

REVISTA *C/S*
IBERO
AMERICANA
DE CIENCIA,
TECNOLOGIA
Y SOCIEDAD

59

volumen 20

julio 2025



**REVISTA IBEROAMERICANA
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
Y SOCIEDAD**



Dirección Editorial

Marta I. González García (España)

Consejo Editorial

Mario Albornoz (Argentina), Ana Cuevas Badallo (España), José Antonio López Cerezo (España), Miguel Ángel Quintanilla (España), María de Lurdes Rodrigues (Portugal), Carlos Alberto Vogt (Brasil)

Comité Asesor

Norma Blazquez Graf (México), Fernando Broncano (España), Rosalba Casas (México), María de los Ángeles Erazo Pesántez (Ecuador), Javier Echeverría (España), Ana Estany (España), María Elina Estébanez (Argentina), José Luis García (Portugal), Noemí Girbal-Blacha (Argentina), Regina Gusmão (Brasil), Hernán Jaramillo Salazar (Colombia), Diego Lawler (Argentina), Santiago M. López (España), José Luis Luján (España), Marta Macho-Stadler (España), Bruno Maltrás Barba (España), Isabel P. Martins (Portugal), Emilio Muñoz Ruiz (España), Jorge Núñez Jover (Cuba), Simone Pallone (Brasil), Eulalia Pérez Sedeño (España), Carmelo Polino (Argentina), Fernando Porta (Argentina), Ana Romero de Pablos (España), Francisco Sagasti (Perú), José Manuel Sánchez Ron (España), María Teresa Santander (Chile), Judith Sutz (Uruguay), Jesús Vega Encabo (España), Judith Zubieta García (México)

Secretaría Editorial

Manuel Crespo

Diseño y diagramación

Jorge Abot y Florencia Abot Glenz

Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS

Edición cuatrimestral

ISSN: 1668-0030 - ISSN online: 1850-0013

Volumen 20 - Número 59

Julio de 2025

Secretaría Editorial

Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS) de la OEI

Paraguay 1510 - (C1061ABD)

Buenos Aires, Argentina

Tel./Fax: (54 11) 4813-0033/0034

Correos electrónicos: secretaria@revistacts.net - revistacts@gmail.com

CTS es una revista académica interinstitucional del campo de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Publica trabajos originales e inéditos que abordan las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, desde una perspectiva plural e interdisciplinaria y con una mirada iberoamericana, y es editada por la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), la Universidad de Salamanca (España), el Centro REDES (Argentina), la Universidad de Campinas (Brasil) —a través de Labjor— y el Instituto Universitario de Lisboa (Portugal). La Secretaría Editorial está a cargo del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS) de la OEI.

CTS está incluida en:

Dialnet

EBSCO (Fuente Académica Plus)

International Bibliography of the Social Sciences (IBSS)

Latindex

Latindex Catálogo 2.0

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe (REDALYC)

SciELO

Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico (REDIB)

European Reference Index for the Humanities and Social Sciences (ERIH PLUS)

CTS forma parte de la colección del Núcleo Básico de Revistas Científicas Argentinas y cuenta con el Sello de Calidad de Revistas Científicas Españolas de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).



Los números de *CTS* y sus artículos individuales están bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.



REVISTA IBEROAMERICANA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Índice

	3
Editorial	5
Artículos	
La democratización de la ciencia en el ámbito sanitario: el fenómeno de la participación activa del paciente Alejandra Rivas Carrero	11
Vacunas y vacunaciones. Capacidades, políticas y visiones sobre el Estado frente al COVID-19 en Argentina Gabriela Bortz y María Cecilia Sanmartin	35
Textos de divulgação científica como estratégia didática na abordagem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA): contribuições para a alfabetização científica na educação básica Diana Araújo de Sousa, Leonardo Baltazar Cantanhede, Severina Coelho da Silva Cantanhede e Floriza Gomide Sales Rosa Meireles	65
Tensiones epistémicas en un programa de posgrado en ciencias ambientales Gerardo Morales Jasso y Leonardo Ernesto Márquez Mireles	93

**Capacidades estatales, apuntes desde la periferia.
Aportes y limitaciones de las capacidades financieras
para el estudio de instituciones estratégicas:
la Comisión Nacional de Energía Atómica (2006-2022)**

Lourdes Alvez Taylor 123

**Agendas de investigación y financiación de la ciencia y la tecnología:
el caso de un instrumento de financiamiento interno
en un instituto del INTA**

Paula Schuff y Matthieu Hubert 155

**Los desafíos de la vinculación entre la universidad y el sector productivo:
una mirada desde el sur**

Andrea Waiter 179

**Aprendizajes y capacidades desarrolladas por la organización parental
a partir de la creación de un *spin-off*: evidencias del caso argentino**

Vladimiro Verre, Alejandra Quadrana y Darío Milesi 203

El Network Readiness Index (2019-2023). Un análisis teórico y crítico

Magdalena Day 231

**Cientistas brasileiros e divulgação científica:
uma proposta de classificação**

Marcelo Pereira, Yuriy Castelfranchi e Luisa Massarani 249

Reseñas

Atlas de la Inteligencia Artificial: poder, política y costos planetarios

Kate Crawford
Reseña: Fernando Tula Molina 277

Sobre este número

Evaluadores del número 283

Marta I. González García  *

5

Hace algo más de tres años, en el editorial del número 49 de 2022, Ana Cuevas recordaba los casi 20 años de trayectoria de la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad* y se presentaba como nueva directora de la misma. Hoy, pasada ya la frontera de los 20 años, y también la de los 50 números, recojo el testigo en la dirección rotatoria de la revista con el propósito de dar continuidad a las tareas que Ana dejó encaminadas. El objetivo continúa siendo el mismo que el de su fundación en 2003: proporcionar un espacio de intercambio para la comunidad de los estudios de la ciencia y la tecnología en el ámbito iberoamericano. Recordaba Ana Cuevas en aquella ocasión la ubicación central de la *Revista CTS* en el contexto de discusión internacional sobre las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, pero también las especificidades relativas a la dimensión iberoamericana y las lenguas propias de nuestros países. Se trata de dos fortalezas que es imprescindible conjugar. Los estudios CTS han mostrado la ciencia y la tecnología como procesos y productos sociales, al mismo tiempo dependientes y responsables de los mundos en los que se insertan. El lenguaje de los “contextos” y los “impactos”, el “centro” y la “periferia”, ha ido dando paso a enfoques en los que analizar la ciencia y la tecnología contemporáneas significa abordar problemas que son a la vez globales y locales debido a la compleja red de interconexiones y niveles de análisis de las relaciones CTS. La mirada CTS es así intrínsecamente plural y situada, como lo ha sido el enfoque de la revista desde sus orígenes.

Es desde este compromiso con el análisis CTS “desde Iberoamérica y para Iberoamérica”, en las palabras con las que Mario Albornoz resumía el espíritu de la revista en el número 50, desde donde la anterior dirección ha impulsado la modernización tecnológica de la plataforma y el proceso editorial, y priorizado el

* Universidad de Oviedo (UNIOVI), España. Directora Editorial de la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4258-4660>.

cumplimiento de los criterios de calidad necesarios para la entrada de la revista en las principales bases de datos y citas internacionales. Con el camino ya hecho, estamos cerca de poder completar esta fase, que proporcionará a la *Revista CTS* una visibilidad acorde con la relevancia adquirida durante estos últimos 20 años.

Y es también desde ese compromiso desde el que presentamos los artículos académicos compilados en este número, elaborados por investigadores e investigadoras de España, México, Argentina, Brasil y Uruguay, en los que se aparece representada la diversidad de temáticas CTS que se están trabajando a nivel iberoamericano.

El primero de los textos, “La democratización de la ciencia en el ámbito sanitario: el fenómeno de la participación activa del paciente”, firmado por Alejandra Rivas Carrero, examina la noción de participación activa del paciente a partir de sus orígenes y sus definiciones actuales tanto formales como operativas. A continuación evalúa los conceptos y las dimensiones de la cultura científica, dentro de la cual se puede situar a esta participación activa, con especial atención a su relación con la idea de comunidad de pares extendida en el contexto de la ciencia posnormal. Por último, Rivas Carrero discute la posibilidad de interpretar la participación activa del paciente como una modalidad de democratización de la ciencia que ha sido denominada como “participación formativa”.

6

Desde su título, “Vacunas y vacunaciones. Capacidades, políticas y visiones sobre el Estado frente al COVID-19 en Argentina”, Gabriela Bortz y María Cecilia Sanmartín sistematizan las dinámicas, los procesos y las políticas de construcción de capacidades en vacunas contra el COVID-19 (lo cual implica su compra, manufactura y desarrollo) y los procesos de vacunación en el caso argentino entre 2020 y 2022, y con un ojo puesto también en las perspectivas pospandemia que empezaron a instalarse a partir de 2023. Las autoras argumentan que, a pesar de la severa crisis socioeconómica y una falta crónica de recursos, la estrategia de aprovisionamiento y vacunación argentina se enmarcó en una cultura sanitaria de accesibilidad y confianza en las vacunas, en importantes capacidades preexistentes (industriales, regulatorias, de investigación clínica, de logística sanitaria, de ciencias biomédicas), y en un proceso inédito de realineación y coordinación “misión-orientada” para enfrentar la pandemia.

