ciencias/nanosatelite-de-colombia-orbitara-la-tierra-416298>

## 5. La relación entre conocimiento y creación de riqueza en el discurso de la OCDE (1961-2019)

### Introducción

A partir de series temporales de los EE.UU. que relacionan año de graduación con cantidad y tipo de egresados (desde secundarios hasta doctorados), Zukerfeld (2010, pp. 244-245) reafirma la idea habitual de que no existe un cambio en la tendencia creciente durante la transición entre el capitalismo industrial y el informacional. Sin embargo, al cambiar la relación de variables, esta vez entre el año, tipo de egresado y el Producto Bruto Interno (PBI), se demuestra que alrededor de la década del 70 las curvas se vuelven descendentes.

Lo que surge del trabajo de Zukerfeld (2010) es que bajo la órbita de la “sociedad del conocimiento”, desde donde se declama la importancia que la educación formal —en particular la de posgrado— tiene sobre el crecimiento económico, los conocimientos subjetivos no formales son los que tienen incidencia económica positiva, *al menos en los sectores informacionales*.

Es pertinente aclarar dos conceptos desde el marco conceptual del materialismo cognitivo con respecto a la categoría “conocimiento”. Se hará referencia en este trabajo al conocimiento cuyo soporte es la subjetividad humana, esto es, al que se puede situar en una mente individual; o, en palabras de Zukerfeld (2017):

Esos conocimientos con un portador subjetivo

a los que podemos acceder a través de una recolección consciente de los recuerdos son conocimientos explícitos (memorias explícitas o declarativas): una fecha, un nombre, una forma de realizar un movimiento. En cambio, los que se activan inconscientemente y sin intención son conocimientos implícitos (memorias implícitas o de procedimiento): conocimiento que nos permite andar en bicicleta, hablar un idioma con fluidez o reconocer una cara (p. 66).

Se trata de explorar en este trabajo cómo ciertos enunciados quedaron sedimentados en el “sentido común”, de forma tal que llevan a considerar a los hallazgos de Zukerfeld como paradójales o contraintuitivos. Para ello se considerará al enunciado “más títulos de grado y posgrado implican más crecimiento económico” como un esquema de comprensión (en lo sucesivo *esquema*) en el sentido que Anthony Giddens (2015) le otorga al concepto:

Esquemas de comprensión son los modos de prefiguración integrados en los reservorios de saber de los actores, que se aplican reflexivamente para el mantenimiento de una comunicación. Los reservorios de saber que los actores aprovechan en la producción y reproducción de una interacción son los mismos que les permiten producir relatos, ofrecer razones, etc. (p. 65).

Estos esquemas, puestos en circulación discursivamente por grupos sociales específicos, —entre ellos, los economistas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y el Banco Mundial— permitieron organizar fenómenos o eventos dispares que posibilitaron movilizar y legitimar transformaciones sociales.

Con respecto a la OCDE es necesario destacar que desde su creación hasta la actualidad no defiendo, salvo con matices, el esquema de comprensión citado —el que ya forma parte del acervo social de conocimiento— sino que va desplazando su agenda y enfoques con respecto a la educación. Una periodización que refleja los cambios geopolíticos y económicos que fueron dando forma a las prioridades educativas de la OCDE fue propuesta por Li Xiaomin y Euan Auld (2020) y será presentada de forma resumida más adelante.

## La emergencia del esquema

La puesta en circulación inicial de este esquema ha sido analizada por Julia Resnik (2006), aunque la autora lo circunscribe solo a la educación superior y acota el período de estudio entre 1960 y 1990. Resnik entiende a la relación expansión de la educación superior-crecimiento económico como una caja negra en cuyo contenido se intenta resguardar una certeza evidente e incuestionable. Su estudio propone que en la base de esta caja negra se puede encontrar a las teorías del capital humano, del “factor residual” y la planificación educativa sobre las que se tratará de manera resumida más adelante. A partir de la Segunda Guerra Mundial, la subdisciplina de lo que puede llamarse econometría educativa da un sustento “científico” al esquema en términos cuantitativos y predictivos. Resnik (2006) concluye que:

La adopción de la caja negra de la educación y el crecimiento económico por las organizaciones internacionales (...) mejoró la situación académica de los economistas de la educación y al mismo tiempo fomentó la expansión y el empoderamiento de estas organizaciones,

transformándolas en los “gerentes de la educación mundial” de la expansión educativa mundial (p. 3).

### Capital humano

Al estudiar el desarrollo económico de posguerra en Europa, que había superado en gran medida la tasa de crecimiento estimada, Schultz (1902-1998) desarrolló la teoría del capital humano, argumentando que la inversión en educación debía analizarse como un factor independiente en la producción, separado del capital financiero pero manteniéndolo bajo su control. Los indicadores que construyó le permitieron examinar la relación entre los recursos humanos y el desarrollo económico. Por ejemplo, encontró una correlación muy positiva entre el índice compuesto de desarrollo de los recursos humanos y el PBI per cápita en dólares de los EE.UU.

### El factor residual

Existe una diferencia entre la tasa a la que crece realmente el PBI y su tasa de crecimiento estimada. Los economistas llaman a esta diferencia el *factor residual*. La teoría del crecimiento neoclásica plantea la hipótesis de que una gran parte de este factor residual se puede explicar por la educación, lo que significa que esta puede contribuir al crecimiento. Por ejemplo, Edward F. Denison examinó el crecimiento económico en EE.UU. entre 1909 y 1957 y encontró que la educación, tanto en términos de mejora de la fuerza laboral como del “avance del conocimiento”, explicó el 43 % del crecimiento económico total.

### Planificación de la educación

Hacia fines de 1950 en EE.UU., los expertos en planificación educativa buscaron formas de evaluar los costos de la educación como parte de los presupuestos nacionales y predecir las necesidades de los sistemas educativos.

Entre todos los que se adoptaron interesa el llamado enfoque de la “mano de obra”, que se

centró en proyectar las necesidades futuras de mano de obra calificada de las que pueda derivarse la futura demanda de productos del sistema educativo. Esto dio lugar a diferentes métodos que pretenden prever las necesidades de los sistemas educativos en relación con las solicitudes económicas, y se convirtió en un actor clave legitimador en la red discursiva sobre la asociación —positiva— entre educación y crecimiento económico.

## La agenda móvil de la OCDE

### *1950-1990: la política de la Guerra Fría y la educación para la recuperación económica y el crecimiento*

De acuerdo con Xiaomin y Auld (2020), en sus inicios la OCDE no tenía injerencia en cuestiones educativas, pero gira hacia esta área debido a la presión de los Estados Unidos sobre tres ejes estratégicos: el éxito del programa espacial soviético de la mano del satélite Sputnik; la educación como uno de los motores del crecimiento económico, y el “nuevo movimiento curricular” de la década de 1950, apoyado por el Ministerio de Finanzas para priorizar la educación científica (ver apartado *Planificación de la educación*).

### *1990-2010: la globalización neoliberal y la comparación de resultados internacionales*

La OCDE tuvo que cambiar su enfoque de la educación a medida que se ampliaba y diversificaba su composición, junto con la inversión en economías de países no miembros. Este cambio de perspectiva se ha manifestado a través de la reformulación de la educación como elemento central de la competitividad económica nacional impulsada por los discursos de capital humano y los vinculados a "la economía del conocimiento" (Xiaomin y Auld, 2020, p. 7).

En lo que se denomina “giro comparativo”, su discurso pasa de centrarse en los insumos a hacerlo en los productos, comparando diferentes Estados

nacionales contra una serie de criterios estandarizados. La creación en 1997 de las evaluaciones PISA (Programme for International Student Assessment; en castellano, Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes) para alumnas y alumnos de 15 años es el mejor ejemplo de este giro.

Volviendo a la llamada economía del conocimiento, el primer documento publicado por la OCDE (1996) al respecto muestra las primeras inconsistencias del esquema titulación/producto:

El advenimiento de la economía basada en el conocimiento plantea interrogantes sobre la eficiencia y la equidad de la educación y la capacitación en lo que también debe ser una "economía del aprendizaje". Tradicionalmente, los economistas han medido el desarrollo del capital humano en términos de *proxies*, como, por ejemplo, años de educación o experiencia. Esas medidas no reflejan la calidad de la educación o el aprendizaje ni los rendimientos económicos de la inversión en educación y capacitación (p. 41).

En un anticipo del por qué se compararán al año siguiente resultados de aprendizaje en jóvenes de 15 años, en el mismo documento se lee que:

La conclusión de que la inversión en capital humano puede generar crecimiento económico se puso de manifiesto en un estudio que mide el porcentaje de personas en edad de trabajar que asisten a la escuela secundaria y los efectos en los niveles de productividad (OCDE, 1996, p. 41).

A su vez, las conclusiones del documento comienzan a tomar en cuenta la importancia de los conocimientos de soporte subjetivo implícitos al reconocer que

Las contribuciones de la I+D al crecimiento de la productividad, los efectos económicos de las redes informáticas y de información, el papel del aprendizaje tácito y las interacciones económicas formales e informales son algunos de los fenómenos que actualmente nos escapan (OCDE, 1996, p. 43).

## 2011-2030: los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), PISA-D (para el Desarrollo), bajo el “giro humanitario”

La Declaración de Visión de la OCDE (OCDE, 2011b), publicada en su 50 aniversario, marcó una expansión en materia educativa. En ese documento se expone la visión de un nuevo paradigma para el desarrollo que incluiría: a) ampliar la pertinencia de la evaluación PISA-D para establecerla como un sistema métrico verdaderamente global; b) ampliar el alcance de la evaluación a ámbitos no cognitivos, definidos en un nuevo marco de aprendizaje como “competencias transformativas”; y c) complementar sus nuevos marcos de evaluación mediante el diseño de los planes de estudio y el Marco de enseñanza 2030, que tiene por objeto identificar las nuevas “competencias transformadoras” (Xiaomin y Auld, 2020, p. 8).

Durante este período hubo un amplio consenso entre los miembros influyentes en el sentido de que las inversiones en educación no habían producido beneficios proporcionales en los resultados, seguido del llamamiento a una mayor rendición de cuentas mediante la determinación de normas mínimas básicas de calidad de la educación. La OCDE, en asociación con el Banco Mundial, influyó en la configuración y promoción de este discurso y en la decisión de la Unesco de identificar los estándares mínimos básicos de calidad de la educación bajo los ODS.

En cuanto al discurso cognitivo-económico anteriormente dominante, que afirmaba que *la mejora de los resultados de la evaluación PISA conduce al crecimiento económico*, deben hacerse dos observaciones: en primer lugar, podría ocurrir que se dé cada vez más por sentado este supuesto y que su referencia explícita parezca innecesaria —cosa que al menos no sucedió en el país, con excepción de muestras de pánico moral sobre los magros resultados de los jóvenes argentinos en matemática y lengua—. En segundo lugar, el discurso cognitivo-económico tiene defectos de facto en sí mismo, y su validez ha sido cuestionada de manera significativa por varios análisis estadísticos.

Dada esta limitación, la OCDE está combinando progresivamente los objetivos económicos y sociales de medición y el aspecto más humanitario de sus contribuciones. El beneficio de este “giro humanitario” es que, una vez que se ha establecido un nuevo esquema en el cual “la evaluación es un derecho humano”, el discurso se vuelve mucho más fuerte y se torna muy difícil oponerse.

## Intermezzo

Sin negar la importancia de los saberes titulados en distintos sectores productivos como una de las variables en la creación de la riqueza, el esquema interpretativo aún circulante en un período en que cambia la relación entre titulación y producto merece ser comprendido desde otras posiciones.

En el período capitalista informacional, en el que se insiste en que a mayor titulación mayor producto, es cuando las titulaciones pesan menos. Para las causas de este desacople puede apelarse a tres razones —no exhaustivas— que ofrece Zukerfeld (2020): saberes con poco o nulo impacto en el aparato productivo; saberes productivos adquiridos en la universidad sin necesidad de llegar a la titulación; y saberes productivos obtenidos por fuera de la universidad.

Acordando con estas tres razones, si el hecho de que las habilidades relacionadas con el trabajo no suelen ser aprendidas en entornos educativos formales —o al menos sin depender de su finalización—, sino que más bien se adquieren en el trabajo y/o a través de redes informales, ¿por qué la insistencia en la adquisición de titulaciones? Desde el ámbito educativo (incluyendo aquí las políticas ministeriales) se presenta al país como poseedor de cierta proporción de titulados dentro de la población general. De esta forma quienes gestionan el nivel educativo superior son incentivados a aumentar la cantidad de egresados.

Una hipótesis no alternativa, sino quizás suplementaria, basada en el trabajo de Randall Collins (2013), es que en la medida en que la inseguridad

en el mercado laboral ha aumentado y que el Estado neoliberal reduce su papel en el empleo directo, la educación formal se vuelve más profundamente implicada en una “carrera armamentista” global por el acceso a los recursos sociales, certificados de grado y oportunidades de empleo viables.

En este contexto Collins ve a la posesión de titulaciones y la expansión de la educación como una “válvula de escape” para mitigar el desempleo tecnológico, al que considera una amenaza inminente. Esto es pertinente en particular para la clase media, para la cual la educación puede actuar como una forma de “keynesianismo oculto”, que tanto desvíe como absorba las inseguridades estructurales asociadas con el avance de la automatización y la precarización del empleo. ¿Cómo opera entonces para el autor este proceso?

En primer lugar, la educación formal funciona como un proyecto de “obra pública” masiva que emplea a un gran número de educadores, administradores, personal de servicios y personal auxiliar (de todos modos, estos trabajadores corren el riesgo de quedar obsoletos debido a la integración digital del aprendizaje virtual, los MOOC —Massive Online Open Courses— y los sistemas de aprendizaje adaptativos por inteligencia artificial), lo que impulsa el dinero a economías que se debilitan.

En segundo lugar, y quizás un punto debatible la expansión educativa restringe el flujo de mano de obra hacia el sector laboral, manteniendo así las tasas formales de desempleo y subempleo artificialmente bajas. Y, si bien aún incipiente en Argentina, podemos agregar aquí que la expansión educativa en los EE.UU. también es una creciente fuente de ganancias a través de la privatización generalizada de los servicios educativos.

Sobre el último punto, y aunque Collins refiere a un nivel macro de privatización de los servicios educativos en EE.UU., podemos relacionarlo con el desacople evidenciado por Zukerfeld (2020) en cuanto a los saberes desatendidos por la universidad pública respecto de saberes informacionales requeridos por el sector productivo, y que son suministrados por la educación virtual con fines de lucro

de forma puntual y acotada en el tiempo (por ejemplo, la Universidad Siglo XXI).

## Conclusión

Las posiciones relativas a políticas educativas sugeridas por la OCDE a lo largo de los períodos que se exploran en el presente trabajo de ninguna forma pueden considerarse como excluyentes ni en sincronía con las demandas del sector productivo. E incluso parecen ser contradictorias dentro de un mismo período.

Del discurso de la OCDE no pueden extraerse datos que evidencien una primacía de los conocimientos de soporte subjetivo implícitos en cuanto a generación de riqueza. Sí se presentan dudas sobre el impacto de la educación formal en el informe del año 2006, cuyo eje eran los vínculos entre educación, crecimiento económico y resultados sociales. Ello puede observarse en algunos fragmentos:

Sigue existiendo incertidumbre en la investigación sobre la relación entre educación y crecimiento. Tal y como se ha descrito más arriba, sigue sin poder probarse que la educación y los aumentos en las reservas de capital humano afecten al nivel del PIB o a su tasa de crecimiento (OCDE, 2006, p. 162).

Los conocimientos de soporte subjetivo explícito plantean además una serie de dificultades en su medición, ya que incluyen “sólo la educación formal y no tienen en cuenta las habilidades adquiridas durante la formación recibida en el lugar de trabajo y por otras vías, así como la pérdida de habilidades provocada por el desuso” (OCDE, 2006, p. 161).

Es válido plantearse si con posterioridad al año 2006, el esquema de comprensión “más títulos de grado y posgrado implican más crecimiento económico” fue abandonado por el organismo. No parece ser el caso, de acuerdo al resumen educativo del 2019, que se cita en extenso:

A medida que los países se esfuerzan por

responder a las transformaciones económicas, ambientales y sociales —incluidos los avances tecnológicos, el cambio climático y la migración— el capital intelectual se ha convertido en el activo más valioso de nuestro tiempo. El núcleo del capital intelectual es el conocimiento, y el desarrollo y la transferencia de conocimientos es la misión principal de la educación superior. Así pues, la educación terciaria desempeña un papel fundamental para ayudar a las personas y las sociedades a afrontar esos cambios profundos (OCDE, 2019, p. 9).

Al menos en cuanto a la primera observación de Zukerfeld (2010) sobre la evolución de egresados (previa a la relación frente al PBI), el organismo acepta que:

La proporción de la población que obtiene un título de maestría o doctorado se ha mantenido constante a lo largo de las generaciones. Estos títulos siguen teniendo una alta demanda y ofrecen atractivos rendimientos sobre la inversión inicial. Si bien el costo anual promedio es similar al de un programa de licenciatura en más de la mitad de los países de la OCDE, los graduados de estos programas ganan un 32% más, en promedio (OCDE, 2019, p. 9).

De la cita anterior se desprende que el nivel educativo alcanzado sí importa para el crecimiento económico de los individuos, o al menos mejora las oportunidades de empleabilidad frente a aquellas personas con menor cantidad de años de escolarización formal *en general*: un caso particular es el sector informacional (ver Introducción). Lo que no está claro es si la educación importa en el sentido en que los gobiernos —al menos discursivamente— lo transmiten bajo la forma del esquema analizado en el presente trabajo.

Con respecto a la falta de reflejos de las universidades públicas para seguir los cambios demandados por el sector privado, que no necesariamente implican saberes titulados (Zukerfeld, 2020), el organismo advierte que:

A medida que la demanda del mercado de competencias evoluciona más rápidamente de lo que algunas instituciones educativas pueden prever, muchas de estas instituciones están promoviendo vías flexibles hacia la educación terciaria y buscando asociaciones con otros actores, incluidos empleadores, industrias e instituciones de capacitación (OCDE, 2019, p. 9).

Para finalizar, el esquema analizado continúa, aunque atenuado, formando parte del discurso actual de la OCDE; no obstante, pudimos observar que nuevos esquemas interpretativos acerca de las “nuevas competencias y habilidades” también circulan desde el año 2006. En política educativa, la agenda del organismo bajo análisis tanto responde a los cambios que propone la realidad del sector productivo, como a su vez da forma a las percepciones que se tienen sobre ellos. Esto no implica ceder ante ningún tipo de determinismo: la OCDE no pudo lograr sedimentar el nuevo esquema de comprensión: “a mejores resultados en las pruebas PISA, mayor crecimiento económico”, por lo que en los informes anuales sobre educación desde el año 2006, su discurso oscila entre revivir el “viejo” esquema del que trató este trabajo (conocimientos de soporte subjetivo explícitos bajo la forma de saberes titulados de grado y posgrado y su relación con la creación de riqueza) junto con la puesta en circulación discursiva de la importancia de las “competencias transformadoras”, generalmente bajo la forma de conocimientos de soporte subjetivo implícitos.

---

## Referencias bibliográficas

Collins, R. (2013). The end of middle class work: No more escapes. En I. Wallerstein, R. Collins, M. Mann., G. Derulguian, y C. Calhoun (Eds.). *Does capitalism have a future?* (pp. 37-70). New York: Oxford University Press.

- Giddens, A. (2015). *La constitución de la sociedad: Bases para la teoría de la estructuración*. Buenos Aires: Amorrortu.
- OCDE (1996). The Knowledge-Based Economy. En OECD (Eds.). *STI Outlook*. Paris: OECD. Recuperado de: <http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCDE/GD%2896%29102&docLanguage=En>
- OCDE (2006). Los rendimientos de la educación: relación entre la educación, el crecimiento económico y los resultados sociales. En *Panorama de la Educación 2006: Indicadores de la OCDE*. España: Santillana Educación S. L. Recuperado de: [https://www.oecd-ilibrary.org/education/panorama-de-la-educacion-2006\\_9788429409437-es](https://www.oecd-ilibrary.org/education/panorama-de-la-educacion-2006_9788429409437-es)
- OCDE (2018). OECD Future of Education and Skills 2030 Project Background. OECD Publishing. Recuperado de: [https://www.oecd.org/education/2030-project/about/E2030%20Introduction\\_FINAL\\_post%20IWG9.pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/about/E2030%20Introduction_FINAL_post%20IWG9.pdf)
- OCDE (2019). *Education at a Glance 2019: OECD Indicators*. París: OECD Publishing. DOI: <https://doi.org/10.1787/19991487>
- Resnik, J. (2006). International Organizations, the “Education–Economic Growth” Black Box, and the Development of World Education Culture. *Comparative Education Review*, 50(2), 173-195. DOI: <https://doi.org/10.1086/500692>
- Xiaomin, L. y Auld, E. (2020). A historical perspective on the OECD’s ‘humanitarian turn’: PISA for Development and the Learning Framework 2030. *Comparative Education*, 56(4), 503-521. DOI: <https://doi.org/10.1080/03050068.2020.1781397>
- Zukerfeld, M. (2010). *Capitalismo y Conocimiento*. Recuperado de: <http://capitalismoyconocimiento.wordpress.com>
- Zukerfeld, M. (2017). *Knowledge in the Age of Digital Capitalism*. Londres: University of Westminster Press. DOI: <https://doi.org/10.16997/book3>
- Zukerfeld, M. (2020). CS en el Capitalismo Informacional: Desafíos para la educación pública en contextos periféricos. Recuperado de: [https://youtu.be/qdQANupLBPE?list=PL8HnHIVAgr9SNpf6Jj-y\\_wuOhhLm91r8Y](https://youtu.be/qdQANupLBPE?list=PL8HnHIVAgr9SNpf6Jj-y_wuOhhLm91r8Y)

## 6. Política nuclear y política energética en Argentina. El desarrollo del plan nucleoelectrico de la CNEA (1964-1985)

*Manuel José Lugones*

Universidad Nacional de Río Negro, Argentina.

### Introducción

El objetivo del presente trabajo es analizar la intersección entre las políticas nuclear y energética argentinas en el período 1964-1985. A lo largo de este lapso, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) implementó un programa de construcción de tres centrales nucleares de potencia (Atucha I, II y Embalse), en el marco del proceso de ampliación de la potencia instalada del sistema público (SP) de generación eléctrica. Esto implicó avanzar sobre el dominio de las tecnologías del ciclo de combustible nuclear y la producción de agua pesada, así como la creación de un conjunto de empresas asociadas para fabricar y proveer dichos insumos, con el objetivo de asegurar el autoabastecimiento de estos para el funcionamiento de las centrales.

El objetivo que guía el trabajo es indagar cómo se articuló el programa de desarrollo e instalación de centrales nucleares de potencia impulsado por la CNEA con las políticas dirigidas a la ampliación de las capacidades del SP de generación eléctrica. Esto exige abordar un conjunto de aspectos relacionados: en primer lugar, determinar qué lugar ocupó el problema energético en el desarrollo del sector nuclear, y en segundo lugar, identificar cuál fue la importancia asignada a la opción nuclear en el diseño e implementación de las políticas energéticas nacionales.

El análisis de la articulación entre la política

nuclear y la política energética parte de dos supuestos. Primero, las políticas públicas constituyen una respuesta del Estado a un conjunto de cuestiones socialmente problematizadas —en este caso, el autoabastecimiento energético y la autonomía tecnológica en el campo nuclear— que no constituyen decisiones aisladas sino que, por el contrario, se enmarcan dentro de un proceso social en el que intervienen múltiples actores estatales y no estatales, que pugnan por hacer prevalecer sus intereses y definir los temas que deben integrar la agenda pública, y que por lo tanto le dan sentido a las políticas públicas. En consecuencia, el aparato estatal describe una trayectoria errática y contradictoria, en la que se advierten los sedimentos de diferentes estrategias y programas de acción política, que se manifiestan en múltiples formas organizativas y variadas modalidades de funcionamiento que son producto de cómo se fueron dirimiendo las diversas cuestiones sociales que integran la agenda pública (Oszlak, 1980; Oszlak y O'Donnell, 1995).

Por otro lado, si bien el sector nuclear argentino no ha sido uno de los casos de desarrollo científico y tecnológico (CyT) que mayor atención recibió por parte de la literatura especializada, la articulación entre la política nuclear y la política energética ha sido escasamente abordada. Por lo tanto, este trabajo se propone aportar una interpretación sobre el desarrollo del sector nuclear que amplía las explicaciones que han brindado otros estudios, al incluir la variable energética como factor explicativo.

El fin es mostrar cómo el plan nucleoelectrico se estructuró en torno al objetivo central de colaborar con el logro de la autosuficiencia energética del país para atender una demanda creciente de energía eléctrica producto del proceso de industrialización. Esto implicó que la CNEA tuviera que articular la ejecución del plan nuclear con las políticas energéticas implementadas a los efectos de complementarse con ellas. La necesidad de complementación responde al hecho de que el sector nuclear argentino —a diferencia de lo que pasó en otros países como Francia o México— se constituyó como un actor externo al sector energético, en el sentido de registrar una ausencia de mecanismos de interdependencia jerárquica, funcional y presupuestaria. En consecuencia, el despliegue del programa nucleoelectrico fue posible en la medida en que este pudo constituirse en una opción legítima, en términos técnicos y económicos, en el marco de un programa de desarrollo de las capacidades de generación del sistema eléctrico nacional basado en la incorporación de equipamientos capital-intensivos.<sup>1</sup>

El texto se estructura de la siguiente forma: en la primera sección se describe cómo se fue gestando y modificando la agenda pública en torno al problema energético durante el modelo de industrialización sustitutiva (ISI) y cuáles fueron las respuestas elaboradas por el Estado, esto es, cuáles fueron las políticas energéticas adoptadas. En la segunda, se detalla la política nuclear implementada durante este período, dando cuenta de la elaboración y puesta en marcha del programa nucleoelectrico. En la tercera, se analiza la articulación entre la política nuclear y la política energética. En la cuarta, se indaga el proceso de cancelación del plan nuclear a mediados de la década de 1980. Finalmente, en la quinta se presentan las principales conclusiones del estudio.

## La agenda energética durante la ISI

En el marco del proceso de industrialización iniciado en la década de 1930, el factor energético fue adquiriendo una importancia creciente dentro de la agenda pública, al percibirse la persistencia de una

serie de elementos estructurales que limitaban el proceso de desarrollo. Así, es posible identificar tres ejes que moldearon las políticas energéticas implementadas durante la ISI.

En primer término, el ascenso de una corriente industrialista dentro de las Fuerzas Armadas (FF.AA.) a partir de la década de 1920, cuyo principal exponente fue el entonces coronel Manuel Savio, logró introducir en la agenda pública la necesidad de avanzar en el control nacional de los recursos naturales y la autosuficiencia energética como factores claves para garantizar la soberanía nacional, la independencia económica y el liderazgo regional (Solberg, 1986; Potash, 1982).

En segundo término, a medida que fue avanzando el proceso de industrialización y con ello la demanda de energía, el SP de generación mostró una recurrente insuficiencia en la oferta de electricidad, que obligó a las empresas industriales a incurrir en costos adicionales para garantizarse el abastecimiento de energía a través de la autoproducción (AP) (Guzmán y Altomonte, 1982).

En tercer término, en tanto que los hidrocarburos se fueron constituyendo en la principal fuente de energía, la insuficiente producción de petróleo respecto a la demanda del sistema obligó a cubrir las carencias de combustible con importaciones, lo que generaba, por un lado, una creciente presión sobre la balanza de pagos, contribuyendo a la restricción externa de la economía (Kozulj y Bravo, 1993; Rapoport, 2010), y por el otro, una menor disponibilidad de hidrocarburos para su utilización como materias primas en determinadas actividades como la petroquímica, que no admiten su reemplazo por otras materias primas.

En función de dichos elementos, desde la década de 1940 se implementaron diversas políticas energéticas que se propusieron, en líneas generales, lograr la autosuficiencia energética. Las principales diferencias entre las distintas etapas que se pueden identificar dentro del período bajo análisis se asocian a si las medidas implementadas contemplaban al sector en su conjunto o quedaban limitadas a la resolución del problema del petróleo

(Suárez, 1975).

No obstante estas diferentes etapas de la política energética, para mediados de la década de 1960, las políticas impulsadas tendieron a la diversificación de las fuentes energéticas, esto es, a modificar estructuralmente la matriz de generación eléctrica mediante la ampliación del uso de aquellos recursos que se encontraban subutilizados —principalmente los hidroeléctricos— y la sustitución de los hidrocarburos en la generación de electricidad. Y sobre la base de previsiones que estimaban elevadas tasas de crecimiento del producto bruto interno, y por lo tanto de la demanda de electricidad, motorizadas por el proceso de industrialización, el plan de inversiones en equipamiento eléctrico se orientó hacia la selección de grandes equipos intensivos en capital.

Sobre estos elementos, en 1964 se lanzó un plan de equipamiento eléctrico que se sostuvo en estos principios hasta mediados de la década de 1970, en función de su articulación con una política industrial dirigida a garantizar la reproducción ampliada del capital a través de la inversión pública y el poder de compra del Estado. Ello permitió la expansión de una nueva cúpula empresarial posteriormente denominada la “patria contratista”, a partir de la generación de un complejo estatal-privado que derivó en la conformación de un ámbito privilegiado de acumulación (Castellani, 2008).

## La agenda nuclear durante la ISI

Hacia fines de la década de 1940 la Argentina ponía en marcha su plan de desarrollo de la tecnología nuclear con el lanzamiento del “Proyecto Huemul”. Tras el fracaso del mismo, el plan nuclear se orientó al desarrollo de capacidades propias focalizado en el objetivo de avanzar en la autonomía tecnológica. En este marco, el aprovechamiento de la energía nuclear para la generación de electricidad se definió tempranamente como uno de los objetivos prioritarios para la CNEA, teniendo en cuenta que en 1955 el entonces presidente de la institución indicó que el desarrollo nuclear se debía orientar en ese sentido a

través del uso de combustibles nucleares de fabricación nacional, para evitar tener que depender de proveedores externos.

Entre 1955 y 1964, la CNEA avanzó en la exploración del potencial aprovechamiento de la energía nuclear para la generación eléctrica. Si bien se evaluaron diversas alternativas tecnológicas, la preferencia estuvo desde un principio en los reactores de potencia que utilizan uranio natural como combustible, y de allí el interés por el programa nuclear inglés, no solo por su orientación hacia el uranio natural, sino también por su estructuración orientada a la creación de una industria nuclear (Csik, 1964). Para el final de este período, se indicaba que se habían acumulado las capacidades necesarias para iniciar un programa tendiente a incorporar la energía nuclear al desarrollo energético nacional (CNEA, 1964). Asimismo, se concluía que el desarrollo mundial de la nucleoelectricidad había redundado en que el costo de generación se tornara más competitivo —con relación a centrales térmicas convencionales de igual tamaño— para unidades de base en zonas de alto costo de energía. El mercado eléctrico del Gran Buenos Aires-Litoral cumplía las condiciones para incluir generación nucleoelectrónica dada la necesidad de energía de base, la alta demanda de electricidad y la insuficiente oferta del SP (Alegria, Csik, Nasjleti, Papadópolos y Quihillalt, 1964).

A partir de 1964, la puesta en funcionamiento de un programa nucleoelectrónico con motivo del inicio de los estudios para la construcción de la central nuclear de Atucha I permitió lograr una elevada integración funcional del sector nuclear, la cual se puede apreciar en la importancia que adquirieron —en términos de aplicación de recursos financieros y humanos— las áreas encargadas de su implementación, así como en la estrategia de asistencia técnica y transferencia de tecnologías a las empresas que participaron del plan. Asociado al objetivo de autonomía tecnológica, la implicancia de la CNEA en el proceso de industrialización se organizó, principalmente, en torno al desarrollo de proveedores de componentes electromecánicos e insumos nucleares para las centrales. En función de esto, antes del inicio del estudio de factibilidad de Atucha I, se

afirmó que el país debía construir más de una central nuclear de potencia como herramienta para garantizar el desarrollo de una industria nuclear en el país, dado su carácter de *industria industrializante* (Martin, 1969; Sábato, Wortman y Gargiulo, 1978).

Para mediados de la década de 1970, en el marco de la continuidad de los lineamientos de la política energética tendientes a modificar la matriz de generación eléctrica mediante la sustitución de hidrocarburos, y en el nivel internacional, una fuerte aceleración de la industria nucleoelectrónica en respuesta a la crisis del petróleo, se autorizó, por un lado, la construcción de la central nuclear de Embalse, y por el otro, CNEA elaboró un ambicioso plan nuclear para el período 1975-1985. Este plan proponía que para la década de 1980 se habría alcanzado el total aprovechamiento de los recursos hidroeléctricos, por lo que la incorporación de potencia al SP debía ser necesariamente a través de equipamiento térmico de origen nuclear. Esto suponía elevar el número de centrales nucleares de dos a 11, las cuales debían ser construidas a lo largo de la década de 1980 junto con las facilidades industriales para el abastecimiento de insumos nucleares (Báez y otros, 1973; CNEA, 1974; Castro Madero, 1976).

De esta forma, en 1979, si bien con revisiones (ver tabla N.º 1), se puso en marcha dicho plan nuclear a partir de la autorización para iniciar las obras de la central nuclear de Atucha II, la Planta Industrial de Agua Pesada, la fábrica de elementos combustibles, y se inició, de forma secreta, el proyecto de desarrollo de la tecnología de enriquecimiento de uranio. Si bien el objetivo de conformar una industria nuclear estuvo presente desde finales de la década de 1950, hacia el fin de la década de 1970 se adicionó como elemento que favoreció el proyecto de una industria nuclear, la expansión del mercado nuclear y la posibilidad de constituir al país en proveedor de tecnología en el mercado internacional frente a la decisión de los países desarrollados de bloquear las exportaciones de tecnología a países periféricos tras la detonación por parte de la India de un artefacto nuclear en 1974.

## Política energética y política nuclear durante la ISI

Entre las décadas de 1950 y 1970 es posible observar que, desde el punto de vista de la Secretaría de Energía y Combustibles —la autoridad encargada del plan de equipamiento eléctrico— la inclusión de la opción nuclear fue variando. En una primera etapa

**Tabla N.º 1. Evolución del número de centrales nucleares de potencia contempladas (Plan Nuclear 1970, Plan Trienal 1974-1977, Plan Nuclear 1974 y Plan Nuclear de 1979)**

Año	Plan 1970		Plan Trienal 74-77		Plan 1974		Plan 1979	
1974	CN I	320Mw	CN I	320Mw	CN I	320Mw	CN I	320Mw
1977	CN II	600Mw						
1980	CN III	1000Mw	CN II	600Mw	CN II	600Mw		
1981					CN III	600Mw		
1982			CN III	600Mw				
1984					CN IV y V	1200Mw		
1986					CN VI	600Mw		
1987			CN IV	600Mw	CN VII	600Mw	CN II	600Mw
1988					CN VIII y IX	1200Mw		
1990					CN X y XI	1200Mw		
1991							CN III	600Mw
1994/5							CN IV	600Mw
1997							CN V	600Mw

Fuente: elaboración propia con base en las memorias institucionales de CNEA.

(1958-1964) se esperaba que las inversiones en el sector petrolero permitieran avanzar en el autoabastecimiento de este insumo, por lo que se supeditaba la inclusión de la nucleoelectricidad a un eventual fracaso de la política petrolera, esto es, que no se concretara un incremento sustantivo de la producción de hidrocarburos (Cepal, 1962). En una segunda etapa (1964-1971), en el marco de un plan de equipamiento basado en grandes equipos y de sustitución de hidrocarburos en la matriz de generación, se aceptó la incorporación de la nucleoelectricidad de manera marginal, es decir, para cubrir períodos de carencia de oferta dados los plazos de incorporación al sistema de los grandes proyectos hidroeléctricos, y por una potencia neta no superior a los 300MW (Conade, 1966).

Finalmente, en una tercera etapa (1971-1975), se aprobó la ampliación del parque de generación nucleoelectrónica debido a los atrasos en la puesta en marcha de los complejos hidroeléctricos de Chocón-Cerros Colorados y Salto Grande, y por la posibilidad de incorporar una mayor oferta de electricidad por la extensión del sistema de interconectado nacional. Esto implicó solicitar a la CNEA que incrementara la potencia proyectada de la central de Embalse de 150 a 600MW de potencia neta (PEN, 1973).

Mientras, desde el punto de vista de la CNEA, la estrategia de articulación con el desarrollo del sistema eléctrico nacional atravesó por dos etapas diferenciadas. En una primera etapa (1964-1974), la CNEA supeditó la suma de las centrales nucleares a los períodos de carencia de potencia del SP en función de los plazos de incorporación de los proyectos hidroeléctricos (CNEA, 1965; 1968). Es decir, se prestó especial atención en demostrar la complementariedad entre la nucleoelectricidad y la hidroelectricidad, y con el objetivo de sustituir los hidrocarburos en la generación de electricidad.

En una segunda etapa (1975-1979), el plan nucleoelectrónico se reformuló incrementando de forma significativa la participación de la energía nuclear en el SP a partir de previsiones que adoptaron como supuesto que para 1980 se habría alcanzado la plena utilización de los recursos hidroeléctricos. En consecuencia, la ampliación de potencia

debía ser necesariamente por vía nuclear para sostener el criterio de sustitución de hidrocarburos. Por otro lado, se justificaba la necesidad de aumentar el número de centrales como condición para avanzar en la conformación de una industria nuclear, al garantizarles a las empresas proveedoras un programa de desarrollo a mediano y largo plazo, como requisito para realizar las inversiones necesarias con vistas a desarrollar las capacidades tecnoproductivas que exige el sector (Báez y otros, 1973; Suárez, 1975; Placer, 1985).

A diferencia de la etapa anterior, en la cual la CNEA se interesó de manera especial en garantizar la complementariedad entre el programa nuclear y los objetivos de la política energética, con la formulación del plan nuclear 1975-1985 se observa un primer proceso de desacople entre la política nuclear y la energética. Primer desacople en el sentido de que, si bien dicho plan se formuló teniendo en cuenta los objetivos energéticos, al partir del supuesto del cumplimiento de los mismos para la década de 1980, imponía al sector la opción nuclear como la única alternativa técnica para mantener el crecimiento del SP. Por otro lado, sostener un programa de inversiones en grandes proyectos a desarrollar de forma simultánea, implicó incluir al sector nuclear dentro del complejo estatal-privado de la energía, garantizando la transferencia de recursos a la cúpula empresarial a través de los contratos de provisión de equipos y servicios de ingeniería.

En efecto, a partir del último régimen cívico-militar se observa que se sostuvo un elevado volumen de inversión en el sector eléctrico. La inversión pública total, destinada principalmente a equipamiento eléctrico, se elevó del 15% en la primera mitad de la década de 1960 al 30% para mediados de la década siguiente, por la ejecución de grandes obras de equipamiento hidroeléctrico y nuclear. Esto implicó que la inversión en esta área trepó del 1% anual del PBI en el quinquenio 1960-1965 al 2,3% anual en el período 1976-1984 (Visintini y Bastos, 1987; Guadagni, 1985). En este marco, la participación de la CNEA en las inversiones en el sector energía se elevó del 8,2% al 24,9% en 1983, constituyéndose, detrás de YPF, en el segundo actor en importancia (ver cuadro N.º 1).

Cuadro N.º 1. Distribución de la inversión pública en el sector energía por organismo (1976-1983)

Organismo	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
CNEA	8,2	7,9	8,1	11,3	13,7	18,4	25,9	24,9
YPF	52,1	31,6	42,3	38,9	35,8	33,0	36,3	32,3
AyEE	21,3	31,4	16,9	21,9	25,2	20,8	14,6	12,0
Gas del Estado	4,2	4,9	8,3	6,3	6,3	5,3	3,9	5,6
HIDRONOR	4,6	3,8	2,4	2,7	4,8	6,4	7,9	14,8
SEGBA	6,5	6,1	6,3	7,3	5,0	7,4	6,1	5,4
Ente Binacionales	0,0	11,2	13,6	9,9	7,4	7,6	4,6	4,2
Resto	3,0	3,0	2,1	1,6	1,7	1,2	0,8	0,8

Fuente: Carciofi (1990, pp.114-115).

## Cuestionamientos y cancelación del Plan Nuclear

A partir de las reformas estructurales iniciadas en 1976, y la crisis financiera del Estado que acarreó la crisis de la deuda de 1982, se produjeron modificaciones que alteraron profundamente el escenario energético y, en consecuencia, las variables adoptadas para definir el plan de inversiones en equipamiento eléctrico. Aun cuando en los primeros años (1976-1980) se aprecia una fuerte aceleración de la inversión pública, la cual representó un 11,7% del PBI, que coincidió con el período de mayor inversión en infraestructura física del programa nuclear (Carciofi, 1990), a partir de 1980 se registra una marcada desaceleración de la inversión pública. Para 1983 el valor de las tarifas era aproximadamente un 30% inferior al de 1981. Tal reducción en términos reales de las tarifas de electricidad significó que para cubrir el incremento del costo del kW instalado las empresas y organismos del sector cubrieran sus déficits a través de endeudamiento. Para 1983, la deuda de Agua y Energía Eléctrica (AyEE), la CNEA y Segba ascendía a 4600 millones de dólares (Guadagni, 1985).

Si bien en los planes de equipamiento eléctrico no se incluía la incorporación de centrales nucleares adicionales a Atucha II (cuya construcción se inició en 1979), y que a partir de 1982 se ajustó la

proyección de la demanda en función del estancamiento del sistema productivo nacional, se conservó el criterio de mantener la participación porcentual de la energía nuclear sobre el conjunto del sistema (alrededor del 15%), lo que implicó retrasar la secuencia de entrada en operación de las futuras centrales. De esta forma, según Guadagni (1985) y Visintini y Bastos (1987), la opción nuclear fue adoptada por una decisión política impuesta al programa de optimización energética como obra en construcción de finalización necesaria. Es decir, la planificación de los proyectos seleccionados se resolvió sobre la base de una evaluación externa a los requerimientos del sector eléctrico.

Con el retorno a la democracia en 1983, desde diversos sectores se planteó modificar el plan de inversiones para el sector energético proponiendo, por un lado, adecuar la expansión del sector nuclear a las nuevas necesidades del mismo y las posibilidades de financiamiento. Y por el otro, orientar las inversiones hacia equipamientos térmicos convencionales y cancelar la incorporación de nuevas centrales nucleares por el costo que le imponen al sistema eléctrico. En otros términos, se planteaba que el contexto energético y macroeconómico se había alterado de tal forma que continuar con el esquema de inversión seleccionado entre finales de 1960 y principios de 1970 se volvía incompatible con él.

En ese entonces, las inversiones en el sector energético tuvieron un sesgo hacia equipamientos

intensivos en capital con dilatados períodos de maduración, en el que se aceptó pagar un sobrecosto para garantizar la participación de la industria local. En la selección de los proyectos la tasa de descuento elegida resultó excesivamente baja, hecho que motivó, en el contexto de restricción financiera que se inició con la crisis de la deuda en 1982,<sup>2</sup> una prolongación en los ritmos de ejecución de las obras, con el consecuente incremento de los costos financieros de las mismas. Esta situación se agravó con la reducción en el nivel de las tarifas del sector, inconsistente con los mayores costos asociados a las inversiones en grandes proyectos de generación con una alta inmovilización de capital por kW instalado (Carciofi, 1990; Guadagni, 1985). En este marco, las nuevas autoridades de la Secretaría de Energía sostuvieron que el sector nuclear presentaba como principal restricción la gran cantidad de decisiones de inversión altamente intensivas en capital tomadas por el gobierno saliente, lo que implicaba resolver el problema de la compatibilidad económica y financiera del plan nuclear en marcha (Lapeña, 2014).

El impacto del ajuste económico afectó de manera significativa la capacidad operativa de la CNEA ya que se producía en un momento en el que coincidían la ejecución de un conjunto de obras de gran envergadura: la finalización de la central nuclear de Embalse, el inicio de las obras de la central nuclear de Atucha II y la planta industrial de agua pesada. A estas obras se sumaba la ampliación de las capacidades industriales para la elaboración de concentrados de uranio y la construcción de las plantas de fabricación de elementos combustibles, entre otros proyectos. En consecuencia, las restricciones financieras impusieron al programa nuclear un incremento de sus costos financieros por el atraso y cancelación de obras. Esto trajo aparejado un aumento de las deudas contraídas con el sector privado contratista, por el cual el sector nuclear dejó de participar en el espacio privilegiado de acumulación que constituía el área de energía.

Al igual que en etapas anteriores, la cuestión de los hidrocarburos ocupó un lugar central en la agenda de la política energética. Por un lado, por su importancia sobre la balanza de pagos, y por el otro, por el crecimiento de la participación del gas natural

como fuente energética a partir del descubrimiento y explotación del yacimiento de Loma de la Lata, en la provincia de Neuquén, que junto con el desarrollo de otras áreas, permitieron cuadruplicar las reservas comprobadas. De esta forma, en 1984 se anunció un plan de ampliación de la red de transporte, de sustitución de fueloil y gasoil por gas natural para la generación de electricidad y la ampliación del consumo domiciliario y su utilización en el parque automotor (gas natural comprimido). Asimismo, y derivado de este proceso, se esperaba incrementar la producción de petróleo, para lo cual en 1985 se lanzó el “plan Houston” con el objetivo de promover la participación privada en el sector petrolero. El Plan Energético Nacional 1986-2000 solo contemplaba la incorporación al sistema de la central nuclear de Atucha II, y en el mediano plazo, la participación del sector nuclear se mantendría relativamente baja, por lo cual las nuevas incorporaciones en potencia nuclear quedaron establecidas para mediados de la década de 1990.

En este contexto, la CNEA buscó readecuar el programa nucleoelectrico supeditando el desarrollo del mismo a los nuevos objetivos en materia energética y reforzando los argumentos de complementariedad con otras fuentes de energía, en particular la hidroelectricidad. Por otro lado, desde el interior de la CNEA, algunos actores plantearon que el crecimiento experimentado había desviado a la institución de su principal objetivo (realizar actividades de I+D) para convertirla en un organismo de control de obras y productor de energía. Se impuso entonces un claro límite al programa nucleoelectrico para los siguientes 15 años: además de Atucha II se contemplaba incorporar una cuarta central de 700 MW o dos unidades de 350 MW cada una, a entrar en operación en 1997 y 2000 (Lapeña, 2014). A diferencia de lo ocurrido durante el último régimen cívico-militar, la incorporación de las futuras centrales quedaba sujeta al principio de adecuación económico-financiera y al efectivo cumplimiento de las metas de aprovechamiento hidroeléctrico y retiro de equipamientos térmicos convencionales.

En consecuencia, la modificación del escenario energético —a partir de las siguientes variables: 1) altas tasas de interés en términos reales y baja

capacidad nacional para asumir nuevo endeudamiento externo; 2) caída del precio internacional del petróleo por la expansión de la producción por fuera de la OPEP; 3) descubrimiento de importantes reservas gasíferas; 4) baja perspectiva de crecimiento económico, y por lo tanto, de la demanda de energía; 5) reducción en el valor de las tarifas eléctricas— obligaba a reevaluar “la concepción estratégica” del programa de inversiones, en el sentido de volverlo consistente con las nuevas condiciones económicas y energéticas. En otros términos, las limitaciones presupuestarias y la modificación del contexto condujeron a replantear el esquema de inversiones en favor de equipamientos térmicos convencionales, dado su menor costo por unidad de potencia instalada, su mayor flexibilidad al permitir instalar unidades de menor tamaño, y sus plazos de maduración inferiores a los de las otras alternativas. En consecuencia, se sostuvo que dadas las diferencias entre la evolución real y la proyectada, continuar con el desarrollo de las centrales nucleares implicaba imponer al sistema eléctrico un sobre costo operativo producto del encarecimiento del costo del kWh generado por vía nuclear (Visintini y Bastos, 1987; Guadagni, 1985).

Finalmente, al perderse el objetivo de desarrollo de la nucleoelectricidad, se produjo un debilitamiento de la integración funcional hacia el interior del sector nuclear que facilitó en primer lugar, la posterior desarticulación del sector, al perder la CNEA el control de las centrales nucleares y las funciones de regulación; y en segundo lugar, al decidirse la adhesión del país a los tratados internacionales de no proliferación nuclear.

## Conclusiones

Entre 1964 y 1985 la CNEA pudo articular —no sin cuestionamientos— un programa nucleoelectrico a partir del cual se avanzó en el desarrollo de una industria nuclear y en la promoción de empresas privadas contratistas en el campo de la industria metalmeccánica y la ingeniería. Sin embargo, al modificarse las variables macroeconómicas y el escenario energético, el esquema de crecimiento del sector

adoptado a partir de 1975 comenzó a mostrar rigideces para adecuar los mecanismos de financiamiento y de modificación de objetivos a largo plazo, lo que condujo al cuestionamiento del plan nuclear y su posterior cancelación. Siguiendo a Hurtado (2014), en la década de 1980 se comienza a resquebrajar el régimen tecnopolítico que permitió sostener y dar continuidad al programa nuclear desde 1955.

A lo largo de su desarrollo, a medida que el programa nucleoelectrico fue avanzando, esto condujo a que se constituyera en un “enclave” dentro del sector energía a partir de un progresivo aislamiento de la CNEA respecto de las áreas de toma de decisión en dicho sector. Este proceso fue garantizado, por un lado, por los intereses de ciertos sectores militares en términos de posicionamiento geoestratégico, y por otro, por la nueva cúpula empresarial, para asegurarse la transferencia de recursos públicos a través de los contratos obtenidos como proveedores del programa nuclear.

La articulación entre la política nuclear y la política energética se produjo, por una parte, a partir de que, pese a ser la CNEA un actor externo al sector energía, logró imponer la nucleoelectricidad como una solución técnica y económica a las necesidades de expansión de la potencia del SP de generación eléctrica. Y por otra parte, el programa de inversiones públicas en áreas como la de la energía permitió conectar el plan nucleoelectrico con la política de generación de condiciones para la reproducción ampliada de capital en ciertos sectores industriales considerados estratégicos para avanzar en el proceso de industrialización. La modificación del contexto energético (y con esto, el esquema de selección del equipamiento eléctrico) y la menor capacidad financiera de la CNEA que debilitó su articulación con los intereses de la cúpula empresarial, operaron como factores que determinaron la desarticulación entre la política nuclear y la energética, facilitando la cancelación del programa nucleoelectrico a principios de la década de 1990.