“Textos de divulgação científica como estratégia didática na abordagem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA): contribuições para a alfabetização científica na educação básica” -artículo de Diana Araújo de Sousa, Leonardo Baltazar Cantanhede, Severina Coelho da Silva Cantanhede y Floriza Gomide Sales Rosa Meireles- selecciona y caracteriza textos de comunicación científica publicados por la revista *Ciência Hoje* con el propósito de optimizar la alfabetización científica en la enseñanza de la química. Los autores elaboraron una estrategia basada en el uso de estos textos como recurso didáctico para el abordaje de los estudios sobre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente (CTSA), y la promoción de una visión menos simplista y distorsionada de la ciencia y la tecnología.

Gerardo Morales Jasso y Leonardo Ernesto Márquez Mireles, en “Tensiones epistémicas en un programa de posgrado en ciencias ambientales”, a partir de un

caso de estudio realizado en una universidad mexicana, apuntan hacia oportunidades de mejora en la formación teórica de los científicos ambientales. El artículo se centra en los resultados de un cuestionario propuesto a profesores para que pudieran reflexionar sobre la definición de “ambiente”, las concepciones sobre la ciencia y las ciencias ambientales, y su naturaleza multi o interdisciplinaria. La investigación se apoyó además en entrevistas a estudiantes y un desarrollo etnográfico de cuatro años. De este modo se comprueban las tensiones epistémicas previstas por la bibliografía teórica y se postula que han de ser tomadas en cuenta en la formación de científicos ambientales y comprobadas en otros programas de formación de ciencias ambientales.

“Capacidades estatales, apuntes desde la periferia. Aportes y limitaciones de las capacidades financieras para el estudio de instituciones estratégicas: la Comisión Nacional de Energía Atómica (2006-2022)” es el título del trabajo de Lourdes Alvez Taylor, quien expone los resultados iniciales de un análisis sobre las capacidades financieras de la CNEA argentina y las limitaciones que se presentan al momento de llevar adelante procesos de inversión en ciencia y tecnología. Alvez Taylor abre el debate respecto del estudio de esas capacidades y sus implicaciones sobre las políticas de ciencia y tecnología, en un contexto de disputa entre diferentes imaginarios de desarrollo. A partir de la reactivación del Plan Nuclear Argentino en 2006, se evidencia la significatividad histórica y simbólica que el organismo ha logrado construir en el sector nuclear, al tratarse de una institución con reconocimiento global por las capacidades relativas que ha reunido en sus más de 70 años de existencia.

Paula Schuff y Matthieu Hubert analizan el rol del financiamiento de las agendas de investigación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Argentina. “Agendas de investigación y financiación de la ciencia y la tecnología: el caso de un instrumento de financiamiento interno en un instituto del INTA” muestra, en particular, cómo la introducción de un programa específico marcó un hito en la gobernanza del instituto y en la capacidad institucional de orientar, incluso parcialmente, las agendas de sus grupos de investigación. El artículo revisa las incertidumbres y tensiones generadas por la introducción de este instrumento de financiamiento, diferenciando dos modelos de investigación: uno basado en la autonomía científica y el otro basado parcialmente en el establecimiento de prioridades institucionales.

Al enmarcarse en la temática sobre uso y producción de conocimiento, “Los desafíos de la vinculación entre la universidad y el sector productivo: una mirada desde el sur”, de Andrea Waiter, busca abarcar los procesos relacionados con intercambios entre grupos de investigación y actores no académicos inmersos en la sociedad y en la producción. Para ello, la autora se ampara en un desglose de la experiencia del Programa de Vinculación Universidad, Sociedad y Producción de la Universidad de la República (Udelar), Uruguay. La información -extraída de 71 proyectos de investigación ejecutados y finalizados entre 2013 y 2019- permite repensar, en países en desarrollo, ciertas vinculaciones entre la generación de conocimiento universitario y su utilización en el sector productivo.

Bajo el título “Aprendizajes y capacidades desarrolladas por la organización parental a partir de la creación de un *spin-off*: evidencias del caso argentino”, el texto

de Vladimiro Verre, Alejandra Quadrana y Darío Milesi indaga sobre los aprendizajes relacionados con capacidades de I+D que una organización parental puede desarrollar a partir de la creación de un *spin-off*. El estudio que llevaron a cabo los autores despliega los casos de nueve *spin-offs* intensivos en conocimiento -pertenecientes al sector agrícola-ganadero y alimenticio de Argentina- y sus organizaciones parentales. Entre los principales hallazgos, se destaca la identificación de aprendizajes que responden a diferentes aspectos de la relación en el binomio, la comprobación de que estos aprendizajes se verifican también si el *spin-off* es de reciente creación, y la identificación de las condiciones que permiten los aprendizajes, tales como la existencia de espacios híbridos, las capacidades de I+D del *spin-off*, la existencia de proyectos conjuntos y la doble afiliación del fundador.

“El *Network Readiness Index* (2019-2023). Un análisis teórico y crítico” pasa en limpio los cambios en los últimos cinco años del índice que mide cuán preparadas están unas 130 economías nacionales para los desafíos tecnológicos y sociales de la interconexión. Fue presentado por el Foro Mundial por primera vez en 2002, pero luego su elaboración pasó a manos de dos consultores independientes, quienes continuaron la elaboración del índice con el apoyo de empresas y universidades, considerando más aspectos que el acceso tecnológico y concentrándose en cuatro pilares: tecnología, sociedad, impacto y gobernanza, cada uno con subpilares e indicadores que van desde la inversión en tecnologías del futuro y en I+D hasta la inclusión, el desarrollo de habilidades digitales, la transformación digital, la crisis de la pandemia y la confianza en la sociedad-red, entre otros. El artículo de Magdalena Day desentraña las modificaciones incorporadas, los países que lo lideran, las posibilidades y los desafíos que a día de hoy enfrenta el *Network Readiness Index* para establecerse como índice global.

Por último, en “Cientistas brasileiros e divulgação científica: uma proposta de classificação”, Marcelo Pereira, Yuriy Castelfranchi y Luisa Massarani presentan un estudio sobre las percepciones de los científicos brasileños sobre la divulgación científica, a partir de una encuesta aplicada a los becarios de productividad en investigación del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq, según sus iniciales en portugués) en 2023. Los resultados revelan una diversidad de opiniones, lo que indica que los distintos contextos requieren enfoques específicos. A pesar de que hay conciencia de la importancia de la comunicación científica, sigue predominando el modelo que la considera una mera transmisión de conocimientos al público.

Divulgación, financiamiento, educación, democratización, público, sector productivo... El amplio abanico de temas y las distintas ubicaciones desde donde se realizan los análisis ilustra la pluralidad y el carácter situado de la mirada CTS propia de la revista. Esperamos que su publicación resulte de interés y contribuya al fortalecimiento de la comunidad iberoamericana de estudios sobre la ciencia y la tecnología. Es esta una tarea cuya continuidad ha hecho posible el trabajo de quienes me precedieron en la dirección de la *Revista CTS*: Mario Albornoz, José Antonio López Cerezo, Miguel Ángel Quintanilla y Ana Cuevas. A todos ellos, al conjunto del consejo editorial, y a Manuel Crespo por su labor en la secretaría de la revista, agradezco haber puesto este proyecto en marcha y acompañarlo en su desarrollo.

ARTÍCULOS 

La democratización de la ciencia en el ámbito sanitario: el fenómeno de la participación activa del paciente *

A democratização da ciência nos cuidados de saúde: o fenómeno da participação ativa dos doentes

The Democratization of Science in Health Care: The Phenomenon of Patient Engagement

Alejandra Rivas Carrero  **

Este artículo analiza el potencial de la participación activa del paciente como una forma de democratización de la ciencia en el ámbito sanitario. En primer lugar, se profundiza en la noción de participación activa del paciente, examinando sus orígenes, sus definiciones actuales -tanto formales como operativas- y los diversos actores involucrados. En segundo lugar, se evalúa bajo qué conceptos y dimensiones de la cultura científica se puede situar la participación activa del paciente, poniendo especial atención en su relación con la idea de comunidad de pares extendida en el contexto de la ciencia posnormal y con la dimensión praxeológica de la cultura científica. Finalmente, tras describir su revolución contra el paternalismo médico y su gran afinidad con el fenómeno de participación ciudadana en ciencia y tecnología, se discute la posibilidad de interpretar la participación activa del paciente como una modalidad de democratización de la ciencia que lleva por nombre "participación formativa".

Palabras clave: participación activa del paciente; democratización de la ciencia; cultura científica; comunidad de pares extendida; participación formativa

* Recepción del artículo: 06/07/2024. Entrega del dictamen: 10/09/2024. Recepción del artículo final: 15/10/2024.

** Investigadora predoctoral en lógica y filosofía de la ciencia, Universidad de Salamanca, España. Correo electrónico: rivascarrero.alejandra@usal.es. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-9994-0142>.

O objetivo deste artigo é analisar o potencial da participação ativa dos doentes como uma forma de democratização da ciência nos cuidados de saúde. Em primeiro lugar, será aprofundada a noção de participação ativa dos doentes, examinando as suas origens, as suas diferentes definições atuais, tanto formais como operacionais, e os vários atores envolvidos. Em segundo lugar, avaliará em que conceitos e dimensões da cultura científica se pode situar a participação ativa dos doentes, prestando especial atenção à sua relação com a ideia de comunidade de pares alargada no contexto da ciência pós-normal e com a dimensão praxeológica da cultura científica. Por fim, depois de descrever a sua revolução contra o paternalismo médico e a sua grande afinidade com o fenómeno da participação cidadã na ciência e tecnologia, será discutida a possibilidade de interpretar a participação ativa dos doentes como uma forma de democratização da ciência denominada “participação formativa”.