Por último, si bien la política de creación de una industria nuclear permitió desarrollar nuevas capacidades industriales y la internacionalización de

empresas proveedores de servicios de ingeniería (Schvarzer, 1996), al mismo tiempo contribuyó a la consolidación de ciertos actores económicos que conformaron la denominada “patria contratista”. En este sentido, el esfuerzo por conformar una indus-

tria nuclear encontró sus límites en el propio proceso de quiebre del modelo de industrialización y el pasaje a un régimen de valorización financiera.

---

## Notas

<sup>1</sup> Esto no implica desconocer que hubo otros factores que contribuyeron al desarrollo del sector nuclear. Entre otras explicaciones, se puede mencionar su vinculación con intereses estratégicos sostenidos por ciertos sectores de las Fuerzas Armadas (Oszlak, 1976; Bisang, 1995; López, 2007), en un contexto en el cual, a partir de las detonaciones atómicas de Hiroshima y Nagasaki, el control de los recursos uraníferos y la energía nuclear se convirtió en un factor de importancia geoestratégica. Hurtado (2014) sostiene que el desarrollo nuclear puede interpretarse como un proceso de conformación de una *cultura nuclear* en torno a un proyecto de construcción de un *sistema tecnológico*, lo que permitió la configuración de códigos de identidad, sistema de creencias y modos de acción que generaron un entorno institucional, con fuertes rasgos sistémicos, a través del cual se buscó impulsar mecanismos de articulación con otros sectores del Estado y la sociedad, dando lugar a un *régimen tecnopolítico* que fue incorporando diferentes sentidos originados por múltiples actores sociales, los cuales actuaron como sostén del desarrollo nuclear al vincularlo como objetivo de la política nacional. Esta perspectiva analítica se relaciona con los aportes de Adler (1988) y Hymans (2001), quienes concluyen que el desarrollo del sector nuclear argentino fue posible por la construcción de un consenso social que incluyó tanto al peronismo como al antiperonismo, a la izquierda y a la derecha política del país. Esto llevó a la persecución de una estrategia tecnológica autónoma que era aceptada (o tolerada) desde distintos espectros políticos, ya sea por razones estratégicas o de prestigio.

<sup>2</sup> Con la crisis de la deuda se produjo una interrupción de los flujos de capital y un aumento de las tasas de interés internacional. El efecto inmediato de esta situación fue la agudización del desequilibrio estructural externo, caracterizado por el desbalance entre la corriente de ingresos y la magnitud de los compromisos de pagos externos que el *stock* de la deuda imponía, acompañado de un creciente déficit fiscal estimado en un 12,5% del PBI en 1985 ante la imposibilidad de recurrir a los mecanismos tradicionales de financiamiento del elevado gasto público. Ambos desequilibrios se vieron complementados por un régimen de alta inflación y fragilidad financiera ocasionada por la desmonetización y ausencia de financiamiento externo.

---

## Referencias bibliográficas

- Adler, E. (1988). State Institutions, Ideology, and Autonomous Technological Development: Computers and Nuclear Energy in Argentina and Brazil. *Latin American Research Review*, 23(2), 59-90.
- Alegria, J., Csik, B., Nasjleti, E., Papadópolos, C. y Quihillalt, O. (1964). *La contribución de la energía nuclear a la solución del problema energético argentino*. Informe N.º 115. Buenos Aires: CNEA.
- Báez, J., Darnond, L., Grasso, H., Quihillalt, O., Sarrate, M. y Wortman, O. (1973). *Participación de la industria argentina en la Central Nuclear de Atucha y futuras*. Informe N.º 345. Buenos Aires: CNEA.

- Bisang, R. (1995). Libremercado, intervenciones estatales e instituciones de ciencia y técnica en la Argentina: apuntes para una discusión. *Redes*, 2(3), 13-58.
- Carciofi, R. (1990). *La desarticulación del pacto fiscal. Una interpretación sobre la evolución del sector público argentino en las últimas dos décadas*. Buenos Aires: Cepal.
- Castellani, A. (2008). Ámbitos privilegiados de acumulación. Notas para el análisis del caso argentino (1976-1989). *Apuntes de Investigación del CECYP*; 14, 139-157.
- Castro Madero, C. (1976). Argentina. Política nuclear. *Estrategia*; 42, 42-47.
- Cepal (1962). *Estudios sobre la electricidad en América Latina, Volumen I*. México D. F.: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CNEA (1964). *Memoria Anual*. Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica.
- CNEA (1965). *Estudio de preinversión. Central nuclear para la zona del Gran Buenos Aires – Litoral*. Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica.
- CNEA (1968). *Estudio de preinversión central nuclear para la provincia de Córdoba*. Buenos Aires: CNEA.
- CNEA (1974). *Proyecto Plan Nuclear 1975-1985*. Buenos Aires: Comisión Nacional de Energía Atómica.
- Conade (1966). *Evolución del sector energético nacional en el período 1966-1980. Análisis de diversas alternativas de abastecimiento de la demanda*. Buenos Aires: Presidencia de la Nación.
- Csik, B. J. (1964). *Algunas observaciones sobre los reactores de potencia tipo U natural-grafito-gas*. Informe N.º 102. Buenos Aires: CNEA.
- Guadagni, A. (1985). La programación de las inversiones eléctricas y las actuales prioridades energéticas. *Desarrollo Económico*, 25(98), 179-216. DOI: <https://doi.org/10.2307/3466805>
- Guzmán, O. y Altomonte, H. (1982). *Perspectivas energéticas y crecimiento económico en Argentina: un estudio global y sectorial de la demanda de energía*. México D. F.: Colegio de México.
- Hurtado, D. (2014). *El sueño de la Argentina atómica. Política, tecnología nuclear y desarrollo nacional (1945-2006)*. Buenos Aires: Edhasa.
- Hymans, J. (2001). Of Gauchos and Gringos: Why Argentina Never Wanted the Bomb, and Why America Thought it Did. *Security Studies*, 10(3), 153-185.
- Kozulj, R. y Bravo, V. (1993). *La política de desregulación petrolera argentina. Antecedentes e impactos*. Buenos Aires: CEAL.
- Lapeña, J. (2014). *La energía en tiempos de Alfonsín. Innovación, planificación estratégica, obras y autoabastecimiento*. Buenos Aires: Eudeba.
- López, A. (2007). *Desarrollo económico y sistema nacional de innovación: el caso argentino desde 1860 hasta 2001*. Buenos Aires: Consejo Profesional de Ciencias Económicas.
- Martin, J. M. (1969). El papel posible de la industria nuclear en la consolidación de la industrialización en la Argentina. *Desarrollo Económico*, 9(34), 235-257. DOI: <https://doi.org/10.2307/3466115>
- Oszlak, O. (1976). *Política y organización estatal de las actividades científico-técnicas en la Argentina: crítica de modelos y prescripciones corrientes*. Buenos Aires: Cedes.
- Oszlak, O. (1980). *Políticas públicas y regímenes políticos: reflexiones a partir de algunas experiencias latinoamericanas*. Buenos Aires: Cedes.
- Oszlak, O. y O'Donnell, G. (1995). Estado y políticas estatales en América Latina: hacia una estrategia de investigación. *Redes*, 2(4), 99-128.

- Placer, A. (1985). El plan nuclear. En C. Aga. *El desarrollo nuclear argentino* (pp. 45-56). Buenos Aires: Consejo para el Proyecto Argentino.
- PEN (1973). *Plan Trienal para la Reconstrucción y Liberación Nacional*. Buenos Aires: Poder Ejecutivo Nacional.
- Potash, R. (1982). *El ejército y la política en la Argentina 1928-1945. De Yrigoyen a Perón*. Buenos Aires: Sudamericana.
- Rapoport, M. (2010). *Las políticas económicas en la Argentina. Una breve historia*. Buenos Aires: Booket.
- Sábato, J., Wortman, O. y Gargiulo, G. (1978). *Energía atómica e industria nacional*. Washington: OEA.
- Schvarzer, J. (1996). *La industria que supimos conseguir. Una historia política-social de la industria argentina*. Buenos Aires: Planeta.
- Solberg, C. (1986). *Petróleo y nacionalismo en la Argentina*. Buenos Aires: Hyspamérica.
- Suárez, C. (1975). *Política energética argentina*. Bariloche: Departamento de Recursos Naturales-Fundación Bariloche.
- Visintini, A. y Bastos, C. (1987). Hacia un nuevo plan eléctrico. *Desarrollo Económico*, 27(107), 377-395. DOI: <https://doi.org/10.2307/3467054>

## 7. Controversia científica pública vinculada a las vacunas de Oxford/AstraZeneca y Pfizer/BioNTech contra la COVID-19

### Introducción

En marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud declaró a la enfermedad COVID-19 como una pandemia (OPS, 2020, 13 de marzo). Ante esta situación, los esfuerzos científicos a lo largo del planeta se orientaron casi exclusivamente a la generación de vacunas en tiempo récord para frenar su avance. Como fruto de dichos esfuerzos, a fines de ese año se contó con un conjunto de vacunas aprobadas para su uso en algunos países, que se suministran en dos dosis. Sin embargo, estos procesos se están llevando adelante en el marco de rebrotes de contagios, nuevas cepas del virus, y colapsos de los sistemas de salud de cada país. Ante el letal avance de la COVID-19, que ya se ha llevado la vida de más de dos millones de personas en el mundo, se plantea el interrogante de cómo lograr proteger a la mayor cantidad posible de ciudadanos con los recursos hoy disponibles. En el Reino Unido, el Servicio Nacional de Salud comunicó que va a retrasar la segunda dosis de las vacunas con las que cuentan (Oxford/AstraZeneca y Pfizer/BioNTech) para priorizar la aplicación de la primera dosis, ante la situación extrema de contagios en la que se encuentran (2020, 30 de diciembre). Es decir, en lugar de aplicar la segunda dosis a los 21 días de la primera, como se había establecido, se extendería el plazo hasta tres meses (*Public Health England*, 2020, 30 de diciembre). A partir del conocimiento de esta decisión, se propone analizar aquí el caso como una controversia científica que se desenvuelve en el

ámbito de lo público con características particulares que se presentarán a lo largo del trabajo. Se entenderá a la controversia como una disputa pública que se mantiene con cierta persistencia (McMullin, 1987).

### Los argumentos a favor y en contra

El 31 de diciembre de 2020, los jefes médicos del Reino Unido comunicaron su apoyo a esta decisión, argumentando que retrasar la segunda dosis permite maximizar el número de personas que accedan a una protección contra la COVID-19 ante la disponibilidad escasa de vacunas (UK Government, 2020, 31 de diciembre). Se respaldan en el comunicado emitido por el Comité Unificado de Vacunación e Inmunización del Reino Unido (*Public Health England*, 2020, 30 de diciembre), el cual informa que la protección brindada por la primera dosis de las vacunas de Oxford/AstraZeneca y Pfizer/BioNTech puede considerarse como aceptable, según los datos arrojados por los estudios realizados en la fase tres de estas vacunas. También citan datos —aunque preliminares— de los estudios sobre la vacuna de Oxford/AstraZeneca, que indican una mejor respuesta ante el virus SARS-CoV-2 si se retrasa la segunda dosis hasta 12 semanas. Dicho Comité suma que, en términos de protección de grupos de riesgo, es preferible vacunar al doble de personas con la primera dosis para darles algún tipo de protección en lugar de vacunar a la mitad

otorgándole una inmunidad mayor. "Es un enfoque clásico de salud pública, centrado en hacer el mayor bien para el mayor número de personas en el menor tiempo posible" (Public Health England, 2020, 30 de diciembre), aseguran. Asimismo, se encuentra el inminente peligro del colapso sanitario: Chris Whitty, médico-jefe para Inglaterra, en una entrevista con el diario *The Sunday Times*, comentó que los hospitales enfrentan la situación más peligrosa que se pueda recordar y podrían no tener sitio para los pacientes de emergencia (2021, 11 de enero). El Grupo Asesor Científico para Emergencias del Reino Unido aporta que, en circunstancias normales, estarían a favor de respetar el esquema de vacunación indicado. Sin embargo, el país no se encuentra en circunstancias normales, y hay otras consideraciones importantes en cuanto a la salud pública (Meredith, 2021, 4 de enero).

En una conferencia de prensa brindada el 5 de enero de 2021, Marc Lipsitch, profesor de epidemiología en la Escuela de Salud Pública de Harvard y director del Centro de Dinámica de Enfermedades Transmisibles en Estados Unidos, coincide en que es justificable acelerar la vacunación de los grupos prioritarios adoptando esta estrategia. El experto en epidemiología opina que no hay razón para creer que retrasar la segunda dosis empeoraría el proceso de inmunización; según él, podría incluso mejorarlo. Desde el punto de vista inmunológico, la segunda dosis funcionará bien por más que se retrase en el tiempo algunas semanas (Harvard School of Public Health, 2021, 1 de mayo).

Las empresas fabricantes de las vacunas en cuestión (Pfizer y BioNTech) afirmaron que no pueden garantizar la efectividad de estas si se modifica el intervalo sugerido entre cada dosis, ya que los estudios realizados hasta la fecha no lo tuvieron en cuenta. No hay al momento datos concluyentes acerca de la eficacia de esta estrategia. Por lo tanto, no recomiendan realizar este cambio en el esquema de vacunación (*British Medical Journal*, 2020, 6 de enero). El experto en inmunología y director del Instituto Nacional de Alergia y Enfermedades Infecciosas de Estados Unidos, Anthony Fauci, argumenta en la misma línea: si no hay datos, no se debe tomar ese camino (*Livemint*, 2021, 3 de enero). La Agencia

Europea de Medicamentos considera que modificar la fecha de la segunda dosis más días de lo indicado puede tomarse como un uso incorrecto de la vacuna (Reuters, 2021, 31 de diciembre), La Asociación Médica Británica, además, se mostró alarmada por las implicancias éticas de romper el compromiso establecido con los grupos de riesgo, cuyos miembros son más vulnerables a la enfermedad y ya tenían una fecha confirmada para recibir la segunda dosis. Además, cambiar el esquema planificado puede traer complicaciones logísticas para los centros de vacunación (*British Medical Journal*, 2020, 31 de diciembre). John P. Moore, virólogo y profesor de microbiología e inmunología en la Universidad de Cornell, expresó que, al no contar con estudios finalizados acerca de la efectividad de esta estrategia, le preocupa que esto sea "un experimento humano a gran escala" con la población británica (Moore, 2021, 6 de enero).

## La controversia científica

McMullin (1987) plantea que para que una controversia científica ocurra, tiene que haber argumentos y contraargumentos. También tiene que ser pública: la discusión debe ser presenciada por otros. Por estos motivos, las organizaciones y personas involucradas en este debate hablan con la prensa, emiten comunicados y brindan entrevistas. Otra característica fundamental de la controversia científica es ver méritos en ambas partes del conflicto. Aquí se puede observar cómo organizaciones de alto renombre y expertos reconocidos por la comunidad científica en inmunología y virología argumentaron a favor y en contra de la decisión. Es decir, no se trata de grupos aislados y minoritarios que se encuentran relegados, sino que cuentan con respaldo de las áreas en las que se especializan.

Esta controversia puede ser comprendida dentro de la categoría "mixta" que propone McMullin (1987), que involucra a la ciencia y también a una cuestión de principios morales o políticos sobre los que se divide la comunidad. Este tipo de controversias normalmente se refiere a una aplicación de la ciencia para algún propósito humano, en este caso,

la salud. La presencia de desacuerdos morales dificulta el logro de un consenso. En la controversia analizada, además de los factores técnicos, el desacuerdo moral hace referencia llevar a cabo o no una acción determinada que impactará en la salud de los seres humanos.

Para dar cuenta de las circunstancias particulares que hacen a una controversia, Aibar (2002) recurre a la distinción entre la ciencia normal y la regulativa. La primera se refiere a las actividades de investigación usuales. La segunda, en cambio, aplica a las actuaciones científicas que tienen lugar en el marco de controversias tecnocientíficas públicas. El autor considera que las clásicas atribuciones de "objetividad" y "neutralidad" identificadas con la ciencia normal no pueden aplicarse a la regulativa, ya que la misma posee tres rasgos diferenciales. El primero habla de la dependencia: mientras que la ciencia normal se suele llevar a cabo con una relativa independencia con respecto al uso de sus resultados, la ciencia regulativa no, ya que estos últimos son *a priori* producidos con el objetivo de promover acciones políticas o normativas. El segundo rasgo hace referencia a la ausencia relativa de controles de calidad: en la ciencia normal, la credibilidad viene dada por el sistema de revisión paritaria; en la ciencia regulativa, esto no suele suceder; los resultados de las investigaciones a veces ni siquiera son publicados. El tercer rasgo es la predisposición contra la incertidumbre: la ciencia regulativa se da en un contexto que hace poco soportable la incertidumbre, y el entorno en este caso ejerce una gran presión para reducirla de cualquier forma. Aibar (2002) también agrega que las controversias de este tipo suelen desarrollarse en ámbitos donde los científicos afrontan fenómenos bastante desconocidos, y la urgencia de los problemas puede modificar los tiempos para desarrollar programas de investigación.

Todo esto cobra sentido a la luz de la controversia que aquí se examina. La producción de resultados en este caso está totalmente orientada a tomar decisiones con respecto a la salud pública, además de que no se cuenta aún con publicaciones de los resultados sobre la efectividad de la estrategia a tomar en el Reino Unido. Por otro lado, la situa-

ción apremiante de este país no tolera incertidumbres: debe actuarse lo más rápido que se pueda. Por último, los científicos de todo el mundo están investigando a contrarreloj cómo frenar una pandemia, una situación por demás inusual.

Asimismo, Aibar (2002) explica que en la actualidad, las controversias en torno a cuestiones científicas o tecnológicas devienen públicas "ultrapasando los límites de las comunidades de expertos —científicos y tecnólogos— y llegan, cada vez con más insistencia, a los parlamentos, a los medios de comunicación y a las agendas políticas de los gobiernos", como en este caso. En este sentido, es interesante remarcar cómo llegó al ámbito de lo público: fue a partir de la comunicación de la decisión tomada por el gobierno británico que, incluso, abrió el debate en otros países (*Infobae*, 2021, 12 de enero).

Las personas intervinientes en el debate tomaron posiciones determinadas. Para analizar estas posiciones, Pellegrini (2013) propone utilizar la noción de interés, que sirve aquí para comprender que las elecciones no se toman en el vacío, sino que se dan en un contexto histórico particular. Y qué particular: una pandemia. Al identificar intereses en los actores, se puede comprender qué buscan al involucrarse en un desarrollo científico y qué acciones los benefician o perjudican. Esto hace que se prioricen, en cada caso, ciertos abordajes. Por ejemplo, en el caso de las compañías fabricantes de las vacunas, una modificación del esquema de vacunación les resultaría desfavorable, ya que su objetivo como empresas es vender un producto (la vacuna) que funcione según las especificaciones tenidas en cuenta para su fabricación. Las autoridades sanitarias del Reino Unido, por otra parte, tienen como interés predominante evitar el colapso del sistema de salud británico, ya que su premisa es garantizar la prestación de salud a los habitantes de su país. Teniendo en cuenta estas razones, se puede comprender la opinión de inmunólogos como Lipsitch, que se apoya en su conocimiento previo y también observa la necesidad de apurar el proceso, debido al contexto riesgoso en el que se encuentra el mundo. Por otra parte, los argumentos de Fauci en pos de actuar según la evidencia disponible en el momento

responden al discurso dominante en el paradigma científico, en el cual las decisiones deben ser respaldadas con datos concluyentes. En este sentido, se puede observar un interés por defender el campo en el que se desempeña.

En una controversia, se hacen presentes productos científicos que pueden ser utilizados a un lado y otro de la cuestión. En este caso, son los estudios realizados en la fase tres de las vacunas de Oxford/AstraZeneca y Pfizer/BioNTech, que se podrían tomar como la evidencia disponible hasta el momento. Los resultados preliminares de Oxford/AstraZeneca, que se muestran favorables a la modificación del esquema de vacunación, pero son justamente preliminares: como se destacó, no se cuenta aún con datos concluyentes al respecto. Se debe señalar que, debido al ya mencionado contexto de pandemia, los procesos de investigación relacionados con estas vacunas se aceleraron de una manera sin precedentes, para poder utilizarlas cuanto antes. Esto acortó los procesos de investigación y aprobación de las vacunas, y ocasionó que se empezaran a administrar en humanos sustancias cuyos estudios aún no han finalizado, un escenario totalmente atípico para la ciencia mundial.

Para entender el proceder en esta línea, es importante tener en cuenta que todos los desarrollos científico-tecnológicos vienen asociados a una serie de expectativas que pueden afectar la reacción pública ante ciertas investigaciones. Borup y otros (2006) describen a las expectativas como representaciones en tiempo real de las capacidades y situaciones tecnológicas futuras, en las cuales se combinan promesas, esperanzas, preocupaciones y miedos. Dichas expectativas, en ciertos casos, pueden adelantarse en cuanto a la toma de decisiones. Debido a la enfermedad COVID-19, el contexto en el que se desarrollaron estas investigaciones es de suma preocupación y amenaza constante ante un virus que parece imposible de frenar, con situaciones como cuarentenas, millones de muertos y contagiados. La vacuna es vista entonces como la salvación más cercana ante este angustiante presente, y la posibilidad de volver a una vida como la que se tenía antes de la pandemia. A la hora de tomar decisiones, esto influye tanto sobre los científicos como sobre los gobiernos de los países afectados.

## Conclusiones

Se han analizado los argumentos disponibles a la fecha de finalizado este texto para concluir que la decisión de retrasar el suministro de la segunda dosis de las vacunas Oxford/AstraZeneca y Pfizer/BioNTech contra el virus SARS-CoV-2 reúne las características de una controversia científica que ha pasado a desarrollarse en la esfera de lo público, ya que es presenciada por otros y expone argumentos con respaldo científico a un lado y otro de la discusión. Esta controversia científica se caracteriza por ser del tipo mixto, ya que involucra a la ciencia y también a los principios morales presentes en una comunidad. Los desacuerdos en el ámbito de la ética o la moral dificultan arribar a un consenso. Del mismo modo, el contexto particular de una pandemia lleva a los actores involucrados en esta controversia a priorizar ciertos abordajes por sobre otros, como el colapso del sistema de salud y las expectativas e ilusiones que trae a la sociedad la llegada de una vacuna. Como otro aspecto a destacar, se señala la presencia de un producto científico (en este caso, los estudios realizados en la fase tres de las vacunas de Oxford/AstraZeneca y Pfizer/BioNTech) utilizado de manera diferente por las dos posiciones en debate.

Una controversia de este tipo podrá considerarse cerrada cuando en la comunidad científica se encuentre una posición claramente mayoritaria sobre el tema. Al momento, esto no sucede en la que aquí se analiza. Si bien la clausura de una controversia no puede ser total (es posible que siempre quede alguien en desacuerdo), se podrá seguir el avance de esta a partir de las decisiones que empiecen a tomar distintos países, además del Reino Unido. Como propuesta para trabajos futuros, se sugiere incorporar la información que se genere desde los diversos estudios que se están llevando adelante para llegar a una conclusión acerca de la posibilidad de modificar esquemas de vacunación. Asimismo, se pueden recuperar otros debates que han llegado a la esfera pública vinculados al virus SARS-CoV-2 y reflexionar si es posible enmarcarlos dentro de las controversias científicas.

## Referencias bibliográficas

- Aibar, E. (2002). Controversias tecnocientíficas públicas: la pericia no es siempre suficiente. *Digithum*, 4.
- Borup, M., Brown, K. y Van Lente, H. (2006). The sociology of expectations in science and technology. *Technology Analysis & Strategic Management*, 18(3-4), 285-298. DOI: <https://doi.org/10.1080/09537320600777002>
- British Medical Journal (2020). Covid-19: Order to reschedule and delay second vaccine dose is “totally unfair” says BMA. Recuperado de: [https://www.bmj.com/content/371/bmj.m4978?ijkey=ff475a7fbc117113c31c05fdc02078d099dd7f4&keytype2=tf\\_ipsecsha](https://www.bmj.com/content/371/bmj.m4978?ijkey=ff475a7fbc117113c31c05fdc02078d099dd7f4&keytype2=tf_ipsecsha)
- British Medical Journal (2021). Covid-19 vaccination: What’s the evidence for extending the dosing interval? Recuperado de: <https://www.bmj.com/content/372/bmj.n18>
- Harvard School of Public Health (2021). Coronavirus (COVID-19): Press Conference with Marc Lipsitch and Barry Bloom, 1/5/21. Recuperado de: <https://www.hsph.harvard.edu/news/features/coronavirus-covid-19-press-conference-with-marc-lipsitch-and-barry-bloom-01-05-21/>
- Moore J. P. (2021). CNN. UK decision to delay second Covid-19 vaccine dose is dubious. Recuperado de: <https://edition.cnn.com/2021/01/05/opinions/uk-delay-second-covid-vaccine-dose-moore/index.html>
- Livemint (2021). Unlike UK, US will not delay second doses of Covid vaccine: Fauci. Recuperado de: <https://www.livemint.com/news/world/unlike-uk-us-will-not-delay-second-doses-of-covid-vaccine-fauci-11609636644208.html>
- McMullin, E. (1987). Scientific controversy and its termination. En Engelhardt, H. T. y otros. *Scientific Controversies (Case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology)*. USA: Cambridge University Press.
- Meredith, S. CNBC (2021). UK’s decision to delay second Covid vaccines hot reluctantly endorsed by advisors. Recuperado de: <https://www.cnbc.com/2021/1/4/uk-decision-to-delay-second-covid-vaccine-shot-endorsed-by-advisers.html>
- Organización Panamericana de la Salud Argentina (2020). La OMS caracteriza a COVID-19 como una pandemia. Recuperado de: [https://www.paho.org/arg/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10436:la-oms-caracteriza-a-covid-19-como-una-pandemia&Itemid=226#:~:text=La%20epidemia%20de%20COVID%2D19.un%20gran%20n%C3%BAmero%20de%20personas](https://www.paho.org/arg/index.php?option=com_content&view=article&id=10436:la-oms-caracteriza-a-covid-19-como-una-pandemia&Itemid=226#:~:text=La%20epidemia%20de%20COVID%2D19.un%20gran%20n%C3%BAmero%20de%20personas)
- Pellegrini, P.A. (2013). *Transgénicos. Ciencia, agricultura y controversias en la Argentina*. Bernal: UNQ Editorial.
- Public Health England (2020, 30 de diciembre). JCVI issues advice on the AstraZeneca COVID-19 vaccine. Recuperado de: <https://www.gov.uk/government/news/jcvi-issues-advice-on-the-astrazeneca-covid-19-vaccine>

---

## Artículos periodísticos

- COVID-19 second-stage vaccinations to be delayed across UK. *The Guardian* (2020). Recuperado de: <https://www.theguardian.com/world/2020/dec/30/covid-19-second-stage-nhs-vaccinations-delayed-across-uk>
- En Reino Unido, los hospitales están al borde del colapso (2021, 8 de noviembre). *Página 12*. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/316475-en-reino-unido-los-hospitales-estan-al-borde-del-colapso-san>
- EU says interval between Pfizer vaccine doses should be respected. *Reuters* (2021). Recuperado de: <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-ema-pfizer-idUSKBN2991Z3>

Marcha atrás: tras la polémica, el Gobierno aseguró que suministrará las dos dosis de la vacuna Sputnik V. *Infobae* (2021). Recuperado de: <https://www.infobae.com/politica/2021/1/12/marcha-atras-el-gobierno-aclaro-que-suministrara-las-dos-dosis-de-la-vacuna-sputnik-v-tal-como-se-habia-previsto-inicialmente/>

*Fernanda Soca*

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas,  
Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología,  
Universidad Nacional de Quilmes, Argentina.

## 8. Alcances y limitaciones en la asociatividad público-privada en las TIC

### Introducción

Los Fondos Sectoriales (FS) fueron concebidos en Argentina como el instrumento emblemático de lo que se denominó una “nueva generación de políticas” orientadas a fortalecer las relaciones entre el sector científico y el productivo. Desde su implementación en 2010, se apoyaron diversos grupos asociativos para el desarrollo de proyectos en áreas y tecnologías consideradas estratégicas. La focalización y el fomento de la asociatividad público-privada fueron tan significativos en la época que guiaron el Plan Argentina Innovadora 2020.

El objetivo de este trabajo es analizar la forma que adoptó la definición de las prioridades para la convocatoria a FS en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y realizar un balance de una experiencia asociativa surgida a raíz de la misma. Se aborda el caso del Consorcio Asociativo Público Privado (CAPP) Tecnópolis del Sur, compuesto originalmente por la Universidad Nacional del Sur (UNS), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), cuatro empresas pequeñas y medianas (pymes), la Unión Industrial de Bahía Blanca (UIBB) y el Ente Zona Franca de Bahía Blanca-Coronel Rosales. El grupo asociativo se propone entre sus objetivos la conformación de un Parque Científico Tecnológico (PCT) con especial énfasis en el desarrollo de proyectos en microelectrónica.

La investigación se inscribe dentro de la tradi-

ción cualitativa de la investigación social, caracterizada por el interés en el significado, la interpretación y el énfasis en la importancia del contexto y los procesos. Los datos fueron recabados mediante entrevistas en profundidad a miembros del sector científico, productivo y de la política pública en ciencia y tecnología, y el análisis documental, específicamente de informes y documentos elaborados por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Mincyt).

Ahondar en la forma que adquirió el proceso de definición de prioridades para el llamamiento y la trayectoria de uno de los grupos que se presenta en la misma, permite advertir que los actores académicos que tuvieron la iniciativa en la conformación del CAPP Tecnópolis del Sur estuvieron asimismo activamente involucrados en la definición de la microelectrónica como área estratégica. El análisis del CAPP sugiere que, si bien no surge como respuesta a una demanda de conocimiento y la mayor parte de sus proyectos no responde a la capacidad que se esperaba apoyar, hay elementos que permiten alinear los resultados del grupo con las expectativas de la política.

### La Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica y los instrumentos asociativos

Se han distinguido, en términos analíticos, cuatro etapas históricas de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (Anpcyt), a lo largo de las cuales se puede observar cómo se introducen de manera paulatina en la cartera de instrumentos aquellos orientados a la asociatividad y al financiamiento de proyectos en áreas identificadas como estratégicas (Angelelli, 2011). En la etapa fundacional (1996-2001) prevalecen los instrumentos básicos de promoción en un contexto de economía estancada y baja prioridad para las políticas de ciencia, tecnología e innovación (CTI). La segunda etapa (2002-2005) se caracteriza por una diversificación de instrumentos en el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (Foncyt) y el Fondo Tecnológico Argentino (Fontar), la creación del Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (Fonsoft) y el crecimiento del número de proyectos aprobados en un contexto de recuperación económica y priorización de políticas de CTI. En la tercera etapa (2006-2009) se ponen en marcha instrumentos para incentivar actividades de investigación e innovación de tipo asociativo entre investigadores y empresas, en un escenario de crecimiento económico y la creación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Mincyt). Finalmente la cuarta etapa, en la cual se inician las actividades del Fondo Argentino Sectorial (Fonarsec), se caracteriza por la implementación de instrumentos de apoyo a proyectos asociativos en sectores y temas identificados como estratégicos. Esto se da en el marco de una división del trabajo entre el Mincyt —que identifica y prioriza los sectores y temas— y la Anpcyt, que instrumenta los mecanismos de selección y financiamiento.

Durante lo que se identifica como la tercera etapa de la Agencia, la Secretaría de Ciencia y Tecnología (Secyt) —antes de su transformación en Mincyt— y la Anpcyt —en las gestiones de Tulio del Bono y Barañao, respectivamente— negocian con el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) el apoyo de un programa de crédito que da lugar a la creación del Fonarsec y los FS en sectores denominados “de alta tecnología”: biotecnología, nanotecnología y TIC. Con posterioridad se gestiona otro préstamo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para FS en agroindustria, desarrollo social, energía, salud, y ambiente y cambio climáti-

co. El primer grupo financiado por el BIRF se denomina Fondos Tecnológicos Sectoriales (FTS) y el segundo, Fondos de Innovación Tecnológica Sectorial (FITS) (Del Bello, 2014).

La idea de implementar los FS se venía barajando en las mencionadas gestiones, ante la percepción de que había que dar lugar a nuevos instrumentos que apoyen experiencias de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) de tipo asociativo, más allá de continuar financiando a las empresas e instituciones científicas por separado, lo cual en cierto sentido significaba seguir replicando el esquema de falta de articulación entre ambos sectores (Entrevista 9, junio de 2020; Entrevista 10, julio de 2020; Entrevista 12, julio de 2020).

## Los antecedentes

La creación del Fonarsec y de los FS tiene lugar en un marco más amplio de políticas que promueven esquemas de colaboración público-privados orientados a la innovación. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés), por ejemplo, reconoció cómo en estos años la asociatividad público-privada se expandió entre los países miembros, reflejándose en el diseño de nuevos programas y en el aumento de su presupuesto (OECD, 2004; OECD, 2004a; OECD, 2004b; OECD, 2004c). El carácter generalizado de este tipo de esfuerzos se puede constatar asimismo en un relevamiento realizado por Aggio y otros (2014), en el cual se identificaron 37 políticas orientadas a la asociatividad público-privada en 18 países de Europa, América del Norte, Asia y Latinoamérica. Las mismas variaban según el grado de formalidad del acuerdo, las características de los agentes involucrados, los esfuerzos que debían realizar los distintos integrantes y el tipo de resultados esperados. En el análisis de estas políticas se advierte la focalización de los esfuerzos siguiendo criterios regionales, sectoriales o tecnológicos.

En América Latina, los instrumentos que promovieron esquemas asociativos tendieron a denominarse FS, si bien adoptaron características específicas en cada país. Los FS brasileños fueron tomados

como referencia por gran parte de los países de la región, incluida Argentina. No obstante, este caso contrasta con el resto en la forma que adquirió su esquema de financiamiento. Mientras que en varios países de la región se destaca el papel de los organismos multilaterales —especialmente del BID— en Brasil el financiamiento provino de los propios sectores productivos a través de impuestos a la importación de tecnología, pagos de *royalties*, licencias y contribuciones de empresas beneficiadas por incentivos fiscales (Invernizzi, 2003; Emiliozzi, 2020).

En Argentina, los FS tuvieron como antecedente los Proyectos de Áreas Estratégicas (PAE) implementados por el Foncyt y los Proyectos Integrados de Aglomerados Productivos (Pitec) gestionados por el Fontar. Con estos instrumentos entró en escena la figura de la asociación *ad-hoc* (AAH). En los PAE, la AAH consistía en una asociación de grupos de investigación que en el caso de proyectos con impacto en la producción de bienes y servicios, debía incluir una o más empresas o entidades representativas de las mismas, mientras que en el de proyectos orientados a la resolución de problemas sociales, la AAH debía incluir una o más entidades de la sociedad civil vinculadas a la problemática. En los Pitec, la AAH podía estar compuesta por empresas, asociaciones de empresas, instituciones de I+D, centros tecnológicos, cámaras empresarias y gobiernos locales.

En los PAE, además de estar presente el elemento asociativo, se advierte la focalización del esfuerzo en que los proyectos financiados responden a las áreas identificadas como prioritarias en el Plan Nacional de Ciencia y Tecnología del Bicentenario 2006-2010. Estos proyectos fueron concebidos como “instrumentos que promueven la integración y fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología” (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2006) a través de la interacción de los organismos productores de conocimiento con empresas y entidades de la sociedad civil. No obstante, a medida que los proyectos financiados avanzaron en su implementación, la evaluación que se hizo de ellos fue que la articulación entre las partes resultaba escasa y que no predominaba una implementación colaborativa (Entrevista 10, julio de 2020). No colaboraba en la dinámica asociativa de los PAE y Pitec, que los proyectos no contaran con

un financiamiento específico sino que se costearan con la cartera de instrumentos existentes y que en cada caso se debía pasar por el circuito tradicional de cada uno de los instrumentos, lo cual le sumaba complejidad a la implementación. Con estas experiencias en marcha, desde la Secyt y la Anpcyt se negocia con el BIRF un préstamo para financiar una batería de instrumentos orientados a la transformación del perfil productivo y la articulación entre el sector científico y productivo, el cual da lugar a la creación del Fonarsec y los FS.

## Concepciones, expectativas y novedades

Los FS fueron concebidos como “el instrumento central para la implementación de una nueva generación de políticas que intentan fortalecer la vinculación entre el sector científico y tecnológico con el sector socioproductivo a fin de contribuir en la solución de problemas sociales y económicos” (Mincyt, 2010, p. 2). Con este instrumento, que introduce una serie de novedades, se esperaba mejorar la situación de dos problemas largamente diagnosticados en Argentina: la falta de vinculación entre el sector científico y el sector productivo y la baja inversión del sector productivo en I+D (Entrevista 11, julio de 2020).

Una de las cuestiones que diferenció a este instrumento de otros fue la importancia del financiamiento otorgado a cada proyecto<sup>1</sup> y la exigencia de un aporte económico privado de contraparte, por ejemplo, en el orden del 40 % del total del mismo para la convocatoria en TIC. Otra de las novedades fue la formalización de la vinculación entre las partes, mediante la figura del Consorcio Asociativo Público Privado (CAPP) como ejecutor y destinatario del financiamiento. Funcionaron como supuestos de la política que el financiamiento público puede movilizar el privado en I+D, y que existe un correlato entre la inversión de los empresarios en el proyecto y el compromiso y dinamismo que asumen en él. La expectativa de los hacedores de la política estaba puesta en que los investigadores y empresarios definieran de manera conjunta el curso del proyecto

y la gestión del mismo y, en este sentido, se esperaban mejores resultados que en el caso de los PAE y Pitec.

Dado que el financiamiento provenía de préstamos otorgados por organismos internacionales, la implementación de los FS supuso una instancia de negociación entre las partes, y la identificación de cuestiones específicas a ser apoyadas en cada convocatoria. Luego de la definición de las tecnologías y sectores, se puso en marcha un conjunto de mecanismos orientados a la definición de prioridades, los cuales tuvieron sus particularidades en cada uno de los fondos. Asociado a ello, otra de las novedades que instituyen los FS es una clara diferenciación de funciones entre el Mincyt, como organismo responsable de la definición de las prioridades, y la Anpcyt, que queda a cargo de la implementación.

## La definición de las prioridades

La definición de las capacidades que se esperaba apoyar en cada convocatoria tuvo lugar en el marco de un proceso que fue denominado dentro del Mincyt como de “planificación *express*”, dada la ausencia de resultados de planificación previos y la necesidad de responder a los plazos estipulados. La elección de las tecnologías transversales y los sectores responde a esta situación y al hecho de que los mismos son habitualmente prioritarios en los países desarrollados. Esta estrategia fue expresada por Barañao en la publicación oficial *Hechos de Ciencia*<sup>2</sup> y cuestionada por distintos autores, en la concepción de que los sectores y tecnologías en los que un país decide focalizar sus esfuerzos no son algo que pueda “tomarse prestado” (Carrizo, 2019, p. 3; Hurtado y otros, 2017).

La forma que adoptó la definición de las líneas para cada convocatoria implicó no solo considerar la relevancia de las mismas, sino también la factibilidad de concretar los proyectos. Según expresaron quienes estuvieron involucrados en el proceso de exploración de factibilidad, esto supuso ahondar en el estado del conocimiento para cada sector y tecnología, el interés y las posibilidades de los actores en

asociarse y la factibilidad de concretar los proyectos, lo cual motivó la realización de consultas cruzadas entre los distintos actores involucrados. Si bien la definición de las prioridades para cada fondo tuvo sus especificidades, el conocimiento que los funcionarios tenían y que pudieron recabar sobre los potenciales destinatarios de la política constituyó un insumo para la definición de las líneas de cada convocatoria (Entrevista 11, julio de 2020; Entrevista 12, julio de 2020).

En lo relativo a las negociaciones que se entablaron con los representantes de los bancos, cabe señalar que para estos resultaba particularmente importante garantizar cierta objetividad y separar el ámbito del saber técnico de los intereses políticos. En este sentido los representantes del BIRF, por ejemplo, hacían hincapié en que se identificara una organización de contraparte con la cual definir los temas de la convocatoria y consensuar la toma de decisiones, con la idea de identificar a los “expertos” y que fuesen ellos los que validaran las mismas. Mientras que en el caso de los FITS existía un correlato claro entre el sector y la contraparte,<sup>3</sup> en el de las tecnologías transversales (biotecnología, nanotecnología y TIC) ese correlato no resultaba tan evidente. De allí que este organismo realiza una preinversión para financiar un estudio de consultoría orientado a identificar las líneas prioritarias para las convocatorias en biotecnología, nanotecnología y TIC. Se esperaba de esta manera entregar un “paquete cerrado” al ámbito de la política. El grupo Sommary Asociados ganó la licitación y realizó el estudio sobre la base de consultas a actores considerados por ellos como relevantes. No obstante, el trabajo que aportó la consultora no terminó de satisfacer a los funcionarios del Mincyt, que lejos de querer trabajar con un producto cerrado, esperaban poder articular con la consultora y complementarse en la información con la que ya contaban.

## La convocatoria a Fondos Sectoriales en TIC

Para la definición de las líneas prioritarias en TIC, resultaron de particular importancia el *Libro Blanco*

de la *Prospectiva TIC* y una serie de consultas que se realizaron desde el Mincyt a distintos actores identificados como relevantes. El *Libro Blanco...* recupera una serie de instancias organizadas por el Ministerio que tuvieron lugar durante el año 2008, orientadas a discutir e identificar las tecnologías, áreas de aplicación y de negocios que deberían impulsarse de manera prioritaria en el país durante los próximos años. De las mismas participaron miembros de la academia, la industria y el gobierno. El diagnóstico que queda reflejado es que Argentina, así como la mayoría de los países de América Latina, se encuentra lejos de la frontera tecnológica en cuanto a los elementos centrales<sup>4</sup> que hacen a las TIC, en términos de infraestructura y contenidos. Para superar este “atraso y dependencia tecnológica” resulta central promover no solo cambios relacionados con la educación, la ciencia y la tecnología sino también definir las estrategias y especializaciones más adecuadas para aprovechar las capacidades locales y las oportunidades globales. En este documento, micro y nanoelectrónica, así como ingeniería de *software*, señales, tecnologías de las imágenes y *software* embebido, son concebidas como las “áreas tecnológicas” que cabría apoyar, ya que se las percibe como aquellas en las que es factible realizar ciertos avances (Mincyt, 2009).

En lo que se refiere a la microelectrónica, se sugiere que la etapa en la que cabría concentrar los esfuerzos es en la del diseño de circuitos integrados (CI), y que se podría seguir el modelo de las casas de diseño (*desing house*). Esta estrategia se fundamenta en la separación que tuvo lugar en la industria entre la etapa del diseño y la fabricación, en que el diseño del CI constituye un producto de alto valor agregado que no requiere la inversión que demanda la manufactura y que hay una demanda global de diseños que no se puede satisfacer por completo (Mincyt, 2009, p. 247). En este sentido, el plan que se propone para impulsar la industria argentina del semiconductor consiste en: 1) aumentar sensiblemente la formación en esta área;<sup>5</sup> 2) crear un Instituto Nacional de Diseño que coordine y articule los esfuerzos y que defina claramente las unidades de negocio, establezca las pautas sobre el manejo de la propiedad intelectual, la seguridad jurídica y las cuestiones aduaneras; 3) fomentar el surgimiento e

instalación de compañías de diseño; y en relación con los puntos anteriores, 4) posicionar la imagen del país como un polo de diseño en microelectrónica.

De los grupos de trabajo que dieron lugar al *Libro Blanco...* participó un equipo de investigadores de la UNS que se encontraba desde hacía algunos años involucrado activamente —junto con otros grupos académicos— en impulsar la especialización en microelectrónica en Argentina. El grupo, que ya contaba con cierta experiencia en gestionar proyectos con financiamiento de la Anpicyt, fue tenido en cuenta para las consultas que se realizaron desde el Mincyt, orientadas a terminar de diagramar las líneas de convocatoria a FS en TIC. En esta convocatoria, una de las capacidades que se decide apoyar —el diseño y encapsulado de circuitos integrados— corresponde al área de microelectrónica (Mincyt, 2010), a raíz de lo cual el mencionado grupo se presenta y logra obtener el financiamiento para su proyecto.

## El grupo académico y su trayectoria

La iniciativa de conformar el grupo asociativo Tecnópolis del Sur surge de un equipo de investigadores del Instituto de Investigaciones en Ingeniería Eléctrica Alfredo Desages (IIIE), instituto de doble dependencia UNS-Conicet, que se crea en el año 1997 sobre la base de las actividades de investigación que se venían desarrollando en el Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Computadoras de la UNS.

A fines de la década de 1990, gracias a las relaciones que el actual director del IIIE había establecido durante su estadía en la Universidad Federal de Río de Janeiro (Brasil), tienen lugar una serie de acciones que profundizan los vínculos con investigadores de otros países, entre las que cabe mencionar la participación de miembros del IIIE en los comités de las “sociedades” del Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) y la visita de profesores e investigadores del exterior, algunos de ellos muy relacionados con la microelectrónica. En el marco de estas relaciones, dos investigadores del IIIE, Pedro y Pablo, realizan una estadía en la Universidad de

Johns Hopkins (Estados Unidos) que fue particularmente significativa para la incorporación de nuevos conocimientos y capacidades relativos a esta tecnología. La asimilación de los mismos era una inquietud de estos investigadores, pero según relata uno de ellos:

(...) no podíamos pasar esa barrera tecnológica de las herramientas. Todo lo que involucra hacer microelectrónica, al principio, es un salto; una vez que pegaste el salto y sabés el *software* que se usa, cómo acceder a fábricas que quedan afuera del país, la cosa va fácil... a través de esa experiencia en Estados Unidos se nos allanó el camino y después volvimos y empezamos a hacer microelectrónica (Entrevista 1, mayo de 2018).

Cuando Pedro y Pablo retornan a la UNS, luego de sus estadías doctorales y posdoctorales, se conforman como grupo de trabajo junto con otro investigador del IIIE, Favio, quien trabajaba en colaboración con un equipo de la Universidad de Sidney (Australia) en el área de robótica y vehículos autónomos. Las acciones que estos investigadores despliegan antes de la conformación del CAPP se orientan en tres direcciones. Por un lado, impulsan y participan de actividades tendientes a difundir la microelectrónica en Argentina. Por otro, se presentan en distintas convocatorias y obtienen financiamiento para el desarrollo de proyectos de I+D y la formación de recursos humanos. Por último, conforman unas *pin off* académica.

## Hacer crecer el campo de la microelectrónica en Argentina

Durante el año 2003, junto con otros miembros del IIIE, Pedro, Pablo y Favio forman el Grupo de Investigación en Sistemas Electrónicos y Electromecatrónicos (Gisse), con una línea de trabajo en microelectrónica, y comienzan a realizar una serie de modificaciones en los programas de las materias básicas y avanzadas de la carrera de Ingeniería Electrónica de la UNS para incluir contenidos de CI. Asimismo, Pedro y Pablo participan de las reuniones organiza-

das durante el año 2005 y 2006 por miembros del Centro de Investigación y Desarrollo de Electrónica e Informática del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (Citei-INTI), quienes tenían la expectativa de crear un Centro de Microelectrónica orientado al diseño pero no contaban con el financiamiento para hacerlo. Las conclusiones del “Primer Panel de Análisis Estratégico en Microelectrónica” fueron incluidas en el Plan Bicentenario 2006-2010 elaborado por la Secyt, a partir de lo cual se introdujo la microelectrónica como área temática prioritaria del plan.

En 2005, el Gisse organiza en la UNS la “Reunión de Trabajo de Microelectrónica y sus Aplicaciones” (RTMA). En esta oportunidad los investigadores convocan a otros académicos y referentes del área de la electrónica y la microelectrónica del país y del exterior.<sup>6</sup> La reunión se planteó con el objetivo de generar un espacio de encuentro destinado al intercambio de ideas sobre las oportunidades y posibilidades de desarrollo de esta tecnología en Argentina. Asimismo, se consensuó la iniciativa de mantener el espacio de encuentro y debate regular entre aquellos interesados en la tecnología. La primera propuesta que se concretó en este sentido fue la creación de la Escuela Argentina de Microelectrónica, Tecnología y sus Aplicaciones (Eamta), la cual se realizó por primera vez en el año 2006 en la UNS y a partir de entonces, se lleva adelante anualmente en distintas sedes.<sup>7</sup>

## Proyectos de I+D y formación de recursos humanos

La segunda orientación de las acciones del grupo consistió en la obtención de los medios y la realización de proyectos de investigación y formación de recursos humanos en los temas de redes de sensores y microelectrónica, desde los cuales a su vez se establecieron nuevas relaciones de cooperación con otras instituciones. Estos proyectos se llevaron adelante con financiamiento proveniente de la Anp-cyt, Conicet y UNS y fueron dirigidos generalmente por Pedro, quien había acumulado ciertos méritos académicos, plasmados en el Premio Houssay que

recibió en el año 2010 en la categoría “Menores de 45 años” para el área de ingenierías, arquitectura e informática.

Para el caso de los proyectos financiados por Anpicyt, cabe recordar que la microelectrónica constituía una de las áreas prioritarias del Plan Bicentenario y en consecuencia una de las áreas que se decide apoyar en las convocatorias. Un proyecto significativo de esta etapa fue financiado por el Foncyt en el marco de la convocatoria al Programa de Recursos Humanos (PRH) en Áreas Tecnológicas Prioritarias, ya que permitió la obtención de diez becas doctorales. El proyecto se denominó “Formación de una masa crítica de recursos humanos en análisis y diseño de micro y nano circuitos sistemas sensores y estructuras” y convocó a candidatos de distintos puntos del país para realizar estudios de doctorado en la UNS.