Palavras-chave: participação ativa dos doentes; democratização da ciência; cultura científica; comunidade alargada de pares; participação formativa

This article analyzes the potential of patient engagement as a form of democratization of science in health care. Firstly, it delves into the notion of patient engagement, examining its origins, its different current definitions, both formal and operational, and the various actors involved. Secondly, it evaluates the concepts and dimensions of science culture under which patient engagement can be situated, paying special attention to its relationship with the idea of an extended community of peers in the context of post-normal science and with the praxeological dimension of scientific culture. Finally, after describing the notion's revolution against medical paternalism and its great affinity with the phenomenon of citizen participation in science and technology, it discusses the possibility of interpreting patient engagement as a form of democratization of science called “formative participation”.

12

Keywords: patient engagement; democratization of science; science culture; extended peer community; formative participation

Introducción

En un contexto donde la medicalización está en auge, donde los avances biotecnológicos parecen estar allí a la espera de descubrir las enfermedades que (supuestamente) siempre nos han acompañado, la participación activa del paciente cobra mucha importancia. Desde el marco teórico de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, observaremos que este modo particular de involucrar a la sociedad en cuestiones relativas al desarrollo científico-tecnológico podría justificarse gracias a sus implicaciones filosóficas y pragmáticas.

Por un lado, la justificación filosófica de la participación activa del paciente podría residir en su alcance ético y epistemológico: “ético” porque le otorga al individuo autonomía en la toma de decisiones sobre su propia salud, sobre su propia vida y cuerpo; “epistemológico” porque el conocimiento familiar del paciente respecto a su enfermedad podría aumentar la calidad de la investigación en ciencias de la salud. Por otro lado, la justificación pragmática, técnica, podría proceder de la capacidad que tiene la voz del paciente para mejorar la adecuación de las decisiones médicas a las necesidades y preferencias individuales, identificar mejores prácticas y mitigar riesgos desproporcionados. El objetivo principal de este artículo es explorar este peso filosófico y pragmático, viendo hasta qué punto permite interpretar la participación activa del paciente como un medio valioso para los productores, los consumidores y los reguladores del avance del conocimiento en el ámbito de la salud.

Hemos seleccionado el enfoque CTS como metodología cualitativa de investigación, dado que nuestro objeto de estudio, el fenómeno de la participación activa del paciente, reclama un análisis teórico detallado sobre algunos conceptos y dimensiones de la cultura científica y ciertas formas de participación ciudadana. El artículo comienza con una indagación bibliográfica de la literatura acerca del *patient engagement*, diferenciándolo terminológicamente del *patient participation* y el *patient involvement*, consultando sus orígenes, revisando las definiciones ofrecidas por organismos relevantes como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Unión Europea (UE) y otros contextos aplicativos e identificando sus diversos agentes y estrategias. La segunda sección se dedica a comprender la participación activa del paciente en el contexto de la ciencia posnormal y desde la dimensión praxeológica de la cultura científica, midiendo su alcance como exponente de una comunidad de pares extendida. Por último, se elabora una reflexión sobre cómo funciona la dialéctica entre cultura científica y participación ciudadana en el *patient engagement*, explorando así sus posibilidades de figurar como un ejemplo de democratización de la ciencia en la modalidad de “participación formativa”.

13

1. La noción de participación activa del paciente

A lo largo del artículo, se empleará “participación activa del paciente” como la versión castellana del término *patient engagement*, que en el ámbito académico anglosajón se diferencia de *patient participation* y *patient involvement* según el grado de implicación del paciente. El término que supone un menor grado de implicación es *patient participation*. En consonancia con el significado etimológico de “participación” (tomar

parte en alguna acción puntual), *patient participation* se refiere a cuando el paciente toma parte en un determinado estudio, prueba o encuesta de carácter clínico, o cuando da consentimiento oficial para algún procedimiento (University of Oxford Medical Sciences Division, s/f). *Patient involvement*, en cambio, ya implica en mayor medida al paciente. Originalmente, “involucrar” quiere decir implicar a alguien en un asunto o proceso, de ahí que, en una situación de *patient involvement* se consideran, por ejemplo, las preferencias del paciente en cuanto a cómo ser tratado en condiciones de hospitalización (Jerofke-Owen *et al.*, 2023).

El nivel máximo de implicación del paciente aparece con el *patient engagement*, término en torno al cual girará el resto del artículo. La acepción que aquí se utiliza de engagement se capta si se asume una perspectiva más nativa, referente a un fenómeno conductual, y menos formal o académica: *engagement* será entendido como la participación activa de sujetos sociales en un proceso y el bucle de retroalimentación que se genera entre ellos y con los expertos, y no como un mero compromiso o pacto entre diferentes partes. En este sentido, hay *patient engagement* cuando los pacientes participan activamente en la investigación y las decisiones clínicas que se toman sobre su propia salud. Llegados a este grado de implicación, nos encontramos con la idea de paciente como experto de su propia vivencia (Davies *et al.*, 2006), la idea de que la realidad sobre la que opera el investigador biomédico o el profesional sanitario la conoce particularmente bien el paciente por tener un conocimiento familiar de la misma. En el *patient engagement* existe una relación dialógica entre médico y paciente, pues el nivel más alto de participación pública se caracteriza por la presencia de un intercambio bidireccional de información (Rowe y Frewer, 2000, p. 6). Se contempla un escenario en el que la investigación y el tratamiento no es cosa exclusiva del experto biomédico o sanitario; también se nutren de la experiencia subjetiva del paciente, del lego, por lo cual estamos ante la nueva vertiente de participación ciudadana que deja de funcionar sobre una lógica de representación para adoptar una lógica de intervención (Jasanoff, 1999). En definitiva, la noción en la que aquí nos centraremos no es ni *patient participation*, ni *patient involvement*, sino *patient engagement*, que hemos traducido como “participación activa del paciente”.

1.1. Los orígenes de la noción

Aunque no comenzó a cobrar fuerza hasta después de 2016, en Inglaterra, con la introducción del sintagma *patient and public involvement and engagement* (PPIE) en la literatura médica, la noción de participación activa del paciente ya había aparecido a mediados del siglo XX en respuesta a los problemas bioéticos suscitados por el experimento Tuskegee y por el caso de Henrietta Lacks, dos estudios clínicos en los que se omitió por completo la voz de los pacientes involucrados (Bernstein, 2021).

Entre las manifestaciones tempranas de participación activa del paciente, podemos citar el caso de la Asociación Francesa de Afectados y Familiares de Afectados por la Distrofia Muscular, fundada en 1958 con el nombre Asociación Francesa contra las Miopatías (AFM). Dado que la distrofia muscular ha englobado una serie de enfermedades raras, huérfanas, los pacientes que la sufren también han sufrido el abandono por parte de los científicos biomédicos y profesionales sanitarios, viéndose obligados a actuar ellos mismos, a tomar el asunto de la investigación en sus propias

manos (Callon y Rabeharisoa, 2003). También podemos citar el movimiento activista del VIH/SIDA de los años 80. Epstein (1996) reconocía este movimiento como un caso de *patient engagement*, puesto que se trataba de un grupo de pacientes y defensores de pacientes que reflexionaban críticamente acerca de los principios biomédicos establecidos (los cuales solían estar contaminados por prejuicios contra la comunidad homosexual) y aportaban puntos de vista alternativos sobre la etiología, la prevención y el tratamiento de la enfermedad (Epstein, 1996, pp. 8-9).

1.2. Las diferentes definiciones de la noción

Quizá lo primero que sale a la luz cuando indagamos sobre la participación activa del paciente es que no hay, como señala Bourbeau (2020), una definición unívoca del concepto. Lo que hay es un abanico de definiciones, y la única manera de abordar esta ambigüedad semántica es distinguiendo las definiciones formales, propuestas por entidades como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Infraestructura Europea para la Medicina Traslacional (EATRIS) y el Instituto Nacional de Ciencia de Datos de Salud del Reino Unido (HDR UK), de las operativas, inferidas del contexto de aplicación, que, a pesar de ser más difíciles de rastrear, parecen adecuarse más al mundo real.

¿Cuáles son sus definiciones formales? Por un lado, la OMS sitúa el *patient engagement* en el momento clínico, definiéndolo como la capacidad de los pacientes, de sus familiares y cuidadores, y de los profesionales sanitarios, para materializar la participación activa del paciente en su propio cuidado, a efectos de garantizar un ejercicio médico más seguro, de mayor calidad y más centrado en el paciente (World Health Organization, 2016, p. 3). En cambio, para EATRIS y HDR UK, el *patient engagement* tiene lugar en la etapa de investigación biomédica, es una práctica científica, o una forma de lo que se ha venido conociendo como “ciencia ciudadana”, que consiste en involucrar activamente a los pacientes y a la ciudadanía general en las decisiones que se toman durante el diseño, la realización y la divulgación de la investigación biomédica, con el fin general de lograr que esta sea más pertinente y beneficiosa para la sociedad. Estas últimas definiciones proyectan la visión de una investigación llevada a cabo “con” pacientes y no “sobre” ellos (NIHR, 2021), la visión según la cual el paciente verdaderamente implicado (*engaged*) es aquel que moldea la investigación a través de la sensibilización y el intercambio de conocimiento (University of Oxford Medical Sciences Division, s/f), dejando atrás su condición pasiva como mero objeto de estudio.