La convocatoria a PAE del Foncyt marcó el inicio de una serie de proyectos asociativos, de los cuales participaron junto con los actores con los cuales se habían relacionado a raíz de la RTMA, Eamta y Camta, así como con algunas empresas. El Gisse, junto con el Citei y el Grupo de Microelectrónica de la Universidad Católica de Córdoba, llevan adelante el PAE “Proyecto integrado en el área de microelectrónica para el diseño de circuitos integrados”, en el cual se realizan actividades en colaboración con empresas, se forman nuevos investigadores y se adquiere equipamiento para el diseño, simulación, caracterización y testeado de CI así como licencias de *software*. En virtud de este proyecto se conforma la Asociación para el Diseño de Circuitos Integrados en Argentina (Adcia). En el año 2008 se firma un convenio entre la UNS y la Universidad Nacional de Chiao Tung (Taiwan) y otro entre Adcia y el Programa Nacional para el Diseño de Sistemas en Chip de Taiwan, para la colaboración en el diseño y fabricación de CI. Esta relación permitió, entre otras cuestiones, la fabricación de prototipos en Taiwan diseñados localmente. Otro proyecto PAE del cual participa el Gisse junto con el Citei y el grupo Dispositivos Micro Electromecánicos (MEMS) de la CNEA estuvo orientado al diseño, fabricación y caracterización de micro y nanodispositivos para aplicaciones en el área espacial, la seguridad y la salud.

## La *spinoff* Acumine S.A.

Finalmente, a partir de las relaciones que Favio había establecido con un grupo del Centro Australiano de Robótica de Campo (ACFR) de la Universidad de Sidney y del trabajo de colaboración que se abrió como resultado de las mismas entre este grupo y el Gisse, tuvo lugar la creación de la primera *spin off* de la UNS, Acumine S.A. El proyecto de I+D colaborativo estaba orientado a encontrar una solución al problema de los accidentes por colisión en las explotaciones mineras.

Luego de aproximadamente tres años de investigación, los académicos identificaron que se puede obtener un producto con potencial comercial a partir de los resultados que estaban alcanzando. La creación de la *spin off*, no obstante, respondió inicialmente a la necesidad de realizar pruebas de campo, de allí que el grupo australiano y el Gisse decidieran crear cada uno una empresa. En la UNS no existían antecedentes de estas experiencias ni un marco normativo acorde, por lo que una de las dificultades que el grupo tuvo que afrontar fue la lenta resolución de los aspectos formales de la empresa por parte de la Universidad, que hicieron peligrar el aprovechamiento de la ventana de oportunidad del desarrollo en el mercado. Al transformarse en empresarios, los investigadores enfrentaron numerosos desafíos (darle forma a la oportunidad comercial, definir su estructura funcional y modelo de negocio, conseguir inversores, diversificar su cartera de clientes, etc.) los cuales les permitieron, desde su perspectiva, tener una mejor comprensión de la actividad empresarial (Entrevista 6, mayo de 2019; Entrevista 7, mayo de 2019).

## La política pública como incentivo para la cooperación: la proyección de Tecnópolis del Sur

Frente a la convocatoria a FS —que, como se mencionó, ofrecía un financiamiento notablemente superior a lo habitual— Pedro, Pablo y Favio imaginaron la conformación de un PCT desde el cual promover la

colaboración entre el ámbito científico tecnológico y el productivo. Los investigadores lograron el apoyo del INTI, gracias a la trayectoria de cooperación que mantenían con un grupo del Citei, y a partir de entonces comenzaron a delinear la presentación. En ese tiempo obtuvieron asimismo el apoyo de la Unión Industrial de Bahía Blanca y de cuatro empresas pyme, tres de ellas localizadas en Bahía Blanca y una en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. No existía una trayectoria de colaboración previa entre los investigadores y los empresarios pyme, como tampoco con la cámara empresaria, cuya participación se explica por el rápido entendimiento que se generó entre los investigadores y uno de sus directores, fundado en el supuesto de la trascendencia que tendría la conformación de un PCT para la ciudad (Entrevista 4, mayo de 2018). Finalmente, al grupo asociativo se incorporó el Ente Zona Franca de Bahía Blanca-Coronel Rosales, cuya participación se explica por una necesidad mutua. La Zona Franca no se encontraba operativa y la instalación del proyecto que planteaban los investigadores les resultaba atractiva a sus directivos. Desde el punto de vista de los investigadores, la Zona Franca no solo podía aportar el espacio físico para el funcionamiento del PCT sino también una porción del financiamiento de contraparte. Además, la posibilidad de funcionar en este entorno resultaba atrayente dadas las facilidades que ofrecía para la exportación.

Los investigadores proyectaron articular con pymes “dinámicas” y asistirles en el pasaje de una idea o proyecto a un producto tecnológicamente avanzado. Para hacerlo en escala, identificaron su necesidad de aumentar la cantidad de recursos humanos calificados que pudieran colaborar en esta tarea, de allí que planificaron un proceso intensivo de formación en el nivel de maestría y la compra de equipamiento de uso común para la confección de prototipos con la calidad necesaria para apoyar la creación de nuevos productos y su salida al mercado. Asimismo, detectaron la necesidad de contar con conocimientos específicos relativos a la gestión de los negocios, para lo cual comprometieron a miembros del Departamento de Economía en el proyecto. Un componente central de esta planificación lo constituye la orientación hacia el mercado internacional. La experiencia que los investigadores esta-

ban acumulando con su propia empresa de base tecnológica les hacía pensar que era perfectamente factible que las compañías produzcan para la exportación y no solamente para el mercado local. De allí que se esperaba brindar a las mismas la asistencia para fabricar tecnología con calidad de exportación y colocar estos productos en el mercado externo.

## El balance de los primeros cuatro años

El CAPP Tecnópolis del Sur inició formalmente su actividad en septiembre del 2011 bajo la dirección técnica de Pedro y la dirección administrativa del director de la Unión Industrial. El gobierno municipal, si bien no tomó parte formalmente del consorcio, sí creó —como resultado de la aprobación del proyecto y bajo el paradigma del desarrollo local— la Agencia Municipal de Ciencia y Tecnología para acompañar su desarrollo. El nexo entre el grupo asociativo y la Agencia era tal que el mismo director del IIIE fue puesto al frente de la misma.

Durante los primeros cuatro años, las actividades que se desplegaron en el marco del CAPP giraron en torno a tres ejes: 1) la realización de proyectos con empresas y otras instituciones y la formación de recursos humanos; 2) la difusión y promoción de la experiencia, y 3) la compra del equipamiento de uso común y la adecuación del espacio físico para el PCT.

En cuanto al primer punto, la metodología de trabajo que se implementó supuso el armado de pequeños equipos de trabajo compuestos por una empresa, un investigador del IIIE y un magíster en formación. Los proyectos se originaron a partir de alguna necesidad, problemática o iniciativa proveniente de los empresarios, emprendedores o de las instituciones. Si bien tuvieron lugar actividades de I+D orientadas al diseño de CI, la mayoría de los proyectos implicaron otro tipo de conocimientos y habilidades, evidenciando la escasa demanda de estos desarrollos por parte de las pymes involucradas.

Al analizar los proyectos que se llevaron adelante se puede observar cierta heterogeneidad entre los mismos. Mientras que algunos culminaron en el desarrollo de un producto nuevo, otros consistieron en la mejora de uno existente, y otros más adoptaron un carácter de tipo exploratorio. Asimismo, si bien la mayoría implicó actividades de I+D, también se desplegaron acciones orientadas a la búsqueda de financiamiento, tanto para los desarrollos como para la compra de bienes de capital. El plan de asistir a las pymes en el pasaje de una idea o proyecto a un producto tecnológicamente avanzado que pudiera ser colocado en el mercado internacional resultó bastante más lejano de lo previsto al principio. Algunos proyectos se orientaron al sector agrícola ganadero —por ejemplo, la instalación de una red de sensores para el monitoreo de variables ambientales— y otros tuvieron aplicación en la actividad industrial —como un sistema de asistencia al mantenimiento preventivo en plantas industriales—. Finalmente, mientras que la mayoría se llevó adelante en colaboración con empresas, otros se realizaron a pedido de organizaciones públicas y privadas (Julián y Masson, 2017).

La Agencia Municipal colaboró en difundir que en Bahía Blanca se estaba gestando un PCT y que existía una vía para la financiación de proyectos, lo cual contribuyó a ampliar la base de empresas asociadas al CAPP. Al cabo de cuatro años, se habían realizado más de veinte proyectos con catorce empresas, dos grupos emprendedores y organizaciones públicas y privadas. Durante este tiempo también se formaron veintiún recursos humanos, diecisiete con el grado de magíster (Julián y Masson, 2017). Algunos de los nuevos empresarios que se comprometieron en el esquema asociativo eran ex alumnos de la UNS, mientras que otros, radicados fuera de la ciudad, no tenían relación previa con la misma. La mitad de las empresas involucradas en el CAPP en el período 2011-2015 no estaban localizadas en Bahía Blanca.

Una de las acciones que se llevó a cabo entre la Agencia y los investigadores responsables del CAPP fue la articulación con actores relevantes de la industria electrónica de Tierra del Fuego y del gobierno de esta provincia, con la expectativa de explorar oportunidades de colaboración, sobre la base de la

capacidad para el diseño de Tecnópolis del Sur y la capacidad de producción de artículos electrónicos para consumo de las empresas radicadas allí. Una posibilidad que se analizó con las empresas agrupadas en la Asociación de Fábricas Argentinas Terminales de Electrónica (Afarte) fue la mejora de productos existentes mediante la incorporación de internet de las cosas. No obstante, la colaboración no prosperó debido a que esta mejora suponía un costo de inversión inicial que las empresas no estaban dispuestas a realizar (Entrevista 5, mayo de 2019).

Otras acciones que se organizaron desde este ámbito de gobierno fueron la Ronda Internacional de Negocios de la Industria Electrónica, un programa de financiamiento para proyectos de desarrollo tecnológico, un espacio de asesoramiento para emprendedores y pymes que se propongan iniciar una empresa o desarrollar un producto innovador, y un programa de radio orientado a la promoción y difusión de la “cultura emprendedora”. Si bien la posibilidad de que en la ciudad se gestara un PCT generó un gran entusiasmo en las autoridades locales, el cambio de gestión que tuvo lugar a los pocos meses de su creación redujo significativamente el apoyo y los recursos con los que se había iniciado este nuevo ámbito de gobierno.

Con respecto a la conformación del PCT cabe señalar que los investigadores responsables proyectaron el establecimiento de este modelo bajo el supuesto de que la proximidad física facilita las actividades de cooperación entre la academia y la empresa. Dado que el financiamiento de los FS no podía tener como destino la infraestructura física, el PCT se planificó en terrenos de la Zona Franca Bahía Blanca-Coronel Rosales, ubicados en la vecina ciudad de Punta Alta.<sup>8</sup> A pesar de que el espacio es adecuado para el funcionamiento del CAPP, no puede utilizarse de la manera prevista originalmente dada la reglamentación de la Zona Franca y la imposibilidad de implementar un mecanismo especial para la salida de los prototipos y el ingreso de los mismos al país. La búsqueda de una solución a este problema entre los investigadores, las autoridades de la Zona Franca y las del Fonarsec se extendió en el tiempo, y dio lugar a una situación en la cual una parte de la actividad prevista —la conformación del

PCT y la utilización de los equipos para la confección de prototipos— quedó paralizada.

## La continuación de la experiencia asociativa bajo el formato de una Fundación

Una vez finalizado el proyecto FS, y por ende el financiamiento, se abrió un período de definiciones relativo a la continuación de la experiencia asociativa. Durante el lapso de un año aproximadamente tuvieron lugar distintas reuniones entre los investigadores, los empresarios y algunos miembros de la UNS, orientadas a evaluar la experiencia pasada y definir su continuidad. En estos intercambios, una de las conclusiones a la que se arribó fue que el aporte más significativo que la experiencia tuvo para las empresas consistió en la posibilidad de acceder a nuevos contactos, información sobre las tendencias tecnológicas y el respaldo que les otorga formar parte de un grupo compuesto por instituciones científicas y empresas (Entrevista 2, mayo de 2018; Entrevista 3, mayo de 2018; Entrevista 4, mayo de 2018; Entrevista 8, mayo de 2019). El aporte cognitivo que los investigadores le pueden proveer a los empresarios, si bien es importante, no es lo central ni lo único. Lo fundamental en este caso fue la construcción de lazos de confianza por donde circuló el acceso a contactos, información, recursos materiales, simbólicos y también cognitivos, lo cual le permitió a las empresas tener mayores oportunidades comerciales que las que hubieran conseguido por su propia cuenta.

A raíz del acuerdo de continuar colaborando se definió reubicar los equipos de la Zona Franca y alquilar una nueva sede en Bahía Blanca que funcione como espacio de reunión. Asimismo, se decidió formalizar la experiencia bajo el formato de una Fundación de la cual participen los investigadores, las empresas y las instituciones en carácter de socios. En este esquema, las “empresas fundadoras” pagan una cuota mensual destinada a financiar ciertas actividades de la Fundación, tales como reuniones, encuentros y talleres.

Para esta etapa se planificó el desarrollo de proyectos en los cuales las empresas colaboren entre sí —a diferencia de la primera etapa en la que los proyectos fueron de tipo individual— y que la financiación de las acciones recaiga sobre el sector privado. Un ejemplo de esta estrategia es un desarrollo que se lleva adelante entre tres de las empresas originales de Tecnópolis del Sur en el marco de un proyecto que tenía una de ellas para la fabricación de parquímetros. Por otra parte, si bien los actores académicos continúan con el objetivo de conformar un PCT, este es percibido como de mediano y largo plazo, ya que reconocen que se trata de un proyecto que los excede y que requiere de un acuerdo amplio entre los distintos sectores involucrados. La Fundación que conforman es visualizada como una instancia previa que podría funcionar de base sobre la cual construir el PCT.

## Reflexiones finales

Al abordar la forma que adoptó la definición de prioridades para la convocatoria a FS en TIC se pudo notar que los actores académicos que tuvieron la iniciativa en la conformación del CAPP Tecnópolis del Sur, contribuyeron asimismo a la introducción de la microelectrónica dentro de las líneas de la convocatoria. Como se mencionó, en la definición de las líneas se contempló no solo la relevancia de la capacidad que sería apoyada, sino también la factibilidad de que los proyectos se concreten. Esta evaluación de factibilidad se fundamenta en parte en el conocimiento que desde el Mincyt se había elaborado sobre los potenciales destinatarios de la política.

El seguimiento de la trayectoria del grupo académico deja entrever, por un lado, que los investigadores llegan a la convocatoria a FS habiendo propiciado la conformación de un conjunto de redes en el ámbito local e internacional, a través de las cuales fue posible la difusión, intercambio y producción de conocimiento en microelectrónica, lo cual a su vez les permite posicionarse como un grupo de relevancia y referencia en este campo. Por otra parte, permite reconocer que ganan experiencia en la gestión de proyectos tanto de tipo estrictamente

académico como de aquellos en los que se requieren habilidades asociativas y de interacción con actores no académicos. Finalmente, se involucran en una iniciativa poco frecuente, como lo es la conformación de una empresa de base tecnológica. Estas aptitudes parecen haber sido reconocidas por ciertas autoridades del Mincyt, que los identifican como un equipo con las capacidades necesarias para llevar adelante un proyecto de FS. El grupo es tenido en cuenta, no solo en la consulta que dio lugar al *Libro Blanco de la Prospectiva TIC*, sino también en las que se realizaron desde este ámbito de gobierno para terminar de diagramar la convocatoria a FS en TIC.

No obstante, en el *Libro Blanco...*, la propuesta para especializarse en microelectrónica tenía como eje la inserción en la cadena global del semiconductor participando en la etapa del diseño mediante la conformación e instalación de casas de diseño (*desing houses*). El modelo en el caso de los FS, por las propias características de la política, consistía en mejorar la productividad de las empresas locales mediante la incorporación de microelectrónica. Los resultados de los proyectos que tuvieron lugar en Tecnópolis del Sur muestran que esta estrategia contó con poco acompañamiento por parte de las pymes locales.

La conformación del CAPP no surge como respuesta a una demanda de conocimiento surgida del sector productivo, sino que se trata de una iniciativa de un grupo de actores académicos en un contexto de disponibilidad de fondos públicos. El análisis del grupo asociativo permite reconocer dos etapas. La primera parece haberse sustentado en el incentivo que significó el acceso al financiamiento público, mientras que la segunda parece responder a la confianza y al entendimiento mutuo que se generó entre investigadores y empresarios durante

los primeros años de la experiencia. Durante esta última etapa, la intención de desarrollar proyectos que impliquen la inversión de fondos privados y la colaboración entre las empresas —a diferencia de la primera etapa, en la cual los proyectos adoptaron un carácter individual— parece evidenciar una complejización de la relación asociativa, aunque la misma continúa bajo el liderazgo de los actores académicos. En este sentido se puede hacer referencia a un CAPP cuyos resultados están en sintonía con las expectativas que se habían planteado desde la política pública, en particular en lo relativo a aumentar el financiamiento privado en I+D y fortalecer las relaciones entre los actores.

La planificación de un PCT respondió a la confianza que despierta este modelo como dinamizador de las relaciones entre el sector científico y el productivo, bajo el supuesto de que la proximidad física incentiva las interacciones, las actividades de innovación, la promoción de nuevas empresas de base tecnológica y el desarrollo económico del entorno. Si bien en este caso no se logró conformar el PCT como estaba previsto originalmente, sí tuvieron lugar una serie de procesos de producción, circulación y uso del conocimiento orientados a mejorar la competitividad de las empresas. De allí que, mientras que la reunión de instituciones de ciencia y tecnología y empresas en un PCT no necesariamente deriva en actividades de intercambio de conocimiento, las mismas se pueden dar a un entre actores geográficamente distantes. La mitad de las compañías que entablaron una cooperación con los investigadores durante el período 2011-2015 no se encontraban ubicadas en Bahía Blanca. En el contexto de uso generalizado de las TIC, parece relativizarse la importancia de la cercanía física y de la copresencia, que subyace al modelo de PCT.

---

## Notas

<sup>1</sup> El costo total de cada proyecto se estimaba entre USD 1 500 000 y USD 10 000 000 para biotecnología, nanotecnología y TIC (Manual Operativo Fondos Sectoriales BIRF).

<sup>2</sup> Según señaló en el documento: “El otro desafío era cómo financiar proyectos sin haber tenido tiempo de comenzar a desarrollar actividades de planificación. Lo resolvimos partiendo de un esquema muy simple, una estructura básica que dibujé en una hoja de papel: una matriz que agrupaba, por un lado, a las tres tecnologías de uso múltiple, que son la Biotecnología, la Nanotecnología y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En todas esas ramas existían antecedentes en el país, tanto desde el punto de vista de la investigación básica como desde un sector privado pujante capaz de asimilar estos desarrollos. Pero había que aplicarlas, y fue para ello que definimos cinco áreas de problemas y oportunidades: la salud; la industria, con énfasis en agroindustria; la energía, con énfasis en energía renovable; todo lo relativo al desarrollo social; y los temas ambientales. Estas son las prioridades que tienen hoy muchos países desarrollados y que consideramos que eran totalmente aplicables a la Argentina” (Mincyt, 2015, p. 14).

<sup>3</sup> Por ejemplo, en el caso del FITS Salud, el interlocutor es el Ministerio de Salud.

<sup>4</sup> Estos son: 1. Generalización y mejora del espectro de uso, calidad y seguridad de los productos y servicios de comunicaciones inalámbricas móviles. En particular, la generalización de las tecnologías de internet y creciente orientación a las necesidades de los usuarios. 2. Desarrollos innovadores de “*knowledge & content management*”. Fuerte desarrollo de I+D e innovación y nuevos tipos de negocios en esta área. 3. Fuerte expansión de la industria del *software*. Especializaciones sectoriales y aumento de la productividad. I+D orientada por “mercados verticales” y complejización del *software*. Expansión del modelo *open source*. 4. Desarrollo de la automatización e instrumentación vinculada a la expansión de las “empresas-red on-line”, la mecatrónica, la inteligencia artificial, la biotecnología y la nanotecnología. 5. Servicios de telecomunicaciones. Comunicación multimedia en redes inalámbricas de banda ancha. Disponibilidad generalizada de servicios de banda ancha personalizados, sensibles al contexto. 6. Servicios TI. Sistematización y digitalización de los procesos de servicios. Fuerte desarrollo de I+D para obtener soluciones confiables, seguras y compatibles. Nuevos modelos de negocios nacionales e internacionales. 7. Componentes para sistemas inalámbricos y *embeddeá*. Componentes para sistemas inteligentes sensibles al ambiente. Electrónica impresa y nuevas soluciones nanoelectrónicas.

<sup>5</sup> En el orden de 50 nuevos doctores y 100 magísteres orientados a integrarse al sector productivo.

<sup>6</sup> De esta reunión participan miembros de la UNLP, CNEA, la Universidad de Johns Hopkins y la Universidad Federal de Río de Janeiro, entre otros.

<sup>7</sup> La Eamta se propone, con el objetivo de difundir la microelectrónica entre los estudiantes avanzados de las carreras de Ingeniería, que los mismos conozcan las posibilidades de desempeñarse en este campo y que adquieran ciertos conocimientos y habilidades relativos al diseño. Asociada a la RTMA surge asimismo la Conferencia Argentina de Micro-nanoelectrónica, Tecnología y Aplicaciones (Camta) como un espacio de encuentro entre investigadores.

<sup>8</sup> Punta Alta es una ciudad de 58315 habitantes, según el censo del año 2010. Está situada a 28 km de Bahía Blanca.

---

## Referencias bibliográficas

Aggio, C., Erbes A., Lengyel, M. y Milesi, D. (2014). Experiencias internacionales en asociatividad público privada para la innovación. Documento de Trabajo N.º 9. Buenos Aires: Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia, Tecnología e Innovación.

Angelelli, P. (2011). Características y evolución de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. En

- Porta, F. y Lugones G. (Eds.). *Investigación científica e Innovación tecnológica en Argentina* (pp. 67-80). Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Carrizo, E. (2019). Políticas orientadas a misiones, ¿son posibles en la Argentina? *Ciencia, tecnología y política*; 2 (3), 1-9.
- Del Bello, J. C. (2014). Argentina: experiencias de transformación de la institucionalidad pública de apoyo a la innovación y al desarrollo tecnológico. En Rivas, G. y Rovira, S. (Eds.). *Nuevas instituciones para la innovación. Prácticas y experiencias en América Latina* (pp. 35-84). Santiago de Chile: Cepal.
- Emiliozzi, S. (2020). Un caso paradigmático de política sectorial en ciencia, tecnología e innovación: los fondos de apoyo al desarrollo científico y tecnológico de Brasil. En *Políticas de ciencia, tecnología e Innovación. La emergencia de los instrumentos sectoriales en Argentina y Brasil*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Hurtado, D., Lugones, M. y Surtayeva, S. (2017). Tecnologías de propósito general y políticas tecnológicas en la semiperiferia: el caso de la nanotecnología en la Argentina. *Revista CTS*, 34 (12), 65-93.
- Invernizzi, N. (2003). Ciencia y tecnología en transición. La herencia de la política científica y tecnológica del gobierno Cardoso y los desafíos del nuevo gobierno brasileño. *Revista Theomai*. Recuperado de: <http://revista-theomai.unq.edu.ar/numespecial2003/artInvernizzi%20numesp2003.htm>
- Julián, P. y Masson, F. (2017). *Tecnópolis del sur: Los cuatro primeros años*. Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2006). Programa de Áreas Estratégicas. Programa de Modernización Tecnológica III. Bases de la Convocatoria a Ideas Proyecto. Recuperado de: [http://www.agencia.mincyt.gob.ar/upload/pae2006\\_ip\\_bases.pdf](http://www.agencia.mincyt.gob.ar/upload/pae2006_ip_bases.pdf)
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2009). *Libro Blanco de la Prospectiva TICs. Proyecto 2020*. Buenos Aires: Mincyt.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2010). Bases de la Convocatoria Fondo Sectorial de Tecnología Informática y de las Comunicaciones FSTics-2010. Recuperado de: [http://www.agencia.mincyt.gob.ar/upload/Bases\\_FSTics\\_2010.pdf](http://www.agencia.mincyt.gob.ar/upload/Bases_FSTics_2010.pdf)
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2015). *Hechos de Ciencia*. Buenos Aires: Mincyt.
- OCDE (2004). Science, Technology and Industry Outlook. Recuperado de: <http://www.oecd.org/science/inno/33998255.pdf>
- OCDE (2004a). Public-private partner ship for research and innovation: an evaluation of the australian experience. Recuperado de: <http://www.oecd.org/australia/25718007.pdf>
- OCDE (2004b). Public-private partner ship for research and innovation: an evaluation of the austrian experience. Recuperado de: <http://www.oecd.org/austria/25717078.pdf>
- OCDE (2004c). Public-private partner ship for research and innovation: an evaluation of the dutch experience. Recuperado de: <http://www.oecd.org/netherlands/25717044.pdf>

---

## Entrevistas

Entrevista 1 (mayo de 2018). Investigador responsable del CAPP e Investigador III E. Bahía Blanca.

Entrevista 2 (mayo de 2018). Empresario pyme. Bahía Blanca.

Entrevista 3 (mayo de 2018). Empresario pyme. Bahía Blanca.

Entrevista 4 (mayo de 2018). Empresario pyme, responsable administrativo del CAPP y director de la UIBB. Bahía Blanca.

Entrevista 5 (mayo de 2019). Exdirector de la Agencia Municipal de Ciencia y Tecnología de Bahía Blanca y director del IIIE. Bahía Blanca.