No obstante, llevado a la praxis, el *patient engagement* empieza a adquirir significados más específicos, imprescindibles para obtener un entendimiento más sólido sobre el tipo de participación ciudadana en ciencia y tecnología que estamos tratando. Estos son los significados recogidos por las definiciones operativas, que hacen referencia a las diferentes estrategias de participación activa del paciente. Una estrategia que se ha implementado en el Reino Unido ha sido la de otorgar más autoridad a los enfermeros que a los médicos de cabecera en el tratamiento de enfermedades crónicas como la gota (Doherty *et al.*, 2018). La estrategia ha conseguido una mayor personalización de la información comunicada a los pacientes, permitiendo que estos tengan una mayor influencia sobre las decisiones que se toman sobre su propia

salud, con lo cual podríamos definir el *patient engagement* como atención sanitaria dirigida por enfermeros (nurse-led care). Bourbeau (2020) también propone una estrategia para el tratamiento de enfermedades crónicas (poniendo especial énfasis en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica - EPOC) que recurre a una mayor personalización del conocimiento que reciben los pacientes sobre su condición, con la diferencia de que la transmisión de ese conocimiento es una tarea desempeñada principalmente por los propios pacientes, y no por los enfermeros. El significado de *patient engagement* que se deduce de esta estrategia se resume en “educación para la autogestión del paciente” (*patient self- management education*). Siguiendo la teoría cognitiva social de Albert Bandura (1986), Bourbeau (2020) resalta el importante papel de la “autoeficacia” en el desarrollo de conductas sanas, habilidad epistémica que exige, entre otras cosas, la comprensión de experiencias personales del pasado. La participación activa del paciente en términos de esta autoeficacia de la que hablan Bandura y Bourbeau, de hecho, se ha ejecutado exitosamente por programas como Healthy Relationships (destinado a pacientes de VIH/SIDA) y Strong People Living Well (para disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares entre las mujeres de mediana edad con tendencia al sobrepeso o a la obesidad) (University of Minnesota *et al.*, 2024).

16

Sin embargo, no todas las estrategias tienen que ver con la captación y contribución puramente cognitiva por parte del paciente. Algunas se focalizan en los valores del paciente, como la confianza, que es un valor muy destacado por las nuevas vertientes críticas dentro de los estudios sobre percepción social de la ciencia y su relación con la participación ciudadana (López Cerezo, 2018). Betsch *et al.* (2018), por ejemplo, proponen una estrategia de *patient engagement* que radica en forjar confianza entre los pacientes hacia determinados avances biotecnológicos fuertemente recomendados por expertos, como la vacuna triple vírica (MMR), averiguando, en primer lugar, los motivos por los que muchos ciudadanos rechazan estos avances. Otras se centran en la necesidad de democratizar el sistema médico a base de la idea de “participación deliberativa” (Davies *et al.*, 2006). Estas estrategias promueven la deliberación conjunta entre clínicos y pacientes sobre opciones de tratamiento, deliberación donde se miden los riesgos y beneficios de cada tratamiento en función de las necesidades, las preferencias, los criterios y las circunstancias particulares del paciente para la elaboración de políticas sanitarias. La caracterización que podemos extraer de aquí es, entonces, la de *patient engagement* como participación deliberativa en la toma de decisiones médicas. El propio Epstein (1996), influenciado por el constructivismo estructuralista de Bourdieu, definía el *patient engagement* como la participación deliberativa de ciudadanos afectados por un determinado problema de salud en las investigaciones biomédicas y prácticas clínicas que conforman modos de producción del conocimiento, protocolos de tratamiento y políticas sanitarias relacionados con ese problema.

1.3. Los actores involucrados

Las definiciones formales y operativas ya nos dan algunos indicios de que los actores involucrados en la participación activa del paciente son muchos y variados. Sin embargo, el objetivo de este artículo requiere un análisis más detenido de quiénes son estos actores, qué papeles juegan y desde qué marco institucional, y cómo

se relacionan entre sí. En línea con los estudios empíricos realizados por Rowe y Frewer (2000) sobre los agentes involucrados en la participación pública en ciencia y tecnología, dicho análisis partirá del hecho de que hoy en día organismos científicos, industriales y gubernamentales están intentando, al menos en apariencia, implicar más a la ciudadanía general en las decisiones políticas que toman. En el caso de los Estados Unidos, estaríamos hablando de organismos tales como el Departamento de Energía (DOE) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA), pero en Europa también hay unos cuantos: la Sociedad Ecológica Británica (BES) en el Reino Unido, el Organismo Autónomo Parques Nacionales (OAPN) en España, el Centro de Investigación sobre Ecosistemas de Altitud (CREA Mont-Blanc) en Francia, etc.

La Infraestructura Europea para la Medicina Traslacional que hemos mencionado anteriormente, financiada por fondos públicos -a saber, por el Séptimo Programa Marco (7PM) de la Unión Europea (UE)-, es un claro ejemplo de un organismo que muestra iniciativas de participación ciudadana concretamente en el ámbito biomédico y sanitario. Como los demás organismos citados anteriormente, no se mueve solo, sino que, para facilitar la participación, colabora con diversas entidades (asociaciones caritativas, universidades, legisladores de políticas relativas al sistema de innovación en cuestión, etc.). Con esta colaboración EATRIS implementa estrategias de *patient engagement* en el proceso de diagnóstico, sobre todo en sus etapas preclínicas y tempranas, en busca de optimizar tratamientos y minimizar riesgos biotecnológicos. Así, por ejemplo, EATRIS trabaja junto con el Instituto Nacional para la Investigación de la Salud y la Atención (NIHR), la industria farmacéutica Roche Holding AG, la Asociación de Alzheimer, Parkinson's UK y una larga serie de universidades europeas (la Universidad Colegio de Dublín, la Universidad Colegio de Londres, la Universidad de Sheffield, la Universidad de Exeter, etc.) en hacer efectivo el *patient engagement* a fin de desarrollar, por un lado, mejores medicamentos para trastornos neurológicos poco comunes, mejores prácticas de edición genómica para tratar la anemia de células falciformes o mejores aplicaciones de la inteligencia artificial tanto en la fase aguda como en la fase crónica del accidente cerebrovascular isquémico, y gestionar, por otro lado, los riesgos creados por estas innovaciones tecnológicas.

Ahora bien, identificar las estructuras sociales involucradas y sus interacciones no es en absoluto suficiente, pues deja fuera lo más distintivo del *patient engagement*: el papel activo del paciente. Si queremos abordar este aspecto, debemos llevar nuestro análisis al plano de la microsociología, a la consideración de los agentes individuales implicados y de cómo se relacionan unos con otros. En términos generales, la lista de estos agentes incluye pacientes, familiares, defensores de pacientes, usuarios de avances biotecnológicos, investigadores biomédicos, cuidadores, enfermeros y clínicos. Sin embargo, va variando y extendiéndose según el caso. Volviendo al *patient engagement* suscitado por el movimiento activista del VIH/SIDA, por ejemplo, tendríamos que añadir a la lista activistas populares, educadores sanitarios, periodistas, escritores, proveedores de servicios, homosexuales, hemofílicos, consumidores de drogas inyectables y miembros de la población afroamericana y latina (Epstein, 1996, p. 8).

Las relaciones entre los agentes individuales involucrados y su grado de complejidad también varían, dependiendo de la modalidad de participación activa del paciente o de la organización en la que se aplica. A través del Patient Engagement Resource Centre

(PERC), EATRIS proporciona una guía sobre sus diferentes métodos, entre los cuales se encuentran el *participatory design* y el *scenario workshop* (PERC, s/f). Por un lado, el diseño participativo consiste en diseñar sistemas tecnológicos de una manera más interactiva, conduciendo estudios de campo donde colaboran ingenieros biomédicos, representantes de gobiernos locales y usuarios de desarrollos biotecnológicos (nuevas técnicas de reproducción asistida, nuevos tratamientos para el cáncer, nuevos procedimientos quirúrgicos, nuevos fármacos, vacunas o antibióticos, etc.). En el taller de escenario, por otro lado, se busca incentivar el diálogo entre especialistas, pacientes y la ciudadanía general para idear soluciones a controversias en torno a esos desarrollos, deliberando sobre su impacto social, económico, político, cultural y técnico, e incluso acudiendo a mecanismos de votación.

Así pues, aunque la existencia de una relación experto-lego suele ser constante en el *patient engagement*, la naturaleza y los fines de esa relación van cambiando de acuerdo con el marco de implementación. Como señalan Callon y Raberharisoa (2003), para algunas organizaciones de pacientes, el papel de estos en intervenciones médicas (por diálisis, técnicas fisioterapéuticas y quimioterapéuticas, vacunación, etc.) debe ser meramente auxiliar y para otras el paciente debe situar su identidad por encima de cualquier intervención tecnológica que la pudiera amenazar (como cuando aquellos con sordera se oponen a la utilización de implantes cocleares). También están las “organizaciones de socios”, en donde el paciente aspira a convertirse en “socio” del experto, con el mismo estatuto epistemológico que él.