Entrevista 6 (mayo de 2019). Investigador IIIE. Bahía Blanca.

Entrevista 7 (mayo de 2019). Investigador IIIE. Bahía Blanca.

Entrevista 8 (mayo de 2019). Personal de apoyo IIIE. Bahía Blanca.

Entrevista 9 (junio de 2020). Exfuncionaria Anpcyt. Virtual.

Entrevista 10 (julio de 2020). Exdirectora Fonarsec. Virtual.

Entrevista 11 (julio de 2020). Funcionaria Mincyt. Virtual.

Entrevista 12 (julio de 2020). Exfuncionaria Mincyt. Virtual.

*María Jimena Vera*

Universidad Nacional de José Clemente Paz. Instituto de  
Ciencias Antropológicas-Facultad de Filosofía y Letras-  
Universidad de Buenos Aires, Argentina.

## 9. Saberes y sentidos en disputa. La controversia sobre el glifosato en Argentina

### Introducción

En la Argentina las controversias científicas vinculadas a los transgénicos fueron escasas. La más cercana en el tiempo, generada en torno al glifosato, tomó mayor notoriedad en 2009 de la mano del “estudio de Carrasco”, el cual puso en primera plana sus posibles efectos teratogénicos, es decir, la producción de malformaciones en el desarrollo embrionario de anfibios (Pellegrini, 2013).

Una controversia supone interacción, actividad comunitaria, conflicto, contradicción; tendencias unificadoras y divergentes entre grupos antagonistas, y se caracteriza por tener cierta resistencia en el tiempo y el espacio. Constituye una condensación de profundas contradicciones teóricas, sociales o de otro tipo (Brante, 1990, pp. 36-37).

En el caso del glifosato son tantos y tan variados los actores, intereses y niveles de análisis (científico-tecnológico, sanitario, económico, político, social) que han transformado a este herbicida en una suerte de *collage* donde mirar todos los ingredientes y tonalidades que una controversia puede tener. En los últimos tiempos, esta se ha retroalimentado en el ámbito local de manera notoria, mientras que en otros países se ha mantenido vigente y renovando con cada decisión de los organismos regulatorios y con cada litigio mediático.

Abordar la controversia permite, por ejemplo,

indagar si los distintos actores involucrados —comunidades afectadas, periodistas, funcionarios públicos, etc.— se apropiaron de argumentos científicos y los resignificaron, o si se expandió mucho más allá “de su ámbito de incidencia habitual” (Pellegrini, 2013, p. 219). Es este un punto de partida, a fin de dar cuenta de las múltiples interacciones, apropiaciones y resignificaciones, incluso semánticas, desplegadas a través de los diferentes discursos (productivos, científicos, ecologistas, regulatorios).

El presente trabajo analizará la controversia científica y pública sobre el glifosato, partiendo de un recorrido histórico y regulatorio del herbicida, para adentrarse en las discusiones locales e internacionales acerca de su impacto a través de regulaciones, artículos científicos y debates públicos. Lejos de resolverse, la controversia explicita discusiones profundas aún no saldadas.

### La receta del éxito

La agricultura en Argentina ha incorporado a lo largo de los últimos 30 años altos niveles de tecnificación con el objeto de aumentar la productividad (Andrade, 2017). El uso de fitosanitarios con el fin de preservar los cultivos contra plagas o enfermedades ha sido parte de este proceso. Un producto fitosanitario puede ser de origen biológico (bioinsumos) o químico (agroquímicos o agrotóxicos), y comprende

(...) cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinada a prevenir, controlar o destruir cualquier organismo nocivo, incluyendo las especies no deseadas de plantas o animales, que causan perjuicio o interferencia negativa en la producción, elaboración o almacenamiento de los vegetales y sus productos. El término incluye coadyuvante, fitoreguladores, desecantes y las sustancias aplicadas a los vegetales, antes o después de la cosecha, para protegerlos contra el deterioro durante el almacenamiento y transporte (Resolución 500, 2003).

En años recientes y mediante diferentes políticas, como la creación del Programa de Fomento de Uso de Bioinsumos Agropecuarios (Resolución 256 de 2015, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 8 de mayo de 2015), se viene promoviendo e incrementando el uso de productos biológicos como microorganismos (bacterias, hongos y virus), artrópodos o extractos de plantas, para controlar organismos nocivos o como fertilizantes biológicos.

Si bien el origen de los agroquímicos se remonta al siglo XIX, comienzan a utilizarse de manera más notoria a partir de la década del 40; muchos de ellos, fruto de investigaciones surgidas al calor de la Segunda Guerra Mundial (dicloro difenil tricloroetano, DDT, en EE. UU., organofosforados en Alemania) e incluso de la guerra de Vietnam (agente naranja). A mediados de los 50 el stock no era mayor a 30 principios activos —muchos de los cuales, altamente tóxicos, hoy se encuentran prohibidos en el mundo—. En la actualidad existen cerca de 900 sustancias utilizadas en más de 40 mil preparados comerciales registrados a nivel internacional. La Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) de Estados Unidos estima que su uso se duplicó entre 1960 y 1980. Hoy se utilizan en los Estados Unidos más de 372 millones de k/año, y esta cifra asciende a 1800 millones a nivel global (Benbrook, 2016).

El glifosato es un principio activo herbicida no selectivo que se usa para controlar las malezas que compiten o pueden llegar a competir con los cultivos por recursos como la luz, el agua y los nutrientes. La

molécula fue descubierta por el químico Henri Martin en 1950, y al no encontrarle aplicaciones la vendió a otras compañías. John Franz, químico de Monsanto, fue quien identificó su actividad como herbicida en 1970. A partir de ese momento, el glifosato fue comercializado bajo el nombre de *Roundup*, y la patente estuvo vigente hasta el año 2000. En la actualidad es fabricado por múltiples empresas. Aproximadamente el 95% de los lotes que se manejan con siembra directa usan glifosato en algún momento del ciclo (Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología [Argenbio], 2021).

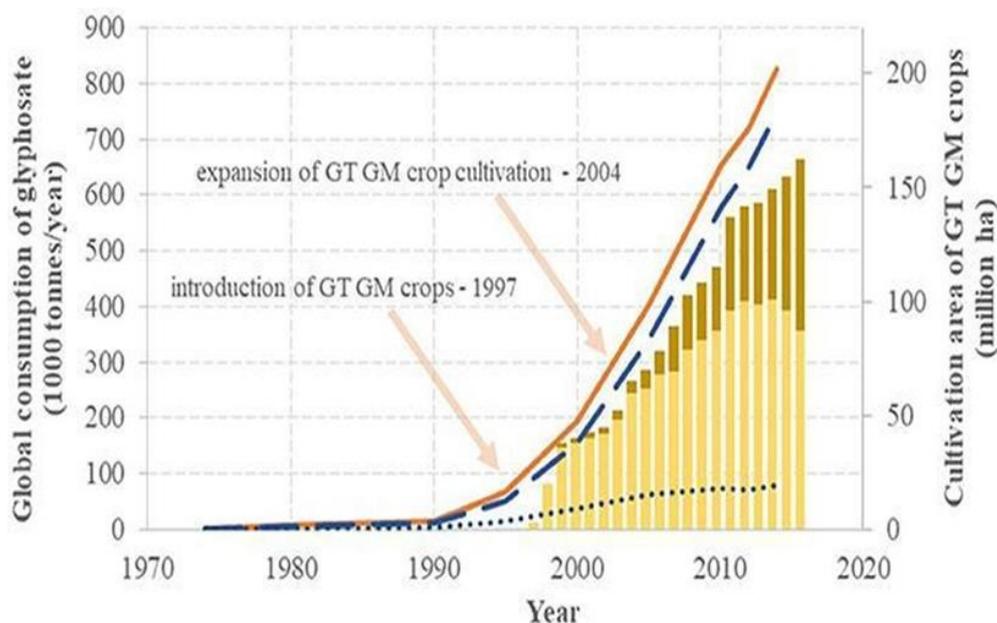
Diversos estudios han demostrado que, una vez aplicado, es fuertemente absorbido por componentes del suelo tales como arcillas, óxidos de hierro y ácidos húmicos. Además, sufre una importante degradación, sobre todo de tipo biológico, siendo su metabolito mayoritario el ácido aminometilfosfónico (AMPA). De acuerdo con estos datos, *no sería* previsible su presencia en altas concentraciones en las aguas subterráneas y/o superficiales (Camino y Aparicio, 2010, p. 10).

Por contraposición a otro tipo de productos, la introducción del glifosato —una tecnología novedosa en el mercado de los herbicidas— presentó grandes ventajas frente a otras sustancias utilizadas hasta el momento, cuya persistencia en el ambiente generó (y genera aún hoy) grandes preocupaciones por su carácter altamente tóxico (“Persisten pesticidas organoclorados pese a prohibición”, 2020, 8 de abril). Pero no fue hasta la década del 90 cuando se transformó en un *boom* mundial (ver gráfico 1), de la mano de los organismos genéticamente modificados (OGM). Resultaba de fácil aplicación y gran efectividad, y además poseía ventajas ambientales, al ser un producto “banda verde” (Seifert, 2009, 25 de abril), es decir, de menor riesgo para la salud y baja o nula persistencia debido a su degradación.

## Regulación

Para comenzar a desentramar las múltiples dimensiones de esta controversia tecnocientífica pública,

Gráfico 1. Evolución del consumo global de glifosato



Fuente: Székács (2018).

es importante conocer cómo es regulada esta tecnología. Una de las afirmaciones más frecuentes en los sectores desarrolladores de agroquímicos es que lograr una molécula nueva es un proceso complejo, costoso y que demanda muchos años (CropLife Latin America, 2021). Es por ello que el stock de variedades en uso en el país es acotado, sobre todo atendiendo a la resistencia en malezas (Acciarresi, 2008, 21 de abril), problemática en crecimiento en el país y en el mundo que obliga a aplicar una combinación de productos para combatirlas.

El proceso de producción de un agroquímico implica al menos tres fases: sintetizar el ingrediente activo en laboratorio; desarrollar la fórmula que se preparará —líquida o en polvo— y, por último, el registro: someterlo a pruebas de campo, y luego aprobar su comercialización. La fabricación debe ser respaldada por investigaciones que avalen su seguridad de uso y baja toxicidad. Para autorizar su venta, tienen que suministrarse datos adecuados que demuestren que es estable y seguro para ser manipulado por el operador, quien además debe observar ciertas normas de seguridad, y que los consumidores de los cultivos tratados no están en riesgo (Serafino, 2015). Las toxicidades relativas se pueden comparar en forma de DL50 (dosis letal 50) oral o dérmica aguda para ratas<sup>1</sup> (Labrada y otros,

1996). En el caso del glifosato, la DL50 es >5000, calificada como de baja toxicidad, o sea, mucho más baja toxicidad que la de la aspirina (1750) o de la sal común (3000) (Labrada y otros, 1996).

En Argentina, el registro y aprobación está a cargo del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (Senasa), organismo descentralizado, de la órbita del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. La evaluación la realizan expertos técnicos, a partir de la información remitida por las empresas. Los estudios presentados son confidenciales por motivos comerciales (espionaje industrial). Solo se publica el marbete y la hoja de instrucciones. Asimismo, de manera rutinaria, el Senasa da de baja productos del Registro por diversos motivos, por ejemplo, por afectar “objetivos no blanco” (Aranda, 2011, 15 de agosto). Según la Resolución 350/99 del Senasa, el principio activo glifosato está dentro del grupo de activos de improbable riesgo agudo en su uso normal, clasificado en la categoría de menor riesgo toxicológico (Clase IV), es decir, productos que normalmente no presentan peligro (*banda verde*), adoptada por este organismo en consonancia con organizaciones internacionales que lo han evaluado.

En Europa, el cuerpo encargado de regular el

uso de estas sustancias es la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), mientras que en Estados Unidos es la Agencia de Protección Ambiental (EPA).

## De controversias científicas y públicas

Una controversia científica implica un debate, disputa o desacuerdo sobre un tema o cuestión vinculado con la ciencia. Debe ocurrir durante un período prolongado o involucrar a muchas personas; tiene que haber argumentos y contraargumentos (Martin, 2014; Mullin, 1987). Pero este caso en particular comprende, además, componentes no epistémicos.

Para comenzar a rastrear el origen de la controversia sobre el glifosato, es menester hacer referencia a los primeros indicios o esbozos de conflictividad con la temática general de los agroquímicos.

En 1962, Rachel Carson (1962) publicó *Primavera silenciosa* alertando sobre las poblaciones decrecientes de insectos, aves y otros animales, como consecuencia del uso indiscriminado de diferentes pesticidas, especialmente el DDT, haciéndose eco de algunas incipientes investigaciones sobre los efectos de estas sustancias. La EPA decidió prohibirlo en el año 1972.

Si bien los agroquímicos se usaron desde el siglo XIX, no fue hasta este momento que se generaron movimientos sociales y ambientales que abrieron el debate sobre su uso, así como investigaciones científicas sobre posibles impactos en la biodiversidad y la salud humana.

Respecto del glifosato en particular, recién en el siglo XXI se empieza a indagar sobre sus efectos toxicológicos y ambientales de manera crítica. Las publicaciones iniciales eran realizadas en su mayoría por científicos de Monsanto, y respondían a evaluaciones vinculadas con su efectividad, interacciones con el ambiente, etc. (Sosa y otros, 2019). En Argentina, el estudio de Carrasco (2009) comenzó a visibilizar a los agroquímicos —principalmente al

glifosato— como una problemática para la salud (no solo de los aplicadores) y para el ambiente.

En las controversias un fenómeno puede ser interpretado de maneras diversas; esto supone cierta flexibilidad interpretativa (Pellegrini, 2019) al producirse una disputa dentro de un mismo círculo social. Esta idea permite repensar cómo son utilizados los datos en las interpretaciones realizadas sobre “la realidad” por parte de los grupos antagonicos, sus argumentos y contraargumentos, y las estrategias con que se han hecho públicos. En este sentido, es preciso indagar las interpretaciones realizadas sobre la peligrosidad o baja peligrosidad del glifosato. No solo involucra a la “comunidad científica”, se trata de un proceso dinámico y heterogéneo en el que la producción de conocimiento sobre el caso es apropiada y resignificada por los diferentes actores, en relaciones sociales más amplias que las de su profesión (Pellegrini, 2013).

Iniciado el despegue del glifosato en los 90, la EPA (1993) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo clasificaron como de *baja toxicidad*, en coincidencia con lo declarado por la industria. En el 2000, y luego de varios análisis, el comité de expertos de la EPA concluyó que en las condiciones de uso actuales y esperadas *no presentaba riesgos* para la salud humana (65 Federal Registration 57957, 2000).

A partir de 2015, la OMS introdujo al herbicida en la clasificación 2.<sup>a</sup>, como “probablemente cancerígeno”. Cuatro de los organismos autárquicos que realizaron la evaluación se expidieron sobre el glifosato; uno solo —el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC)— lo calificó como “probablemente cancerígeno”. Para fundamentar esta posición, se revisaron más de 1000 estudios (IARC, 2015), a través de los cuales se concluyó que había una *evidencia limitada* en relación con el glifosato y el cáncer en aquellas personas expuestas de manera más directa, como es el caso de los agricultores; mientras que había *fuerte evidencia* de que producía tumores en animales de laboratorio.

Esta clasificación del IARC se constituyó en uno de los argumentos principales de los movimien-

tos sociales y ambientales para pedir su prohibición, como también de los discursos de ciertos sectores de la ciencia local:

De ese modo, la OMS confirmó lo que hace más de una década afirman pueblos fumigados, vecinos en lucha, organizaciones sociales y académicos que no responden al sector empresario... que existen “pruebas” de que el herbicida puede producir cáncer en humanos y en animales de laboratorio (Aranda, 2015, 22 de marzo).

Por contraposición, la clasificación del IARC sobre el glifosato es puesta en duda, como parte de la argumentación de la industria, de los reguladores y algunos expertos, que esgrimen ciertas “objeciones” a sus características. Por ejemplo, para la Cámara de la Industria Argentina de Fertilizantes y Glifosato (Ciafa): “La clasificación del IARC, ubica al glifosato en el mismo nivel que otras actividades como tomar mate con agua muy caliente, o ser peluquero, o comer tocino o cualquier otro producto derivado de la carne” (Mulet, 2018; Ciafa, 2018).

En resumen, la conclusión fue interpretada por ciertos movimientos ambientales como prueba de la nocividad de la sustancia, mientras que para otros sectores resulta cuando menos una clasificación cuestionable.

Lejos de concluir la disputa por la clasificación, en 2016 la propia OMS junto con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) realizaron una reunión conjunta sobre residuos de plaguicidas (JMPR), y concluyeron que era “improbable” que el glifosato represente un riesgo cancerígeno para los seres humanos: “en vista de la ausencia de un potencial carcinogénico en animales y la falta de genotoxicidad en pruebas estándar” (OMS, 2016, p. 2).

En 2017 la Comisión Europea renovó el permiso para su uso hasta el 2022. El Instituto de Evaluación de Riesgos de Alemania realizó un estudio sobre evaluación de riesgo, incluyendo el informe realizado por IARC y artículos científicos de las últimas cuatro décadas, y llegó a la conclusión de que

no mostraba “propiedades carcinogénicas ni mutagénicas” como tampoco “efecto tóxico sobre fertilidad, reproducción o desarrollo embrionario”. En tanto la EPA anunció, en 2019, que mantenía su estatus afirmando que “no hay riesgos para la salud pública cuando el glifosato es usado según su etiqueta y que no es carcinogénico” (EPA, 2019, 8 de julio).

En los argumentos y contraargumentos de esta disputa pública se encuentran involucrados los artículos científicos, los ensayos en laboratorio y/o a campo, los organismos de regulación y las investigaciones que se realizan o que no se llevan adelante. Ahora bien, ¿quiénes son los expertos que conforman estos organismos?; ¿existen intereses que motivan sus evaluaciones?; ¿son independientes?; ¿puede un estudio que representa a Monsanto, ser igualmente válido?

La ciencia “regulativa”, a diferencia de la ciencia “normal”, se genera en el marco de una controversia tecnocientífica pública (CTP), no goza de la revisión por pares y es poco afecta a la incertidumbre, por lo que sus resultados promueven acciones políticas o normativas (Aibar, 2002, p. 3). Los expertos se convierten en participantes activos que buscan reforzar sus argumentos bajo el peso de “dictamen científico”. En el caso del Senasa, los evaluadores son expertos provenientes de carreras vinculadas a la química y a la agronomía. Con respecto a EFSA, además del personal técnico, hay científicos e institutos de investigación que trabajan en articulación.

En cuanto a la pretendida neutralidad y el debate sobre los intereses, es preciso destacar la habitual carga peyorativa que conlleva el término. En el *ethos* mertoniano (Merton, 1940), el imaginario social parte de un estado deseable de “neutralidad”, ajeno a cualquier interés espurio. Pero aun cuando los científicos involucrados sean “independientes”, también poseen sus propios intereses. Por ejemplo, aquellos vinculados al capital simbólico, implicado en la participación de una controversia versus grandes corporaciones, en la visibilidad ganada por su equipo ante la sociedad, o en la búsqueda del reconocimiento de los pares.

Para el análisis de este caso resulta significativa la noción de conflicto de interés y el rol de los cuerpos regulatorios. Algunos autores han sugerido que “la sospecha sobre los científicos, ingenieros, políticos y corporaciones comerciales que utilizan la ciencia para impulsar una agenda, o para promover o socavar una tecnología se ha generalizado” (Jasanoff, 1994; Grundmann, 2017, p. 30). En Argentina, estas sospechas recaen sobre la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (Conabia), organismo regulador de OGM, e incluso del propio Senasa, a cargo del registro (Aranda, 2017, 13 de agosto).

Pensar en los intereses de los científicos permite darle sentido a su accionar, pero ello no implica no guardar un compromiso con su práctica o que esta sea inválida (Pellegrini, 2013). Todas las investigaciones involucran de algún modo diferentes intereses y motivaciones. Y aun cuando las empresas presenten sus propios estudios, donde parecería ser “evidente” la motivación, no por ello supone que el científico que los llevó a cabo no haya realizado de manera rigurosa los ensayos, es decir, no significa que la investigación sea inválida. Con relación al glifosato, uno de los puntos más cuestionados es el uso de los estudios de Monsanto en las evaluaciones regulatorias.

Más allá de las investigaciones conducidas por las empresas existen otras que indagan sobre el perfil de seguridad del glifosato. Por ejemplo, Acquavella y otros (2016) revisaron un corpus de trabajos sobre los impactos del glifosato en la salud; Mesnage y Antoniou (2017) analizaron diversas publicaciones a través de las cuales concluyeron que el perfil de seguridad resultaba controvertido. Muchas de las reseñas relevadas han sido publicadas por consultores y empleados de las mismas empresas que comercializan los herbicidas, lo cual pudo tener un sesgo favorable a los intereses comerciales. Pero también advirtieron que los estudios que sostienen que la exposición prolongada al glifosato es responsable de muchas enfermedades (cáncer, diabetes, neuropatías, obesidad, asma, infecciones, infertilidad y defectos de nacimiento), llegan a conclusiones que no están respaldadas por la evidencia científica disponible.

En Europa, luego de que la EFSA renovara el permiso al glifosato hasta el 2022, funcionarios públicos de diferentes países y pertenencias partidarias encargaron una nueva investigación “independiente” sobre lo evaluado por el Instituto de Evaluación de Riesgos de Alemania (Masdeu, 2019, 21 de enero). La sospecha residía en que, en realidad, el informe hubiera sido realizado por el Glyphosate Task Force (<https://www.glyphosate.eu/>), un consorcio de empresas vinculadas a su producción. Se contrató a dos expertos, uno en plagios y un bioquímico, quienes realizaron un detallado informe, también revisado por pares, y concluyeron que la mayor parte del trabajo era un “corte y pegue” de informes remitidos por las empresas, es decir, un plagio.

El plagio se descubrió exclusivamente en los capítulos que tratan de la evaluación de estudios publicados sobre riesgos para la salud relacionados con el glifosato. En estos capítulos, el 50,1% del contenido se identificó como plagio... En los capítulos sobre estudios de la industria, la proporción total de copiar y pegar es aún mayor, con un 81,4%. Por el contrario, aquí, el análisis de los autores del estudio reveló que incluso la descripción y explicación de BfR del enfoque para evaluar la literatura publicada había sido plagiada de la aplicación GTF. Por tanto, el BfR había copiado la explicación de Monsanto sobre el enfoque de Monsanto al evaluar la literatura publicada, pero la había presentado como el enfoque de la autoridad (Weber & Burtscher-Schaden, 2019, pp. 7-8).

La EFSA, por su parte, desestimó las acusaciones aduciendo que resultaba necesario dar más claridad a cómo realizaban el informe:

Aunque no hay evidencia de que la evaluación del glifosato se realizara de manera inadecuada, la EFSA reconoce que se puede hacer más para mejorar la claridad y la transparencia en la forma en que los Estados miembros llevan a cabo sus borradores de evaluación (Masdeu, 2019, 21 de enero).

Las evaluaciones y declaraciones de los comités desplazan el foco de la controversia hacia un lado y el otro de la disputa. En muchos de los debates públicos se les reclama la realización de “investigaciones independientes”; esto sucede, por ejemplo, con el Senasa (“La anticiencia: Las respuestas del Senasa”, 2019, 22 de mayo).

Salter (1987, en Brante y Elzinga, 1990) denomina *investigación socialmente obligada* a la que se genera como producto de la interacción entre ciencia, gobierno e industria. Aquellos investigadores que participan se ven frecuentemente presionados y vinculados a redes sociales mucho más amplias que sus propias comunidades disciplinarias, y participan de una dinámica con estándares cambiantes, complejizando aún más su actuación.

La confianza en los expertos resulta un elemento fundamental para la toma de decisiones, aunque en algunas ocasiones puede verse seriamente erosionada (Pellegrini, 2019). En la Argentina, aquellos organismos que avalan el uso del glifosato suelen ser denostados en la controversia pública por los movimientos ambientales, señalados como “cómplices del ecocidio” realizado por las grandes empresas, e incluso acusados de brindar respuestas “anticientíficas” cuando son interpelados por los medios *independientes* (“La anticiencia: Las respuestas del Senasa”, 2019, 22 de mayo).

La agencia de noticias *Reuters* realizó en 2017 una investigación sobre el informe de IARC, y descubrió que “se produjeron ediciones en el capítulo de la revisión que se centra en los estudios con animales” (Kelland, 2017, 14 de junio). Este capítulo tuvo importancia en la evaluación del glifosato, dado que fue sobre el que se decidió que había evidencia “suficiente” de carcinogenicidad. La IARC había eliminado deliberadamente las conclusiones de científicos que no habían encontrado vínculos entre el glifosato y el cáncer en animales de laboratorio. El instituto adujo confidencialidad de la información, argumento que suele ser atacado cuando se trata de aprobaciones de productos y tecnologías por parte de los organismos regulatorios.

## El “estudio de Carrasco”: ciencia digna y el camino del héroe

El 13 de abril de 2009, en la primera plana del diario *Página 12*, un científico hasta el momento casi desconocido por la sociedad, Andrés Carrasco, denunciaba a la prensa los efectos nocivos del glifosato en la salud humana. “Mancha Venenosa” fue el nombre que recibió la nota, la primera de este tipo y con este alcance (fue tapa) en un medio masivo. Carrasco, quien había sido presidente del Conicet, hizo pública su investigación con carácter de denuncia. El objetivo del estudio realizado junto a su equipo era evaluar posibles impactos del glifosato en el desarrollo embrionario de anfibios. La inoculación del producto de manera directa en los embriones y en dosis inferiores utilizadas en el campo, arrojó efectos teratogénicos en el desarrollo embrionario (malformaciones). Según sus palabras: “Las anomalías mostradas por nuestra investigación sugieren la necesidad de asumir una relación causal directa con la enorme variedad de observaciones clínicas conocidas, tanto oncológicas como de malformaciones reportadas en la casuística popular o médica” (Aranda, 2009, 13 de abril).

El hecho de haber dado a conocer sus resultados sin haber transitado la revisión de sus pares fue argumentado a partir de la existencia de un deber moral subyacente al riesgo que representaba para la salud de la población, y a la urgencia por advertirlo. Esta actitud le valió críticas no solo de las autoridades del Conicet sino también de muchos colegas (Pellegrini, 2013).

Las investigaciones del equipo de Carrasco intentaban dar respuesta a una demanda de información por parte de las comunidades afectadas por el uso de agroquímicos. El tema no formaba parte de la agenda científica y esta vacancia, esta “ciencia no hecha”, se evidenció con la movilización de los grupos sociales (Frickel, 2010 en Martín, 2014, p. 43).

Las personas que comenzaron a alzar la voz contra las “fumigaciones”, los vecinos, “las madres de Ituzaingó”, empezaron a organizarse y a buscar

información, a cuestionarse sobre lo que estaba pasando en su barrio y contabilizar y registrar los casos de cáncer y enfermedades crónicas cada vez más frecuentes en su propia comunidad, lo que Brown (1987) denomina “epidemiología popular”. En este sentido, Grundman (2017) sostiene que “las personas directamente afectadas por un problema ambiental tendrán una conciencia más aguda de sus síntomas y una preocupación más apremiante por la calidad de las garantías oficiales, que aquellos en cualquier otro papel” (p. 40). Y al respecto, el propio Carrasco sostenía: “No descubrí nada nuevo. Digo lo mismo que las familias que son fumigadas, sólo que lo confirmé en un laboratorio” (Aranda, 2014, 10 de mayo).

¿Qué significa atender una demanda de la sociedad? ¿Qué implicancias metodológicas conlleva? ¿Es lo llevado a un laboratorio prueba suficiente de una causalidad directa? ¿Se “recogen” los hechos científicos de la realidad? Carrasco sostenía que “daba cuenta” de una demanda ignorada, y para ello se valía de manera directa de la información suministrada por la comunidad, de sus preocupaciones e interpretaciones de las causalidades glifosato-muerte-cáncer, una suerte de explicación *emic* para la antropología, en tanto tomaba de los informantes su propia explicación de los hechos de *la realidad*.

Esta idea de “recolección” de datos y de “atención de una demanda” permite reflexionar sobre las concepciones subyacentes referidas a la producción de conocimiento, entendida como una suerte de hallazgo, omitiendo el carácter socialmente construido de todo saber. La decisión de hacer público el trabajo en un medio de comunicación sin la revisión de sus pares le valió el reconocimiento de algunos sectores —en particular, movimientos sociales y ONG— y el repudio por parte de las autoridades del por entonces Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y de gran parte del *mainstream* científico. El equipo de Carrasco respondió a las críticas y acusó presiones y persecución, realizando una respuesta pública, e invocando el conflicto de interés presente en las críticas esbozadas contra su trabajo (Carrasco, 2011).

Pero es desde el momento de su publicación en una revista científica un año después (Paganelli y otros, 2010), y sobre todo a partir de su muerte, que el efecto de su trabajo cobró mayor resonancia. Varios científicos comenzaron a realizar nuevas investigaciones; además, se establecieron los campamentos sanitarios en los lugares más afectados, encabezados por médicos e investigadores de universidades públicas, que hicieron relevamientos de posibles enfermedades y/o muertes vinculadas.

Asimismo, comenzó a conformarse discursivamente un concepto de ciencia disruptiva, digna, que no se alinea con actividades extractivistas y poco respetuosas del ambiente. Para los movimientos sociales/ambientales, Carrasco había sido un científico a contrapelo de los intereses, se había enfrentado a las poderosas multinacionales, y a raíz de ello fue perseguido. El día 16 de junio —aniversario de su nacimiento— fue declarado “día de la ciencia digna” por la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Nacional de Rosario, donde era docente. Su nombre se ha “hecho bandera” de varios movimientos ambientales y se crea en su honor el espacio Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad y la Naturaleza de América Latina (Uccsnal). Para esta organización, la “ciencia digna” no es neutra, asume su rol político, encarna valores de servicio a la comunidad, por contraposición a la tecnociencia dominante, hegemónica no solo en espacios de investigación sino en las principales revistas de publicación, tal como lo había advertido Carrasco en su alegato sobre la publicación de los datos por fuera del ámbito académico.

Pellegrini (2013) sostiene que aun cuando exista una imputación de supuestos vínculos de los investigadores, ello “no exime de analizar la naturaleza de los argumentos y experimentos realizados en cada caso” (p. 314). Como se afirmó antes, es imposible pensar científicos sin intereses (aun los considerados independientes); resulta un mito sin correlato en la realidad (Jasanoff, 1990, en Grundmann, 2017, p. 37).

Carrasco se convirtió en emblema de ciencia independiente, esto es, no ligada a “intereses extractivistas”. Llegado a este punto, resulta necesario

reflexionar de manera crítica sobre las “resignificaciones” del interés como elementos conformantes de la controversia. Según las notas relevadas, parecerían existir dos tipos de “interés”, uno espurio adjudicado a las corporaciones, frente al “legítimo” de la ciencia independiente.

El rigor y la calidad de las investigaciones con respecto a métodos, desarrollo, producción de conocimiento, implican un proceso que se refrenda por pares, sin importar los nombres propios, sean de la industria o de la ciencia disruptiva. Sin caer nuevamente en valores acrílicos, resulta necesario no perder de vista las formas de validación del conocimiento científico, normas que sostienen y “aseguran” la idoneidad de los conocimientos producidos, la calidad de las investigaciones, o al menos reaseguran posteriores replicaciones y revisiones continuas.

Carrasco denunciaba que la ciencia estaba urgida por los grandes intereses económicos, y no por la verdad y el bienestar de los pueblos (Aranda, 2014, 10 de mayo). Argumentaba que su investigación no transitó los caminos de validación y certificación, porque “cuando uno demuestra hechos que pueden tener impacto en la salud pública, es obligación darle una difusión urgente y masiva” (Aranda, 2009, 13 de abril); podría pensarse que quizá su interés estaba motivado justamente por la “salud pública” y el bienestar de ese barrio que buscó su “auxilio” para comprobar de manera científica lo que observaban.

Las objeciones al estudio estuvieron vinculadas al diseño metodológico, que implicaba inyectar directamente el glifosato en tejidos (placenta) y anfibios. Para algunos investigadores (INTA), el estudio distaba de replicar “las condiciones reales”, en las que se tienen en cuenta otros factores (Pellegrini, 2013). La cuestión es: ¿cómo se traslada y se construye la realidad “demandada” en el laboratorio?

Respecto de los “datos” aportados —es decir, los dichos de las mujeres afectadas—, no se contrastaban con los relevamientos oficiales (Mulet, 2015, agosto). ¿Qué sucede, en general, con el conoci-

miento generado por los legos en las controversias?, ¿son tomados por la comunidad científica? Tal como argumentó Carrasco, los “datos” recolectados por los vecinos no eran contemplados en ninguna esfera. Sobre este punto, resulta interesante retomar el aporte que realiza B. Wynne (1989) en su estudio sobre los pastores de Cumbria. Luego del fatal accidente en la planta nuclear Chernobyl (en 1986) comenzaron a realizarse estudios en numerosos lugares de Europa para medir el impacto y el alcance de la radiación. Wynne investigó sobre los conocimientos locales en Cumbria, específicamente los cambios detectados por los pastores en los animales, a partir de su conocimiento sobre su comportamiento y el medio y los efectos de las lluvias ácidas en las pasturas. La comunidad científica se mostró reacia a confiar en los cambios reportados por los pastores, lo que llevó a Wynne a sostener que aquella suele observar una actitud de cierta desconfianza respecto del saber lego. ¿Es lego el conocimiento de las madres del Barrio Ituzaingó? ¿Es una experticia ubicua o han logrado alcanzar cierta experticia interaccional a partir de Carrasco?

El investigador tomó los dichos de algunos miembros de la comunidad y los hizo parte de su investigación, los construyó como datos, a partir de vías “no académicas”, o al menos no tradicionales. Carrasco aducía la urgencia moral que atañe a los valores de la salud y la vida humana, y generó un nuevo sendero en la construcción del hecho científico. Cabe repensar, a la luz del *affaire* Carrasco, si los valores más apreciados por la “comunidad” científica, en cuanto construcción y legitimación colectiva como reaseguro de ciencia “bien hecha”, deben desestimarse ante la urgencia social.

Los actuales campamentos sanitarios (“Los Campamentos sanitarios de la Facultad de Ciencias Médicas de Rosario”, 2015, 22 de abril), realizan sus investigaciones desde la información que “recolectan” (*construyen*) en el campo, a partir de las observaciones de los vecinos que también participan de los registros, y constituyen así una suerte de epidemiología participativa (Brown, 1992). Si bien, como sostiene Wynne (1989), ambos conocimientos o experticias (lego-experto) son complementarias y resulta útil que así sean, es importante no

desatender en una controversia los tipos de experticia de sus participantes (Collins y Evans, 2002, p. 267), y quizá sopesarlas, fundamentalmente cuando están en juego decisiones públicas enmarcadas en una esfera mayor.

## De mancha venenosa a chivo expiatorio

En el último decenio se fueron realizando local e internacionalmente múltiples investigaciones y denuncias contra el glifosato como principal causante de envenenamiento de cursos de agua, suelo, mortandad de peces y animales. Asimismo, se señalaron correlaciones entre su uso desmedido o mal uso —o simplemente uso— con un incremento en los índices de enfermedades cancerígenas (principalmente leucemias en niños), malformaciones animales y abortos espontáneos, e incluso con el consumo de drogas o el autismo. Algunos autores afirman su carácter como disruptor endocrino (Rossi, 2020), mientras que otros sostienen que falta evidencia concluyente, y que son necesarios estudios a largo plazo (Walsh y otros, 2000; EFSA, 2015; Mesnage, 2017).

Por ejemplo, algunas investigaciones han demostrado la incidencia del glifosato en los cursos de agua dulce, dado su excesivo uso —ampliación de la frontera agrícola— y por un tiempo prolongado. Otras han registrado trazas del producto en sangre y orina de los pobladores cercanos a las producciones, y hasta en telas y tampones de algodón (Télam, 2015, 20 de octubre). Pagano y Villamil (“Impacto de agroquímicos: presentaron el resultado de un estudio científico”, 2015, 15 de diciembre) no correlacionan al glifosato con enfermedades crónicas, pero sí destacan su persistencia en fuentes de agua y suelo, como lo viene sosteniendo el equipo de Camino y Aparicio (2010), de la Estación Experimental INTA Balcarce.

Por su parte Villamil, profesora titular de Toxicología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica (UBA), llegó a sostener en una entrevista brindada a la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes

(Casafe):

No conozco otro herbicida más seguro e inocuo que el glifosato... Pienso que evidentemente hay muchos intereses que están más allá de mi capacidad de poder entender qué es lo que ha pasado con el glifosato, que lo han endemoniado de tal manera (2018, 12 de noviembre).

Por el contrario, en los noticieros y redes sociales se han multiplicado campañas para exigir su prohibición, a impulso de movimientos de protesta socioambiental, argumentando un mayor número de casos de cáncer no contemplado en los registros oficiales (Ballesteros y otros, 2016) y/o la fumigación de escuelas y poblados. ¿Cómo se validan estos datos?, ¿a través de los registros oficiales?, ¿tienen suficiente capacidad y articulación federal para ser un registro confiable?, ¿son válidos como “datos” los dichos con nombre propio del personal de salud y de los familiares de pacientes?

Otros expertos sostienen que las cifras, tanto del Registro Nacional Oncopediátrico Hospitalario ROHA (Moreno, 2015) como del Registro Institucional de Tumores de Argentina (RITA) o del Instituto Nacional del Cáncer, no dan cuenta de lo que reflejarían los estudios (Ré, 2015, 29 de octubre) o las denuncias, y si bien se debe advertir que gran parte del trabajo del sector agropecuario es “golondrina” e informal; el registro de accidentes de trabajo y de la Superintendencia de Seguros de la Nación, muestra un indicador muy bajo por intoxicación por agroquímicos.

Los expertos en toxicología sostienen que las principales intoxicaciones registradas se dan en el hogar, con productos domisanitarios, contrariamente a lo sostenido por los estudios adoptados por las organizaciones y movimientos sociales ambientales.

## ¿Estamos cerca del cierre de la controversia?

Lejos de concluir la polémica, el glifosato sigue

estando en el centro de atención: desde proyectos de ley de aplicaciones de agroquímicos que buscan “ordenarlas” o aquellas que prohíben su uso, hasta documentales y múltiples publicaciones en los medios de comunicación.

La controversia excede al glifosato y se extiende a las formas de producir y su sustentabilidad. Algunos estudios señalan que las condiciones iniciales en las que se establecieron los límites del uso seguro del glifosato respondían a un contexto diferente al actual, por lo que sería necesaria una reevaluación:

Las pruebas iniciales de toxicidad de la industria sugirieron riesgos relativamente bajos para las especies no objetivo, incluidos los mamíferos, lo que llevó a las autoridades reguladoras de todo el mundo a establecer límites de exposición aceptables altos. Estudios de epidemiología y animales publicados en la última década, sin embargo, apuntan a la necesidad de una nueva mirada a la toxicidad del glifosato (Peterson Myers y otros, 2016, p. 1).

Otras líneas de investigación apuntan a las diferentes interacciones de productos agroquímicos, sus componentes (coadyuvantes) y otros elementos naturales, como el arsénico (Lajmanovich y otros, 2019; Gunatilake y otros, 2019), aunque resulta difícil replicar en laboratorio interacciones tan complejas.

El caso del glifosato dio visibilidad a una gran cantidad de actores, desde comunidades a científicos, funcionarios públicos a jueces, docentes a productores y más. La controversia pública repercute cotidianamente, por ejemplo, en las decisiones de los gobiernos locales y las regulaciones de los organismos competentes, en relación con las distancias de aplicación o su prohibición.

Para los productores y (algunos) trabajadores rurales, el glifosato es sinónimo de eficiencia, de baja toxicidad; mientras que para los reguladores, se trata de una tecnología no inocua, pero de baja peligrosidad, en tanto se observen “buenas prácticas” (Brambilla, 2020). Para los movimientos ecologistas y sociales —Foro Ecológico Paraná, Naturaleza

de Derecho, Colectivo Paren de Fumigarnos, Greenpeace, por mencionar algunos—, las buenas prácticas son cuando menos un eufemismo (Ecomundo, 2019, 7 de mayo), y no inhiben al glifosato de ser sinónimo de veneno y de cáncer. Según Paula Blois (2018) el glifosato es abordado desde dos puntos de vista: por un lado, el “pragmático/productivista” que lo defiende como insumo necesario, lo denomina “agroquímico y/o fitosanitario” y habla de “pulverizaciones”. Y por el otro, desde el punto de vista precautorio, aquellos que lo consideran un veneno (agrotóxico) “fumigado” sobre poblaciones e incluso escuelas.

No da lo mismo llamarlo agrotóxico o fitosanitario: las palabras tienen una carga política, histórica, y las etiquetas hacen mucho más que informar, justamente dotan de sentido e inciden en su interpretación (Pellegrini, 2019, p. 222). El glifosato aparece aquí como un artefacto saturado de sentidos y resignificaciones. El acto de denominar es ante todo político, es

(...) ejercer el control cognitivo: nombrar y clasificar resultan las operaciones que permiten construir las categorías de verdad y la autoridad para intervenir en la naturaleza y en la sociedad. El tipo de verdad que construye el relato de la ciencia -absoluta, neutra, universal y atemporal- tiene insoslayables consecuencias políticas (Roca, 2012, p. 4).

Denominar de un modo u otro da cuenta de las tensiones que subyacen no solo entre los diferentes modelos de producción, sino también de validación del conocimiento.

Lo interesante de analizar las controversias públicas es que también permiten desentrañar un abanico de múltiples interacciones y resignificados, y también de imágenes de la ciencia, de cómo se genera el conocimiento. En esta controversia están involucradas acciones, decisiones públicas, políticas, muchas veces emanadas de expertos de los organismos de regulación. El rol de los expertos, su legitimación, los procesos de regulación, son espacios para profundizar en el debate del glifosato. Y sin duda, esta controversia pública tiene muchas más aristas que no se han abordado en el presente análisis.

sis, dadas la ajustada extensión y la profundidad de la temática.

Finalmente, en la actualidad existen dos proyectos para promover la generación de nuevos conocimientos. Por una parte, el lanzamiento de una convocatoria a investigadoras/es y a tecnólogas/os que cuenten con resultados de investigaciones y/o desarrollos tecnológicos orientados a medir y/o estimar el contenido de agroquímicos en suelos, agua, aire y organismos biológicos para la creación de un inventario nacional. La información que resulte del inventario será un insumo para analizar y contribuir al desarrollo de formas de producción sustentable que permitan la apertura de nuevos mercados para la producción orgánica y agroecológica, y que resulten en beneficios sociales, económicos y ambientales (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020). Por otra parte, el proyecto de Ley Observatorio de Agroquímicos propone la creación de un observatorio que contará con un consejo directivo formado por distintos representantes de organismos del Estado que aportarían a esta producción de conocimiento, y un consejo asesor que pretende y propone la participación de la ciudadanía de manera activa en la configuración de esas políticas públicas. Para repensar de manera crítica la intervención en espacios de participación ciudadana para la toma de decisiones, como el observatorio recientemente creado, resultan útiles los conceptos de coproducción (Jasanoff, 2004) y de epidemiología popular (Brown, 1987). Los procesos de coproducción suponen una negociación de conocimiento y poder, así como la generación tanto de nuevos conocimientos como de órdenes sociales. El concepto pone de relieve el proceso de creación de conocimiento a través de las relaciones de poder, y su intersección con los procesos históricos, sociales y económicos. En tanto que la experiencia participativa en órganos consultivos o asesores por parte de la comunidad suele limitarse a una participación de carácter “testigo”, la epidemiología popular implica una participación significativa de los actores sociales en la generación de conocimiento.

En nuestro país, desde el *affaire* Carrasco, la participación ciudadana en la esfera de las decisiones tecnocientíficas comenzó a vislumbrarse como una posibilidad. Cobró notoriedad a partir de la

epidemiología popular, los relevamientos barriales de enfermedades y decesos, a través de los debates públicos, de las denuncias y las acciones judiciales. El accionar de Carrasco y de los campamentos sanitarios dio lugar a espacios de coproducción, dotando de legitimidad al conocimiento no certificado, construido por los grupos locales. Y en la actualidad, se cristaliza en la creación de este observatorio.

Según Ravetz (1993, en Grundmann, 2017) la experticia oficial y la no profesional deben considerarse complementarias (p. 40). En esta misma línea, Collins y Evans (2002) se preguntan: ¿debería maximizarse la legitimidad política de las decisiones técnicas en el dominio público remitiéndolas a los procesos democráticos más amplios, o deberían basarse tales decisiones en el mejor asesoramiento de expertos? (p. 272). Es necesario destacar que si bien la participación puede aportar heterogeneidad, el grado de conocimiento y experticia de los participantes no debería ser ignorado (Pellegrini, 2019, p. 184). Los conocimientos del ámbito local deberían sopesarse si no se combinan con otros tipos de experiencia, enmarcándose de un modo particular y parcial de la problemática (Collins y Evans, 2002).

En 2018 Monsanto vendió sus acciones a Bayer, que deberá hacerse cargo de los millonarios reclamos, que siguen multiplicándose —aproximadamente 52000 en EE.UU. para 2020— (UChile, 2020, 27 de abril), por efectos en la salud de trabajadores que han manipulado de manera directa el herbicida o de comunidades que han sido rociadas por este. Sumado a la visibilidad mediática de las acciones legales que reavivan la controversia en la esfera pública, recientemente se han publicado investigaciones que prueban acciones de espionaje y *lobby* realizadas por Monsanto no solo sobre científicos sino también sobre periodistas y *celebrities* para desacreditar sus críticas hacia el herbicida, o para tratar de sumar favores a su causa (Levin, 2019, 18 de agosto).

Varias empresas están buscando alternativas químicas para dejar de usar el glifosato; algunos propenden al uso de bioinsumos y otros a la combinación de moléculas. ¿Será mayor el riesgo de nuevas combinaciones? “Mientras tanto, la sospecha sobre los científicos, funcionarios públicos y corpora-

ciones comerciales que utilizan la ciencia para impulsar una agenda, o para promover o socavar una tecnología se ha generalizado” (Grundmann, 2017, p. 30).

Según Pellegrini (2019) “el cierre de una controversia científica supone la construcción de un determinado consenso dentro de la comunidad científica; pero en una controversia pública los actores son mucho más heterogéneos y también las dinámicas de participación” (p. 181). La toma de decisiones en ausencia de consenso moviliza factores no epistémicos y netamente políticos, por ejemplo, la autoridad del Estado (Mullin, 1987, p. 76). En Argentina, esta autoridad es puesta en tensión por los movimientos ambientales y sociales.

Si bien la controversia parece haber perdido intensidad luego de que gran parte del *mainstream* local diera cuenta de las falencias metodológicas (Pellegrini, 2013), la construcción de la figura de Carrasco como emblema de una “ciencia digna” apela a una narrativa cuyos ejes centrales invocan el heroísmo, la “independencia” de los poderes concentrados y el protagonismo de los movimientos sociales.

El surgimiento de investigaciones a partir de movimientos heterogéneos conformados por científicos, médicos sanitarios y ciudadanos “afectados” reaviva el debate, y tensiona las decisiones normativas municipales y provinciales. En concordancia con la narrativa soteriológica, la abnegación y la búsqueda de la verdad ante un contexto hostil, acompañan la construcción emblemática de Carrasco, sumando nuevos seguidores:

(...) las narrativas soteriológicas ponen en evidencia las *performances* normativas que

transitan el reclutamiento, la adscripción y la formación de nuevos acólitos; a la vez que exhiben las formas en que la ciencia, en tanto suma de actividades institucionalizadas, conecta con un patrón ideológico moral-sentimental y estético definido e inconfundible (Roca, 2012, p. 4).

El equilibrio entre la regulación y el consenso en sintonía con las necesidades productivas y del comercio exterior podría orientarse hacia una política productiva agroecológica, como una salida paulatina de los conflictos sanitarios y ambientales. Las opciones de reemplazo a partir de nuevas combinaciones de principios activos extendería la controversia, al sumar nuevos posibles impactos sobre la salud y el medioambiente y nuevos debates regulatorios, científicos y políticos.

La controversia del glifosato se enmarca en un debate público mayor, vinculado a las formas de producción de alimentos (extractivismo versus sostenibilidad). ¿Su discusión opaca otras más profundas, vinculadas a los modos de producción extractivos, las dinámicas de desarrollo productivo y comercio, desplazamiento y distribución?

Como hemos observado en este breve análisis, las controversias son momentos epistémicos de gran interés, en los cuales los conflictos distan de ser puros y entre actores de un mismo nivel académico. Constituyen oportunidades fructíferas para develar normas, sistemas de valores e intereses (Valverdú, 2005, p. 49). Es por ello que el estudio sobre el glifosato configura un vasto campo de controversias en donde indagar las múltiples interacciones de la ciencia, el Estado, la industria y la sociedad.

---

## Notas

<sup>1</sup> Dosis ingerida o absorbida a través de la piel que es letal en el 50% de un grupo de animales uniformes.