18

La Asociación Francesa contra las Miopatías (AFM), formada mayoritariamente por pacientes que sufren enfermedades neuromusculares genéticas y sus familiares, constituye un ejemplo muy adecuado de organización de socios (Callon y Raberharisoa 2003, pp. 195-200). Desde un principio, su objetivo ha sido fortalecer la colaboración entre la investigación realizada por pacientes y sus familiares (*research in the wild*) y aquella realizada por clínicos (*laboratory research*) para generar un conocimiento más profundo sobre dichas enfermedades, que habían sido totalmente ignoradas por las instituciones biomédicas y sanitarias, y concebidas como incurables. Tal colaboración es especialmente necesaria en el contexto médico contemporáneo, donde los procesos genéticos, y consecuentemente los diagnósticos médicos, cada vez se caracterizan con más exactitud. No habría manera de combatir la enorme complejidad resultante, la mayor distinción de unos pacientes frente a otros, sin la perspectiva global del paciente mismo, sin sus conocimientos sobre cómo progresa la enfermedad, sobre la relación entre los aspectos conductuales y biológicos de esta, etc. Es vital la presencia del paciente en la intrincada red actual de expertos, que cada vez se torna más compleja a medida que los especialistas ya no pueden permanecer en un mismo lugar, deben saltar continuamente de la clínica al laboratorio o de un campo a otro (ya sea de la genética a la psiquiatría, de la psiquiatría a la neurología, y así sucesivamente).

2. La participación activa del paciente y los conceptos y dimensiones de cultura científica

2.1. La idea de ciencia posnormal

Sobre la base de las diferentes definiciones de participación activa del paciente y los actores involucrados, tenemos que adoptar un punto de vista filosófico acerca de cuál es la idea de ciencia detrás de este bucle de retroalimentación entre pacientes y expertos. Lo que Kuhn (1962) caracteriza como “ciencia normal” ya no tiene el mismo recorrido que antes. Una metodología científica que se rige por la contrastación empírica de hipótesis, la predictibilidad y el razonamiento lógico-deductivo, ya no basta en “tiempos posnormales”, ya no basta en esta actualidad caótica desbordada por hechos dudosos, conflictos de intereses y decisiones inmediatas (Funtowicz y Ravetz, 1993; Bidwell, 2009; Sardar, 2010; Funtowicz e Hidalgo, 2024). El intento de alcanzar la neutralidad axiológica no garantiza conocimientos científicos de mayor calidad, con mayor posibilidad de combatir el riesgo. Ni tampoco los garantiza la idea ilustrada de que la resolución de problemas debe recaer de manera exclusiva en manos de los agentes expertos, empezando porque los riesgos contemporáneos son de origen predominantemente científico-tecnológico. No es que la ciencia normal esté desapareciendo; es que tiende a dejar paso, a la luz de los complejos problemas que deben ser abordados, a nuevos modos de avance del conocimiento que rompen con la tendencia reduccionista de omitir los valores (para atender exclusivamente los hechos) y a negar la legitimidad de otras fuentes de saber; que responden a la impredecibilidad; y que admiten el razonamiento dialógico e interactivo. Esta nueva idea de ciencia crecientemente implantada en nuestro presente, en estos tiempos posnormales, es la que figura en el modelo de “ciencia posnormal” de Funtowicz y Ravetz (1993), y el *patient engagement* podría ser una de las muchas evidencias de que la coyuntura científica que atraviesa la sociedad actual se ajusta, efectivamente, a este modelo.

19

Un rasgo esencial del modelo es la implicación de una “comunidad de pares extendida”, que permite explicitar los componentes éticos y políticos del desarrollo científico-tecnológico. Esto se contrapone a la concepción tradicional de los ciudadanos legos como meros receptores pasivos de la información transmitida por los expertos, información supuestamente “libre de valores” (Funtowicz y Ravetz, 1993; Bidwell, 2009). A medida que pasamos de ciencia básica a ciencia aplicada, o de ciencia aplicada a consultoría profesional, la comunidad de pares que evalúa la calidad de la investigación se extiende; incluye no solo especialistas, sino también usuarios de productos tecnológicos y clientes de servicios publicitarios, legislativos, médicos, financieros, etc., todos moviéndose por diversos intereses sociales y rara vez por una mera curiosidad indeterminada, ligada al fin general de buscar nuevas leyes de la naturaleza. La comunidad se extiende aún más con la ciencia posnormal, y en concordancia con los niveles crecientes de participación. La crisis de la confianza pública en la ciencia a finales del siglo XX y principios del XXI, debido a las epidemias, a la resistencia bacteriana, a los accidentes nucleares y al cambio climático, entre otros acontecimientos, ha exigido incorporar a la gobernanza del avance del conocimiento, a activistas sociales y a todos los miembros de la población en riesgo. En tiempos posnormales, “la ciencia no habla con una única voz” (Funtowicz e Hidalgo, 2024,

p. 220): el lego coopera con el experto y, como este, contribuye a la producción de conocimiento. Solo así podremos afrontar la incertidumbre, que ha dejado de ser diminuta y controlable para convertirse en el centro del escenario (Sardar, 2010, p. 441).

2.2. La comunidad de pares extendida implicada en la participación activa del paciente

De la participación activa del paciente se desprende que la ciencia posnormal también ha cruzado las fronteras de la medicina. Ya hemos visto que, en la investigación de enfermedades raras, como la distrofia muscular, o estigmatizadas, como el VIH, los pacientes, sus familias, cuidadores, periodistas, activistas y eticistas han “cocreado hechos nuevos” (adoptando la expresión de Funtowicz y Ravetz) junto con los expertos, por lo que se han comportado como una comunidad de pares extendida. Uno de los ejemplos que ofrecen Funtowicz y Ravetz (1993) es el surgimiento de la “epidemiología popular”, donde los ciudadanos afectados realizan la investigación relevante que las instituciones sanitarias y los agentes expertos han omitido por medio de extended facts (anécdotas, encuestas informales, valores culturales, experiencias personales, etc.), aumentando de esta forma la calidad del conocimiento científico. El caso de la enfermedad de Lyme es de los más paradigmáticos de la epidemiología popular, ya que supuso el descubrimiento, por parte de ciudadanos locales, de un patrón recurrente en los síntomas ambivalentes que acabó definiendo esta zoonosis bacteriana. Bidwell (2009) describe algunas otras iniciativas de investigación dentro del contexto sanitario que buscan superar la ciencia normal y que podríamos interpretar como participación activa del paciente. Describe la implicación de potenciales pacientes en la investigación acerca de los efectos adversos de ciertas sustancias químicas, de los alimentos transgénicos y del uso de nanopartículas sobre nuestra salud. También hace referencia a los estudios de asma de El Puente, en Brooklyn, llevados a cabo por ciudadanos ordinarios que apelaban a métodos de encuesta y diálogo para facilitar la recogida de datos sobre tratamientos alternativos, sobre remedios caseros basados en tradiciones culturales y propias. Estas dos iniciativas son, para Bidwell (2009), ejemplos de *community-based participatory research* (CBPR), un método científico utilizado en cuestiones de salud pública que procura reducir riesgos sanitarios involucrando a miembros de comunidades afectadas y a organizaciones locales en el proceso de investigación.

El tema de este artículo exige que nos preguntemos sobre la relación que mantiene la participación activa del paciente con la idea de ciencia posnormal, dado que esta nueva metodología científica, al sustentarse en la participación de los ciudadanos afectados (o potencialmente afectados) por aquello bajo escrutinio, puede abrir un camino hacia la democratización de la ciencia (Funtowicz y Ravetz, 1993; Funtowicz e Hidalgo, 2024). A partir de lo dicho hasta ahora, podemos afirmar que la posibilidad de poner en práctica con éxito el *patient engagement*, en tanto que exponente de la comunidad de pares extendida en el marco de la investigación biomédica y clínica que desafía la dicotomía tradicional entre hechos y valores tan criticada desde Weber (1919) en el período de entreguerras y por filósofos contemporáneos como Reiss (2017, 2021); que se enfrenta a la impredecibilidad de muchas enfermedades; y que promueve el diálogo entre diversos actores como otra forma de argumentación

científica, es un indicador de que estamos ante una situación de ciencia posnormal, de “extensión democrática del derecho al conocimiento” (Funtowicz e Hidalgo, 2024, p. 226), lo cual tendrá repercusiones significativas sobre los siguientes apartados.

2.3. *Patient engagement* y la dimensión praxeológica de cultura científica

La participación activa del paciente, entendida como *community-based participatory research* en el panorama de la ciencia posnormal, nos sitúa directamente en la dimensión praxeológica de cultura científica, cuyo espacio natural es, precisamente, la comunidad de pares extendida. Desde los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, se mantiene que la idea de cultura científica es multidimensional. Hasta finales del siglo pasado, esta noción solía reducirse a la mera alfabetización científica o al respaldo positivo hacia la ciencia, remitiéndonos a esa visión clásica de la ciencia como sinónimo de progreso, propia del positivismo lógico (Hahn *et al.*, 1929). Sin embargo, además de una dimensión cognitiva y una dimensión actitudinal, la cultura científica tiene una dimensión conductual, praxeológica, ligada al paradigma de la relación ciencia-sociedad (Bauer *et al.*, 2007), que podríamos definir como la incidencia del consumo de cultura científica en la conducta de las personas. A saber, también se crea cultura científica cuando la ciudadanía general se implica en las actividades del experto y revela sus déficits, ya sea a través de protestas locales, movimientos sociales, asociaciones de pacientes, democracia deliberativa, etc. (Bucchi y Neresini, 2008). Como *community-based participatory research*, el *patient engagement* comprende todas estas formas de participación ciudadana.

Este alcance praxeológico de la participación activa del paciente resulta especialmente ostensible cuando analizamos el potencial del CBPR para proyectar, desde los campos de la biomedicina, esa “cultura científica comunitaria” de la que hablan de Cózar Escalante y Gómez Ferri (2021). Como sucede con algunas entidades a escala cuántica, que pueden ser partículas u ondas dependiendo del modo en que se estudien, la cultura científica no se estudia únicamente como algo individual y epistémico, como el conjunto de conocimientos sobre hechos básicos de la ciencia que posee un individuo particular, sino también como algo colectivo y multidimensional, como una praxis comunitaria según la cual ciudadanos ordinarios detectan problemas o necesidades sociales y, en respuesta, lanzan juntos una búsqueda de información científica, poniendo en común sus recursos y experiencias. Para de Cózar Escalante y Gómez Ferri (2021), esta faceta praxeológica de la cultura científica, la cultura científica comunitaria, se genera en un proceso que se escinde en dos momentos: un primer momento en el que los ciudadanos se presentan como objetos de estudio, como personas afectadas por algún factor relacionado con la ciencia o la tecnología y, sin embargo, poco destacado entre los especialistas; y un segundo momento en el que se convierten ellos mismos en sujetos de investigación, gestionando, produciendo y evaluando conocimiento científico a base de un esfuerzo colaborativo. Así, por ejemplo, dicho modelo de los dos momentos se puede aplicar a muchos casos de desastres medioambientales. Un caso ampliamente conocido es el del vecindario Love Canal en Niagara Falls, Nueva York (Levine, 1982). En los años 70, residentes del vecindario descubrieron que sus hogares estaban contaminados con sustancias químicas residuales provenientes de un canal que originalmente se había construido para unir el lago Ontario con el río Niágara, pero que acabó siendo

un área de vertido, descubrimiento que correspondería al primer momento de la faceta praxeológica. Poco después, y conforme a los criterios del segundo momento, los residentes, en grupo, se hicieron cargo de la actividad investigadora. Empezaron a cuestionar la información suministrada por los expertos, que no respiraban el aire que ellos respiraban ni bebían el agua que ellos bebían (Levine, 1982, p. xi), y a buscar datos científicos ellos mismos, con la ayuda de académicos que no fueran integrantes de la fuerza operativa del gobernador (Levine, 1982, p. 75).

Por tanto, ante alguna cuestión biomédica o clínica, la cultura científica comunitaria así contemplada se expresa como participación activa del paciente. De Cózar Escalante y Gómez Ferri (2021) aportan varios ejemplos de cultura científica comunitaria en el mundo de la medicina: la investigación sobre leucemia infantil en Woburn, la controversia social sobre los tratamientos para el VIH/SIDA en los años 80, y las contribuciones de asociaciones de pacientes con enfermedades raras a estudios de estadística, entre otros. Todos ellos pasan por la fase inicial del reconocimiento del problema y de que es común en lugar de individual y por la fase siguiente de la creación de un grupo de investigación (de Cózar Escalante y Gómez Ferri, 2021, p. 55). Se trata de movilizaciones ciudadanas locales contra las lagunas y los riesgos del conocimiento médico producido por los agentes expertos, por lo que cumplen los requisitos de *patient engagement*. El ejemplo más reciente es el de la COVID-19 persistente, donde se observan tanto conductas de participación invitada como no invitada, ambas siendo conductas democráticas que caen bajo el lema anglosajón *public engagement in science* (PES) (López Cerezo, 2017). En un principio, los pacientes con COVID-19 persistente y sus aflicciones eran invisibles. Sin embargo, al participar de manera no invitada, lograron una gran sensibilización en torno a la enfermedad, que alcanzó las instituciones sanitarias y culminó en la participación invitada, en el establecimiento de una comunidad de pares extendida cuyas investigaciones han mejorado los tratamientos médicos al respecto (de Cózar Escalante y Gómez Ferri, 2021, p. 56).

Como cultura científica comunitaria, el *patient engagement* no se agota en su dimensión epistémica, en la producción colaborativa de conocimiento teórico, sino que tiene una dimensión praxeológica sumamente marcada, que abarca toda conducta ciudadana que se sirve de ese conocimiento teórico para conservar la salud de los miembros de la comunidad: seguir buenos hábitos alimenticios y de higiene, reformar prácticas de cultivo, cuidar las relaciones sociales, adaptarse a estrategias de trabajo que no pongan en peligro el bienestar físico y mental, proponer métodos experimentales alternativos en las pruebas de fármacos nuevos, etc. (de Cózar Escalante y Gómez Ferri, 2021, p. 54). Dicho de otro modo, el fenómeno de la participación activa del paciente no se restringe a elementos cognitivos; consta también de valores y, sobre todo, de factores conductuales, praxeológicos, relacionados con movimientos sociales, con la comunidad de pares extendida y sus prácticas de generación, clasificación, análisis y justificación del conocimiento científico. Ciertamente, podríamos hablar de la generación de una cultura científica comunitaria en el caso del movimiento activista del VIH/SIDA, el cual ya hemos caracterizado como una muestra de participación activa del paciente. Durante el estallido de la enfermedad, los partidarios del movimiento adquirieron una formación autodidacta en conocimientos teóricos sobre virología, inmunología y epidemiología y, a partir de esos conocimientos y de forma colectiva,

intentaron, entre muchas otras cosas, definir algunos de los conceptos empleados en el ámbito de la salud pública (como el de “sexo seguro”) y llevar a cabo, en secreto, sus propios ensayos clínicos con medicamentos (Epstein, 1996, pp. 8-9).

A consecuencia de tales interacciones entre los diferentes agentes, se proveen recursos orientados a la investigación y al tratamiento (saberes contextuales anteriores, saberes tácitos, experiencias subjetivas, etc.) que trascienden el agregado formado por las contribuciones individuales y que, consiguientemente, pueden concebirse como aquello que Pierre Bourdieu (1994) denomina “capital social”. El sociólogo francés distingue el capital social de otros tipos de capital, como por ejemplo el capital económico, el capital cultural y el capital simbólico. A pesar de que Bourdieu, debido a su vena marxista, subordina el capital social al capital económico, estos no guardan, según él, una relación de identidad. A diferencia del capital económico y de las otras formas de capital, el capital social reside en la posición de un individuo en un conjunto de redes sociales que le vinculan con otros individuos dentro de una sociedad. Como vemos, no es exacta o directamente un recurso cognitivo en sí mismo; no se trata tanto de lo que se conoce, sino más bien de quien se conoce.

3. La participación activa del paciente: hacia una ciencia médica más democrática

3.1. Contra el paternalismo médico

El lugar que ocupa la participación activa del paciente con respecto a los conceptos y dimensiones de la cultura científica tratados en el apartado anterior -esto es, con respecto a la idea de ciencia posnormal-, el concepto de comunidad de pares extendida y la dimensión praxeológica de la cultura científica, nos abre una nueva puerta a la democratización de la ciencia. Como expresión de ciencia posnormal y como propulsor de materiales altamente praxeológicos (propios de una cultura científica comunitaria) a través de una comunidad de pares extendida, el *patient engagement* erosiona la barrera convencional entre lo objetivo y lo subjetivo, barrera que, según Funtowicz y Ravetz (1993), no puede ni siquiera darse en la vida real, y se enfrenta al paternalismo médico todavía muy arraigado, democratizando la relación entre experto y lego en el contexto de la salud. En este sentido, la participación activa del paciente podría suponer, hasta cierto punto, una recuperación de la medicina tradicional de inspiración hipocrático-galénica implantada antes de la revolución anatomopatológica en la medicina occidental del siglo XIX, iniciada por figuras como René Laënnec, que inventó el estetoscopio y mostró el vínculo entre lesiones anatómicas y signos auscultatorios, cambiando profundamente las técnicas de diagnóstico para muchas enfermedades pulmonares (la neumonía, la bronquiectasia, la tuberculosis, etc.).

En la época decimonónica, la medicina se somete a un proceso de tecnologización que afecta profundamente la dialéctica saber-poder entre los legos y expertos: el diagnóstico médico pasa de estar basado en síntomas, a saber, en experiencias subjetivas relatadas por el paciente como el dolor, la fatiga o el mareo, a estar basado principalmente en signos, en observaciones objetivas del médico a través de sistemas tecnológicos como puede ser el estetoscopio, y, posteriormente, las resonancias magnéticas, los exámenes de laboratorio y las imágenes de radiografía (Foucault,

1963; Reiser, 2009). Los signos se convirtieron en la única fuente de evidencia empírica relevante, mientras que los síntomas se ganaron la reputación de ser variables e inestables. No obstante, esta “objetividad” en medicina brindada por los signos, objetividad entendida desde un punto de vista procedimental, remitiéndonos a una práctica impersonal de investigación, ha transformado radicalmente la relación entre el médico y el paciente (Reiser, 2009; López Cerezo, 2014). La revolución anatomopatológica ha causado una divisoria sociocognitiva en el saber-poder-autoridad que se expresa en una relación mucho más distante y paternalista entre los legos y expertos (Foucault, 1963), conllevando, por una parte, la “despersonalización” de la enfermedad, la idea de que las enfermedades son realidades ontológicas que pueden abstraerse del sujeto enfermo y existen independientemente de la identidad de este, y por otra la “desobjetivación” de la información médica; es decir, el diagnóstico que ya no escucha al paciente sino a su cuerpo (Reiser, 2009, p. 26), que ya no se apoya en vivencias subjetivas del paciente (síntomas), sino en alteraciones concretas de su cuerpo detectadas por instrumentos tecnológicos (signos) (Foucault, 1963). A la inversa, el *patient engagement* supone, dentro de los parámetros de la medicina moderna, una vindicación de la relevancia de los síntomas de la medicina tradicional, donde las enfermedades eran consideradas desajustes en la economía del organismo que solo podían tratarse atendiendo al individuo particular (Reiser, 2009; López Cerezo, 2014), y, por lo tanto, también supone la defensa de una relación más cercana entre médico y paciente. Por eso Reiser (2009) de alguna manera reivindica la participación activa del paciente cuando insiste en la importancia de los síntomas en un escenario médico que está siendo dominado por desarrollos tecnológicos como los escáneres, por TAC, y por la imagenología nuclear.