## Referencias bibliográficas

- Acquavella, J., Garabrant, D., Marsh, G., Sorahan, T., & Weed, D. (2016). Glyphosate epidemiology expert panel review: a weight of evidence systematic review of the relationship between glyphosate exposure and non-Hodgkin's lymphoma or multiple myeloma. *Critical Reviews in Toxicology*, 28-43.
- Aibar, E. (2002). Controversias tecno-científicas públicas: la pericia no es siempre suficiente. *Digithum*.
- Andrade, F. y otros (2017). *Los desafíos de la agricultura argentina. Satisfacer las futuras demandas y reducir el impacto ambiental*. CABA: INTA Ediciones. Colección Divulgación.
- Ballesteros, I. y otros (2016). Vigilancia Epidemiológica del Cáncer. Análisis de Situación de Salud por Cáncer. Argentina, 2016. Un aporte para la toma de decisiones en salud pública basadas en información Ministerio de Salud V. Instituto Nacional del Cáncer (IARC). Ministerio de Salud de la Nación Argentina. Recuperado de: <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2018-10/0000000925cnt-2016-12-21-boletin-epidemiologia.pdf>
- Benbrook, C. M. (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environ Sci Eur*, 28 (3). DOI: <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>
- Blois, P. (2018). Repositorio Digital FFyL UBA. Obtenido de: [http://repositorio.filo.uba.ar/xmlui/bitstream/handle/filodigital/9970/uba\\_ffyl\\_t\\_2017\\_se\\_blois.pdf?sequence=2](http://repositorio.filo.uba.ar/xmlui/bitstream/handle/filodigital/9970/uba_ffyl_t_2017_se_blois.pdf?sequence=2)
- Brown, N. (1987). Popular epidemiology: community response to toxic waste-induced disease in Woburn, Massachusetts. *Science, Technology, & Human Values*, 12, (3/4), 78-85.
- Camino, M. y Aparicio, V. (2010). *Aspectos ambientales del uso del glifosato*. Balcarce: INTA.
- Carson, R. (1962). *Primavera silenciosa*. Buenos Aires: Booket.
- Carrasco, A. E. (2011). Reply to the letter to the editor regarding our article (Paganelli et al., 2010). *Chemical Research in Toxicology* 24, 610e613. DOI: <https://doi.org/10.1021/tx200072k>
- Collins, H. & Evans, R. (2002). The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience. *Social Studies of Science*, 235-296.
- Elzinga, T. y Brante, A. (1990). Towards a Theory of Scientific Controversies. *Science & Technology studies*, 33-46.
- Grundmann, J. (2017). The Problem of Expertise in Knowledge Societies. *Minerva*, 25-48.
- Gunatilake S. y otros (2019). Glyphosate's Synergistic Toxicity in Combination with Other Factors as a Cause of Chronic Kidney Disease of Unknown Origin. *Internacional Journal Environ Research Public Health*. 31;16 (15):2734. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16152734>
- Jasanoff, S. (1994). *The Fifth Branch: Science Advisers As Policymakers*. EE.UU.: Harvard University Press.
- Jasanoff, S. (2004). Ordering Knowledge, Ordering Society. In *States of Knowledge: The Coproduction of Science and Social Order* (13-45). London: Routledge.
- Labrada, R. y otros (1996). Manejo de malezas para países en desarrollo. Estudio Fao Producción y Protección Vegetal 120, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 1996.
- Lajmanovich, R. C. y otros (2019). First evaluation of novel potential synergistic effects of glyphosate and arsenic mixture on *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae) tadpoles. *Heliyon* 25; 5(10), e02601. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02601>
- Martin, B. (2014). *Controversy Manual*. Sweden: Irene Publishing.
- Merton, R. (1984 [1938]). *Ciencia, tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII*. Madrid: Alianza.

- Mesnager, R. & Antoniu, M. (2017). Facts and Fallacies in the Debate on Glyphosate Toxicity. *Frontiers in public health*. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00316>
- Mullin, M. (1987). Scientific controversy and its termination. En H. y. Engelhardt Jr. *Scientific Controversies: Case Studies in the Resolution and Closure of Disputes in Science and Technology* (pp. 49-91). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mulet, M. (2018, 24 de mayo). El glifosato es seguro, *Clarín Rural*. Recuperado de: <https://www.ciafa.org.ar/noticia/89>
- Paganelli, A., Gnazzo, V., Acosta, H., López, S. L. & Carrasco, A. (2010). Glyphosate-Based Herbicides Produce Teratogenic Effects on Vertebrates by Impairing Retinoic Acid Signaling. *Chemical Research in Toxicology*.
- Pellegrini, P. (2013). *Transgénicos: ciencia, agricultura y controversias*. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.
- Pellegrini, P. (2019). *La verdad fragmentada: conflictos y certezas en el conocimiento*. Buenos Aires: Argonauta.
- Peterson Myers, J., Antoniou, M., Blumberg, B., Carroll, L., Colborn, T. & Everett, L. (2016). Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environmental Health*.
- Resolución 500 (2003). Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Creación del Sistema Federal de Fiscalización de Agroquímicos y Biológicos. Buenos Aires, Argentina. 28 de agosto de 2003.
- Resolución 256 (2015). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Creación del Programa de Fomento de Uso de Bioinsumos Agropecuarios. Buenos Aires, Argentina, 8 de mayo de 2015.
- Roca, A. (2012). Todo conocimiento es político: sólo se trata de saber quién es el amo. *Revista Espacios*, 48, 1-14. Número especial: Luces y sombras de las Humanidades, Dossier: "Pensar Filo" como "Humanidades".
- Sosa, B., Fontans-Álvarez, E., Romero, D., Da Fonseca, A., Achkar, M. (2019). Analysis of scientific production on glyphosate: An example of politicization of science. *Sci Total Environ*, 681, 541-550. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.379>
- Székács, A. (2018). Re-registration Challenges of Glyphosate in the European Union. *Frontiers in environmental science*.
- Valverdú, J. (2005). ¿Cómo finalizan las controversias? Un nuevo modelo de análisis: la controvertida historia de la sacarina. *Revista CTS*, 19-50.
- Walsh L. P. y otros (2000). Roundup inhibits steroidogenesis by disrupting steroidogenic acute regulatory (StAR) protein expression. *Environ Health Perspect* 108, pp. 769-776. DOI: <https://doi.org/10.1289/ehp.00108769>
- Weber, S. & Burtcher-Schaden, H. (2019). Detailed Expert Report on Plagiarism and. Recuperado de: <https://bit.ly/Copy-Paste-Glyphosate>
- Wynne, B. (1989). Sheep Farming after Chernobyl: A Case Study in Communicating Scientific Information, *Environment* 31, 2 (1989), 10-15, 33-39.

---

## Artículos periodísticos

- Acciarresi, H. (2008, 21 de abril). El desafío de las malezas. *Clarín Rural*. Recuperado de: [https://www.clarin.com/rural/desafio-malezas\\_0\\_SyTB\\_3w3G.html](https://www.clarin.com/rural/desafio-malezas_0_SyTB_3w3G.html)
- Aranda, D. (2009, 13 de abril). El tóxico de los campos. *Página 12*. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-123111-2009-04-13.html>

- Aranda, D. (2011, 15 de agosto). Polémica por un agrotóxico. *Página 12*. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/diario/sociedad/3-174480-2011-08-15.html>
- Aranda, D. (2014, 10 de mayo). Andrés Carrasco, científico y militante: gracias. *La vaca*. Recuperado de: <https://www.lavaca.org/notas/andres-carrasco-cientifico-y-militante-gracias/>
- Aranda, D. (2015, 22 de marzo). Confirmado: la OMS ratificó que el glifosato de las fumigaciones puede provocar cáncer. *La vaca*. Recuperado de: <https://www.lavaca.org/notas/confirmado-la-oms-ratifico-que-el-glifosato-de-las-fumigaciones-puede-provocar-cancer/>
- Aranda, D. (2017, 13 de agosto). De ambos lados del mostrador. *Página 12*. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/56075-de-ambos-lados-del-mostrador>
- Kelland, K. (2017, 14 de junio). Cancer agency left in the dark over glyphosate evidence. *Reuters*. Recuperado de: <https://www.reuters.com/investigates/special-report/glyphosate-cancer-data/>
- Levin, S. (2019, 7 de agosto). Revealed: how Monsanto's 'intelligence center' targeted journalists and activists. *The Guardian*. Recuperado de: <https://www.theguardian.com/business/2019/aug/07/monsanto-fusion-center-journalists-roundup-neil-young>
- Masdeu, J. (2019, 21 de enero). Cuestionada la credibilidad de los análisis de la UE sobre el glifosato. *La Vanguardia*. Recuperado de: <https://www.lavanguardia.com/natural/20190121/454217016876/glifosato-plagio-polemica-analisis-ue.html>
- Mulet, J. (2015, agosto). Carrasco: un estudio más tóxico que el glifosato. *Círculo Escéptico*. Recuperado de: [https://circuloesceptico.com.ar/2015/08/carrasco-un-estudio-mas-toxico-que-el-glifosato\\_y\\_ver\\_notas\\_varias](https://circuloesceptico.com.ar/2015/08/carrasco-un-estudio-mas-toxico-que-el-glifosato_y_ver_notas_varias)  
Mulet, J.M
- Ré, F. (2015, 29 de octubre). Afirman que no hay evidencia de que el glifosato sea altamente peligroso. *Agrovoz*. Recuperado de: <http://agrovoz.lavoz.com.ar/actualidad/afirman-que-no-hay-evidencia-de-que-el-glifosato-sea-altamente-peligroso>
- Seifert, R. (2009, 25 de abril). Para el Senasa, el herbicida cumple con todas las normativas. *La Nación*. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/para-el-senasa-el-herbicida-cumple-con-todas-las-normativas-nid1121565/>
- Bayer aumenta sus ganancias en medio de la pandemia de COVID-19 (2020, 27 de abril). *Diario Uchile*. Recuperado de: <https://radio.uchile.cl/2020/04/27/bayer-aumenta-sus-ganancias-en-medio-de-la-pandemia-de-covid-19/>
- Encuentran glifosato en algodón, gasas, hisopos, toallitas y tampones (2015, 21 de octubre) *Télam*. Recuperado de: [http://www.exactas.unlp.edu.ar/articulo/2015/10/21/encuentran\\_glifosato\\_en\\_algodon\\_gasas\\_hisopos\\_toallitas\\_y\\_tampones](http://www.exactas.unlp.edu.ar/articulo/2015/10/21/encuentran_glifosato_en_algodon_gasas_hisopos_toallitas_y_tampones)
- Impacto de agroquímicos: presentaron el resultado de un estudio científico (2015, 15 de diciembre. *LaOpinionLine*. Recuperado de: <https://laopinionpergamino.com.ar/nota/-11616/2015/12/impacto-de-agroquimicos--presentaron-el-resultado-de-un-estudio-cientifico>
- La anticiencia: las respuestas del Senasa (2019, 22 de mayo). *La Vaca*. Recuperado de: <https://www.lavaca.org/mu135/la-anticiencia-las-respuestas-del-senasa/>
- La gran mentira de las buenas prácticas agrícolas (BPA) (2019, 7 de mayo). *Ecomundo*. Recuperado de: <http://www.ecomundo.com.ar/la-gran-mentira-las-buenas-practicas-agricolas-bpa/>
- Los campamentos sanitarios de la Facultad de Ciencias Médicas de Rosario (2015, 22 de abril). *Reduas*. Recuperado de: <https://reduas.com.ar/los-campamentos-sanitarios-de-a-facultad-de-ciencias-medicas-de-rosario/>
- No conozco otro herbicida más seguro y más inocuo que el glifosato (2018, 12 de noviembre). *CASAFE*. Recupera-

do de: <https://www.casafe.org/no-conozco-otro-herbicida-mas-seguro-y-mas-inocuo-que-el-glifosato/>

Pesticidas prohibidos persisten en aguas, suelos y fauna suramericana (2020, 8 de abril). *Interpress Service*. Recuperado de: <http://www.ipsnoticias.net/2020/04/pesticidas-prohibidos-persisten-aguas-suelos-fauna-suramericana/>

Salvarezza, Basterra y Cabandié convocan a la comunidad científica a participar del Inventario para la Producción Sustentable (2020, 10 de noviembre). *Mincyt Noticias*. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/salvarezza-basterra-y-cabandie-convocan-la-comunidad-cientifica-participar-del-inventario>

---

## Sitios y documentos web

Argenbio (20 de enero de 2021). *Documento sobre el glifosato* [Archivo PDF] Obtenido de: <https://www.chilebio.cl/wp-content/uploads/2015/09/Documento-sobre-el-glifosato.pdf>

Brambilla, L. (2020). *Buenas prácticas en la utilización de fitosanitarios*. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-abc\\_buenas\\_practicas.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-abc_buenas_practicas.pdf)

CropLife Latin America (2021). *Agroquímicos, tecnologías para la agricultura*. Recuperado de: <https://www.croplifela.org/es/proteccion-cultivos/agroquimicos>

EFSA. (2015). *EFSA explains the carcinogenicity assessment of glyphosate*. Recuperado de: [https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/4302\\_glyphosate\\_complementary.pdf](https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/4302_glyphosate_complementary.pdf)

EPA (2019, 8 de julio). *EPA Takes Next Step in Review Process for Herbicide Glyphosate, Reaffirms No Risk to Public Health*. Recuperado de: <https://www.epa.gov/pesticides/epa-takes-next-step-review-process-herbicide-glyphosate-reaffirms-no-risk-public-health>

Glyphosate Renewal Group (enero de 2021). Recuperado de: <https://www.glyphosate.eu/useful-information/safety-human-health/>

Moreno, F. (2015). *Registro Oncopediátrico Hospitalario Argentino: incidencia 2000-2013, tendencia temporal de incidencia 2000-2013. Sobrevida 2000-2009*. Instituto Nacional del Cáncer. Recuperado de: <https://bancos.salud.gob.ar/sites/default/files/2020-11/62-publicacion-roha-2000-2013.pdf>

OMS (2015). *IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans*. Recuperado de: <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications>

OMS (2016). *Joint Fao/Who Meeting on Pesticide Residues Geneva, 9–13 May 2016. Summary Report*. Recuperado de: <https://www.who.int/foodsafety/jmprsummary2016.pdf?ua=1>

Rossi, E. (2020). *Antología Toxicológica del Glifosato +1000. Evidencias científicas publicadas sobre los impactos del glifosato en la salud, ambiente y biodiversidad*. Recuperado de: <https://surcosdigital.com/wp-content/uploads/2020/04/Antologia-toxicol%C3%B3gica-del-glifosato-5-ed.pdf>

Serafino, C. (2015). *Requisitos para el Registro de Fitosanitarios en la República Argentina*. [PDF] Recuperado de: <https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta-requisitos-registro-fitosanitarios-en-argentina.pdf>



## *Mariano Anderete Schwal*

Abogado y Magíster en Sociología (Universidad Nacional del Sur). Maestrando en Ciencia, Tecnología y Sociedad (Universidad Nacional de Quilmes). Profesor de nivel medio y superior en instituciones educativas de la provincia de Buenos Aires. Docente de Sociología en la UNS. Integrante de los grupos de investigación en equidad educativa y brecha digital en educación del Departamento de Economía, UNS. Administración de Cerzos (UNS-Conicet). Contacto: [marianoand3@hotmail.com](mailto:marianoand3@hotmail.com)

---

## *Yamila Noely Cáceres*

Profesora de Historia por la Universidad Nacional de Luján. Magíster en Ciencia, Tecnología y Sociedad por la Universidad Nacional de Quilmes. Doctoranda del Programa de Doctorado en Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires. Becaria doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas con lugar de trabajo en el Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes. Miembro del Programa “Estudios sociales de la Ciencia, Tecnología, Innovación y Desarrollo” e investigadora del PICT “Tecnologías conocimiento-intensivas en Argentina. Análisis socio-técnico de experiencias locales de investigación y desarrollo: Invap-Arsat para la explotación de la órbita geoestacionaria y las bandas de frecuencia (2004-2017)”. Especializada en el análisis de políticas de ciencia, tecnología e innovación en áreas estratégicas. Contacto: [ycaceres@conicet.gov.ar](mailto:ycaceres@conicet.gov.ar)

---

## *Dolores Chiappe*

Licenciada en Ciencias de la Comunicación por la Universidad de Buenos Aires y Magíster en Estudios Sociales de la Ciencia por la Universidad de Oviedo. Sus temas de trabajo se enmarcan en los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Ha integrado diversos grupos de investigación con los que ha realizado estudios y consultorías sobre indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología, comunicación pública de la ciencia y política científica. Actualmente se desempeña como Coordinadora de la Unidad de Gestión de la Investigación de la Universidad Nacional Arturo Jauretche, donde además realiza actividades de investigación y vinculación. Contacto: [doloreschiappe@gmail.com](mailto:doloreschiappe@gmail.com)

---

## *Mariana Eva Di Bello*

Doctora en Ciencias Sociales por la Universidad de Buenos Aires, Magíster en Metodología de la Investigación Social por la Universidad Nacional de Tres de Febrero y Licenciada en Sociología de la Universidad Nacional de La Plata. Es Investigadora Asistente (CONICET) en el Instituto de Estudios Sobre la Ciencia y la Tecnología (CICPBA-UNQ) y docente de grado en la asignatura ‘Teoría Social Contemporánea A’ (FaHCE-UNLP) y de posgrado en los seminarios “Cultura científica, percepción social de la ciencia y la tecnología y democratización” de la Maestría CTS (UNQ) y “Sociología del conocimiento” de la Maestría en Ciencias Sociales y Humanidades (UNQ). Investigadora del Programa de Investigación Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (UNQ), y de los proyectos

de I+D “Interacciones entre universidades nacionales y entornos socio-productivos: dinámicas institucionales, sociopolíticas y cognitivas” (PICT-FONCyT-ANPCyT); “Las interacciones de las universidades con sus entornos: más allá de la vinculación y la transferencia tecnológica” (UNQ-SPU) y “Transformaciones recientes en la producción y uso social de conocimientos científico-tecnológicos: la institución universitaria y su relación con el entorno socio-productivo” (PI-SeCyT-UNLP). Ha publicado varios artículos en revistas nacionales e internacionales en el área de sociología de la ciencia y educación superior. Contacto: [mariana.di.bello@unq.edu.ar](mailto:mariana.di.bello@unq.edu.ar)

---

### *María Eugenia Fazio*

Docente Investigadora en comunicación pública de la ciencia y la tecnología en la Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Doctora en Filosofía por la Universidad de Oviedo (España). Integró diversos equipos de investigación sobre estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS): Centro Redes y Fundación Cenit de Argentina, e Institute of Development Studies (IDS) de Inglaterra. Formó parte del equipo de programación cultural del Centro Cultural de la Ciencia (Mincyt, Argentina) e impulsó la creación del Programa de Comunicación de la Ciencia de la UNQ donde realiza actividades de gestión de cultura científica. Actualmente coordina el proyecto interuniversitario de cultura científica “Saberes en Territorio”, ganador de la Convocatoria 2021 Proyectos de Cultura Científica (Mincyt). Colabora con el Grupo de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (Gescyt) de la Facultad de Información y Comunicación, Universidad de la República, Uruguay. Contacto: [maria.fazio@unq.edu.ar](mailto:maria.fazio@unq.edu.ar)

---

### *Emilio Fonseca Matera*

Licenciado en Comunicación Social por la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ). Maestrando en Ciencia, Tecnología y Sociedad por la UNQ. Investigador del proyecto PICT "Controversias Científicas: análisis de conflictos sociales vinculados a la ciencia en Argentina", Instituto de Estudios Sobre la Ciencia y la Tecnología (IEC-UNQ). Contacto: [emilfonseca@gmail.com](mailto:emilfonseca@gmail.com)

---

### *Héctor Javier Hernández Moreno*

Ingeniero industrial por la Universidad Francisco José de Caldas de Bogotá. Especialista en Pedagogía por la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia). Consultor en gestión de tecnologías de la información para diferentes organizaciones en Colombia y Argentina, pertenecientes tanto al sector público como al privado. Ha ejercido la docencia universitaria en programas de Ingeniería Industrial y Administración de Empresas en Colombia, especializándose en temáticas de gestión empresarial y matemática aplicada. Contacto: [javier.81.hernandez@gmail.com](mailto:javier.81.hernandez@gmail.com)

---

### *Claudio Alejandro López*

Profesor de Educación Secundaria en la modalidad Técnico-Profesional en escuelas técnicas de CABA y Licenciado en Educación con Orientación en Tecnología Educativa por la Universidad

Nacional de Quilmes. Sus temas de interés se vinculan a la educación técnica en el nivel medio. Entre sus trabajos publicados se encuentran: Reconocimiento de “Fake News” y los límites del pensamiento crítico; Educación Técnica y el aprendizaje basado en la evidencia; Inteligencia Artificial en Educación: paradojas, promesas y riesgos y Educación técnica remota: El hogar como objeto tecnológico. Contacto: [clopez8@uvq.edu.ar](mailto:clopez8@uvq.edu.ar)

---

### *Manuel José Lugones*

Licenciado en Sociología por la Universidad de Buenos Aires. Magíster en Ciencia, Tecnología y Sociedad por la Universidad Nacional de Quilmes. Doctorando del Programa de Doctorado en Ciencias Sociales de Flacso Argentina. Docente investigador regular de la Universidad Nacional de Río Negro. Director del Observatorio en Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación Superior del Instituto de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo (Citecde-UNRN). Su principal campo de investigación es el análisis de políticas tecnológicas e industriales y sistemas institucionales de financiamiento a la ciencia, tecnología e innovación. Ha realizado diversas publicaciones en revistas nacionales e internacionales con referato, tales como *Science, Technology & Society* y la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Contacto: [mlugones@unrn.edu.ar](mailto:mlugones@unrn.edu.ar)

---

### *Yamila Schmies*

Licenciada en Ciencias de la Comunicación por la Universidad de Buenos Aires. Maestranda en Ciencia, Tecnología y Sociedad en la Universidad Nacional de Quilmes. Cuenta con publicaciones en medios periodísticos y en congresos. Sus principales temáticas de interés son la comunicación de la ciencia y la tecnología; expectativas sobre la ciencia y la tecnología en medios de comunicación. Contacto: [yamila.schmies@gmail.com](mailto:yamila.schmies@gmail.com)

---

### *Fernanda Soca*

Socióloga por la Universidad Nacional de La Plata y Magíster en Ciencia, Tecnología y Sociedad por la Universidad Nacional de Quilmes. Actualmente se encuentra cursando el Doctorado en Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires. Se desempeña como becaria doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Conicet) en el Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes. Integra el Programa “Estudios Sociales en Ciencia, Tecnología, Innovación y Desarrollo”, Programa I+D de la Universidad Nacional de Quilmes. Es miembro del grupo colaborador en “Universidad y entorno. Interacciones entre universidades nacionales y entornos socioproductivos: dinámicas institucionales, sociopolíticas y cognitivas” (Proyecto Anpcyt-PICT) y becaria en “Transformaciones recientes en la producción y uso social de conocimientos científicos y tecnológicos: La institución universitaria y su relación con el entorno socioproductivo” (Proyecto de Investigación y Desarrollo de la Universidad Nacional de La Plata). Sus principales temáticas de trabajo son las políticas de ciencia y tecnología; las relaciones universidad- entorno y los modelos, alianzas y perfiles de especialización en la producción, difusión y uso de conocimientos en micro y nanoelectrónica. Contacto: [socafernanda@gmail.com](mailto:socafernanda@gmail.com)

## *Leonardo Silvio Vaccarezza*

Licenciado en Sociología. Estudios de post-grado en la Fundación Bariloche. Profesor consulto de la Universidad Nacional de Quilmes, integrante del Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología de la misma Universidad, del cual ha actuado como director. Autor de libros y artículos en revistas nacionales e internacionales sobre sociología de la ciencia y sociología de la vivienda. Realizó diversos trabajos de consultoría para organismos multinacionales y nacionales en las mismas áreas temáticas y en sociología rural. Ha dictado cursos de post-grado en diversas Universidades Nacionales. Contacto: [leonvaca@unq.edu.ar](mailto:leonvaca@unq.edu.ar)

---

## *María Jimena Vera*

Especialista en Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología y Profesora de Enseñanza Media y Superior en Ciencias Antropológicas, ambas por la Universidad de Buenos Aires. Maestranda en Ciencia, Tecnología y Sociedad por la Universidad Nacional de Quilmes. Profesora Adjunta de grado en la Universidad Nacional de José Clemente Paz (UNPAZ) y docente de posgrado en la Universidad Nacional de Quilmes. Ha organizado y promovido diferentes propuestas de popularización de CyT en UNPAZ, Consorcio Colaborativo de Ciencia, Arte, Tecnología, Innovación y Saberes del Sur (Conusur-Universidad Nacional Arturo Jauretche) y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Se desempeña como consultora de evaluación del Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (Foncyt), Agencia I+D+i y como investigadora de los proyectos: “Los desafíos de la Universidad en los procesos de innovación social y productiva. Contextos, trayectorias y dimensiones intangibles de la producción de conocimiento” (Idepi-UNPAZ), y “Saberes en territorio”, Agencia Interuniversitaria de Cultura Científica en Argentina. Sus áreas de especialidad y trabajo son las controversias científicas; comunicación de la ciencia y tecnología; producción, circulación y legitimación de conocimiento; biotecnología; *biohacking*. Contacto: [gimwalli@gmail.com](mailto:gimwalli@gmail.com); [jvera@unpaz.edu.ar](mailto:jvera@unpaz.edu.ar)

# Retratos y problemáticas contemporáneas en el campo de la ciencia, la tecnología y la sociedad

Con motivo de su vigésimo quinto aniversario, la Maestría en Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Nacional de Quilmes realizó una selección de trabajos de sus estudiantes para su publicación. El libro presenta ese conjunto de textos, los cuales versan sobre diferentes problemas y debates del ámbito de los estudios en ciencia, tecnología y sociedad. Los campos temáticos y los estilos de producción son, por supuesto, variados; así, esta compilación incluye tanto capítulos de exclusivo contenido teórico como otros que avanzan en la indagación empírica. Sin embargo, en conjunto, estos trabajos están emparentados con las líneas de investigación de la maestría, que alientan una nueva perspectiva para entender de manera más sistémica los procesos de innovación tecnológica y los planteos interaccionales e incrementales en la formulación y toma de decisiones en política científica y tecnológica.