24

Ahora bien, también debe señalarse que, el hecho de que el *patient engagement* rescate la pertinencia de los síntomas no implica, de ningún modo, desechar la medicina científica para abrazar la medicina precientífica, sino más bien enriquecer la medicina científica abriendo el campo semántico de “ciencia” al incluir diversos tipos de información. Irónicamente, mientras que muchas corrientes filosóficas contemporáneas “superan la modernidad”, abogando por esta apertura semántica según la cual hay una pluralidad de verdades, ninguna pudiendo alcanzar el estatuto de universal, la medicina actual sigue siendo moderna y sigue creyendo, quizás más que nunca, que los signos revelan verdades objetivas y que deberíamos basarnos en ellos, y solo en ellos, durante los procesos de diagnóstico y tratamiento (Reiser, 2009, p. 25). Pero el conocimiento familiar de los enfermos, incluido el testimonio subjetivo de los síntomas, o de signos omitidos por la investigación médica al uso, también es un elemento clave en la toma de decisiones médicas. Ofrece una fuente de evidencias y una vía de resolución de problemas inaccesibles para las intervenciones tecnológicas (Reiser, 2009, p. 202), reflejando, por ejemplo, las necesidades, las preferencias y los valores de los pacientes y cómo la enfermedad afecta su calidad de vida, en especial en las enfermedades crónicas (Reiser, 2009, pp. 123-124).

3.2. Participación activa del paciente y participación ciudadana

Una relación complementaria entre signos y síntomas exige la participación ciudadana, esencial al *patient engagement* y a la democratización de la ciencia. Cuando nos referimos a la participación ciudadana, debemos tomar en consideración que, hoy

en día, esta no es “un fenómeno limitado a los cauces y mecanismos institucionales establecidos, como las audiencias públicas, las encuestas de opinión, los comités asesores de ciudadanos o la litigación” (López Cerezo, 2005, p. 358). El hecho es que los ritmos a los que se mueve la sociedad contemporánea acogen una gama muy amplia de formas de participación ciudadana, que incluye protestas sociales, movimientos activistas y proyectos de investigación colectiva que lanzan los afectados por un desarrollo científico-tecnológico, como los pacientes que colaboran con clínicos y biólogos en el diseño del muestreo, que instituyen bancos de células y ADN y que fundan plataformas nuevas para trazar mapas del genoma humano (López Cerezo, 2005; Callon y Rabeharisoa, 2003).

Un caso en el que se elucida la participación ciudadana inherente al *patient engagement*, fruto de esa complementariedad entre signos y síntomas, es el de la Asociación Francesa de Distrofia Muscular (AFM), citado en la sección anterior. Para Callon y Rabeharisoa (2003), lo que sucedió en torno a la asociación sugiere que el conocimiento subjetivo y contextual de la ciudadanía general, fruto del *research in the wild*, no es contradictorio sino complementario con el conocimiento científico objetivo y universal generado en un laboratorio. Además, sugiere que en verdad no hay ninguna diferencia sustantiva entre los dos modos de conocimiento, que no es verdad que los conocimientos del investigador o del clínico (signos) son explícitos, codificables y formales, mientras que los conocimientos del ciudadano-paciente (síntomas) son tácitos e informales, pues ambos conciernen experimentos, aparatos tecnológicos y mecanismos de visualización, formalización, evaluación, acumulación y redacción (Callon y Rabeharisoa, 2003, pp. 196-198). De otra manera, la investigación conjunta, realizada por expertos y ciudadanos legos, por médicos y pacientes, sería imposible. La AFM se adhiere a este tipo de investigación, impulsando el uso de protointstrumentos para generar conocimiento médico de otra índole, como cámaras, grabadoras, narrativas, testimonios, cartas y conferencias de pacientes o de sus familiares. Las fotografías han probado ser mecanismos de visualización útiles para descubrir hechos sobre la versión intermedia de la atrofia muscular espinal en niños, ya que permiten evaluar la gravedad de la enfermedad comparando imágenes de niños que la padecen, tomadas principalmente por los padres. Por tanto, en cuanto al conocimiento clínico que puede derivarse, es tan valiosa la labor del experto que analiza resultados de laboratorio como la del ciudadano lego que analiza fotografías.

25

Esta fuerte inclinación de la investigación biomédica hacia los síntomas, hacia la voz del ciudadano-paciente, inclinación que está en el núcleo de la participación activa del paciente, se manifiesta claramente a través de los vídeos que proporciona el PERC (s/f), en los cuales investigadores biomédicos, profesionales sanitarios y pacientes narran sus experiencias personales. En uno de los vídeos, la doctora Bárbara Rivera Polo, investigadora del Programa de Cáncer Hereditario, insiste en la importancia de la perspectiva de las pacientes con tumores de ovario raros cuando se trata de identificar necesidades no satisfechas y de realizar investigaciones oncológicas. El experto debe trabajar con pacientes y no solo con muestras de pacientes; no puede pasar años y años en el laboratorio intentando localizar la causa de una enfermedad, o fijar los primeros pasos de tratamiento, sin nunca ver a un solo paciente. Siguiendo esta máxima, Rivera Polo trabaja con Oriana de Sousa, una defensora del paciente que sufre de un cáncer altamente letal que amenaza la vida de mujeres jóvenes,

el carcinoma ovárico de célula pequeña hipercalcémico, para el cual le ha sido sumamente difícil encontrar un tratamiento efectivo. La comunicación bidireccional entre la paciente y la experta llevó a que hubiera más biobancos de cánceres de ovario raros, a que los investigadores tengan más acceso a xenoinjertos derivados de pacientes (PDX), a que se lancen más campañas de difusión e incluso a que la enfermedad pasara a ser el descubrimiento de un oncogén.

Los vídeos no solo destacan la importancia de la participación ciudadana en la investigación y tratamiento de enfermedades cancerosas, sino en todo tipo de condiciones médicas, como la colangitis esclerosante primaria (CEP) y la fibrosis pulmonar. En el caso del CEP, Stan van de Graaf, profesor del Centro Médico de la Universidad de Ámsterdam, y Larissa de Lannoy, defensora de pacientes, subrayan cómo la participación del ciudadano-paciente ha ayudado a orientar la investigación clínica (que antes se centraba casi siempre en la medición de enzimas hepáticas) de modo que incluya síntomas y efectos secundarios de los medicamentos (fatiga extrema, picazón, etc.), especialmente cuando los pacientes asisten a cursos de entidades tales como la Academia Europea de Pacientes (EUPATI) y la Organización Europea de Enfermedades Raras (EURORDIS) para entender la etiología de su enfermedad y así expresar con más precisión esos síntomas y efectos secundarios. Por lo que se refiere a la fibrosis pulmonar, los miembros del proyecto austríaco Science4All llevan a cabo actividades de participación ciudadana conscientes del valor de esta en un campo de estudio tan técnico y específico como es el vascular pulmonar, donde cada pregunta del paciente puede cambiar significativamente el enfoque de la investigación básica. Entre esas actividades, está la de mejorar el entendimiento bilateral. El proyecto, a la vez que entrena a los científicos para que adapten su lenguaje especialista a un público general, también entrena a los pacientes: tanto desde un punto de vista teórico (en biología molecular básica y fisiología pulmonar) como metodológico (en cómo formular hipótesis científicas, cómo conducir un experimento, cómo analizar resultados de investigación, cómo seguir los pasos que se requieren para llevar un medicamento de la ciencia básica al mercado, etc.), deshaciendo, sobre la marcha, algunos mitos acerca de la tarea del investigador. En definitiva, estos expertos y defensores de pacientes están de acuerdo en que la participación ciudadana, las experiencias únicas comunicadas por los pacientes que viven la enfermedad, han generado un gran avance en la ciencia.

3.3. La participación activa del paciente como un caso de participación formativa

La participación activa del paciente desafía los límites de lo que tradicionalmente se ha entendido por cultura científica y por participación ciudadana. No es cultura científica en un sentido meramente epistémico ni tampoco es participación ciudadana en un sentido puramente instrumental. Todo lo contrario, el *patient engagement* explora regiones profundas de la dimensión praxeológica de la cultura científica y eleva la participación ciudadana muy por encima de su función como un servicio, entre otros, para las instituciones biomédicas y sanitarias. De hecho, lo que realmente hace que el *patient engagement* pueda ser visto como una forma de democratización de la ciencia es su capacidad de conjugar estos dos aspectos: la cultura científica en su acepción conductual y la participación ciudadana como algo sustantivo, con un valor en sí mismo. En otras palabras, la participación activa del paciente tiene el poder de democratizar

la ciencia, y de democratizarla en los tres sentidos recogidos por la Declaración de Santo Domingo de 1999 (democratización de la ciencia en el sentido de hacer llegar la ciencia a la ciudadanía; en el sentido de dirigir las políticas públicas sobre ciencia y tecnología hacia peticiones sociales; y en el sentido de implicar a los ciudadanos en las decisiones institucionales en torno al avance científico-tecnológico), porque es un caso de aquello que López Cerezo (2005) denomina “participación formativa”.

Con la palmaria llegada de la sociedad del conocimiento y la presencia creciente de movimientos activistas sociales, antitecnocráticos, en la gestión pública de temáticas científico-tecnológicas, está surgiendo una nueva modalidad de democratización de la ciencia: la participación formativa (Renn, Webler y Wiedemann, 1995; López Cerezo, 2005). Bajo esta modalidad, los ciudadanos adquieren cultura científica en el propio ejercicio de participar, ya sea a nivel individual o a nivel colectivo, en los procesos teóricos, administrativos y regulativos de la ciencia y la tecnología, y en las polémicas que estas suscitan (López Cerezo, 2005, p. 358). De hecho, la participación formativa es una prueba de que la posesión de cultura científica no es un requisito previo para la democratización de la ciencia, pues se caracteriza justamente por una conjugación, una simultaneidad, entre cultura y participación, siempre y cuando ambas nociones se conciban fuera del modelo erróneo del déficit cognitivo y dentro de un modelo interactivo y dialógico (Wynne, 1995). Las ideas de cultura científica y participación ciudadana que están detrás del fenómeno de participación formativa (y lo constituyen), además de elementos cognitivos del conocimiento científico, recogen sus elementos económicos, políticos y éticos, y despojan al ciudadano de esa pasividad e ignorancia que se le solía atribuir. Reflejan una imagen mucho más realista de la ciencia en la que aparecen efectos negativos, riesgos e incertidumbres, y recalcan la necesidad de una comunicación multidireccional en la producción del conocimiento científico, de un diálogo interactivo entre expertos, gestores y ciudadanos que crea “un flujo de información donde los problemas son considerados bajo diversas perspectivas, la evidencia e incertidumbres son puestas en común, y donde los valores y condicionantes políticos son adecuadamente resaltados” (López Cerezo, 2005, p. 357).

27

En consecuencia, las ideas de cultura científica y participación ciudadana que subyacen a la participación formativa dan lugar a una manera de hacer ciencia que se nutre de las experiencias y habilidades de los afectados e inducen el aprendizaje social. Ciertamente, esto hace que la participación formativa sea algo positivo, pero no significa que se sitúe en la última etapa de una escalera ascendente de formas de participación; es una forma más de participación entre otras. El carácter formativo de la participación formativa es simplemente un criterio más para distinguir formas de participación de la misma manera que lo son la efectividad, el igualitarismo y el timing en la clasificación propuesta por Rowe y Frewer (2000). Es decir, según estos pensadores, muchas formas de participación pueden distinguirse en función de su grado de efectividad (así por ejemplo, un referéndum vinculante es más efectivo que una audiencia pública, y un sondeo de opinión no tiene realmente ningún carácter efectivo); en función de su grado de igualitarismo, que apunta a las condiciones de la participación (hay formas de participación más aptas que otras a la hora de evitar asimetrías relativas al tiempo, recursos, etc., que se distribuyen entre los agentes sociales); y también en función del momento, o período, en el que se da la participación. No es lo mismo la participación temprana, propia del momento en el que

se perfila la controversia científico-tecnológica, que lo que se conoce como *end of pipe participation* (Rowe y Frewer, 2000, pp. 19-20). Pues bien, la formación es asimismo un criterio. Un referéndum implica mucha más formación que una encuesta. Aunque ambos son tipos de participación invitada, solo el primero comparte rasgos con la participación formativa. Enseguida, se expondrán algunos ejemplos de esta modalidad de democratización de la ciencia. Serán ejemplos de participación formativa a nivel colectivo, dado que nuestra unidad de análisis, la comunidad de pares extendida implicada en el *patient engagement*, es un fenómeno meso-sociológico, es un sistema social intermedio en el cual es un grupo, y no un solo individuo, el que aprende cómo se transmite una enfermedad, qué medicamentos se utilizan para tratarla, qué factores socioeconómicos dificultan la prevención del contagio, etc.

Un caso en donde se dio, marcadamente, el fenómeno de la participación formativa a escala comunitaria fue el de los eucaliptos en Asturias que se disparó a finales de los años 80 en el pueblo de Tazones (López Cerezo, 2005), con una controversia socioambiental entre el propietario de un monte colindante cubierto de eucaliptos y los hosteleros del puerto, cuyos objetivos vinculados al turismo se veían amenazados por esos árboles exóticos que ocultaban el pueblo bajo su sombra. Este conflicto de intereses fue agudizándose hasta tal punto que habitantes locales levantaron 50.000 plántones de eucaliptos. La participación activa y colectiva de estos habitantes y del resto de la población asturiana en la controversia les motivó a formarse científicamente, a buscar datos biológicos, químicos y ecológicos sobre los eucaliptos, sobre su impacto en el paisaje agrario, sobre su naturaleza pirófila, sobre los riesgos que suponían para los suministros de agua, etc., para justificar su postura con más fuerza argumentativa en los medios de comunicación y en las medidas legislativas que se tomarían a continuación (López Cerezo y González García, 2002). El resultado fue la tematización social de un problema medioambiental y económico donde se produjo paralelamente una diversidad de oportunidades de participación y el aprendizaje social.

Otro ejemplo actual y esclarecedor de participación formativa a nivel colectivo es el de los casos simulados CTS. Se tratan de herramientas de innovación didáctica desarrolladas por la Asociación de Renovación Pedagógica (Grupo ARGO) para dirigir la atención de estudiantes universitarios y de enseñanzas medias en España e Iberoamérica al interfaz de las controversias científico-tecnológicas que afectan la sociedad o el medioambiente, y así estimular la formación en cultura científica a base de participación ciudadana en el contexto del aula escolar. Cada caso gira en torno a un problema simulado, pero verosímil, que realmente podría brotar de las relaciones complejas existentes entre ciencia, tecnología y sociedad (como sucede con muchos problemas urbanísticos, climatológicos y sanitarios) y sobre el cual son relevantes distintas formas de conocimiento y hay que actuar de una manera u otra. La idea es que los estudiantes representen, en el aula, las diferentes posiciones de los agentes sociales involucrados en el problema, que reflejen el enfrentamiento de valores e intereses presente y formulen argumentos bien fundamentados científicamente para defender esos valores e intereses. En el fondo, esta estrategia pedagógica es la misma que se aplica en las aulas-laboratorio, donde se realizan experimentos simulados con el fin de ir preparando a los estudiantes para su entrada en el verdadero mundo del investigador científico. Como esos experimentos, los debates participativos entre los

estudiantes en los casos simulados CTS generan aprendizaje social simultáneamente a la participación.

El caso de los eucaliptos en Asturias y las técnicas de simulación CTS muestran la naturaleza de la participación formativa, la manera en que la voz pública, la voz de todos los ciudadanos involucrados, sean expertos o sean legos, puede tener un alcance conjuntamente epistémico y praxeológico. La única diferencia entre estos episodios de participación formativa y la participación activa del paciente reside, fundamentalmente, en el campo de acción. A saber, el *patient engagement* es participación formativa, y a esa misma escala colectiva, comunitaria, pero llevada al ámbito biomédico y clínico, forjando una comunidad de pares extendida que adquiere y produce conocimiento médico altamente relevante para la sociedad. En tiempos posnormales, los agentes expertos a menudo se encuentran en una situación en la que no pueden vencer a una gran cantidad de enfermedades de manera autónoma, sin la implicación de la comunidad de pares extendida propia del *patient engagement*. Si realmente queremos reducir muchos de los riesgos de salud contemporáneos, tendremos que levantar un movimiento activista vigoroso, que una las voces de pacientes viviendo la enfermedad, de familiares, de especialistas y del resto de la ciudadanía afectada, y que genere cultura científica mediante la participación, o, en pocas palabras, tendremos que hacer de la participación activa del paciente uno de los pilares de la investigación e innovación biosanitaria.

Conclusiones

29

El terreno biomédico y clínico es particularmente fértil para la democratización de la ciencia bajo la modalidad de participación formativa. Los ciudadanos que, como legos, pisan este terreno, suelen estar sumamente interesados en la participación, pues muchas veces es la vida de un familiar, o la suya propia, lo que está en juego. Siguiendo la corriente participativa característica de nuestros días y el modelo de la ciencia posnormal de Funtowicz y Ravetz (1993), dicho interés asienta las bases para el fenómeno de la participación activa del paciente, para la transformación de todos los afectados en miembros de una comunidad de pares extendida, directamente relacionados con el conocimiento que se genera al ser ellos mismos a la vez objeto y sujeto de estudio.

En el *patient engagement*, los pacientes también son expertos, son investigadores *in the wild* que además de utilizar el conocimiento lo producen (Callon y Raberharisoa, 2003), por lo que cultura científica y participación ciudadana tienden a solaparse. Por eso, hemos propuesto una interpretación de participación activa del paciente como participación formativa, lo cual nos despeja una senda hacia la democratización de la ciencia en las tres acepciones enunciadas por la Declaración de Santo Domingo (Reunión Regional de Consulta de América Latina, 1999). En un principio, parece que la participación activa del paciente trasciende estas tres acepciones, pero realmente lo que logra es explorar y explotar todos sus rincones. No es solo que el *patient engagement*, como participación formativa, se ajusta a cada una de ellas, sino que realza la íntima relación que guardan entre sí. Sus aspectos epistemológicos -por entrañar la transmisión y generación de conocimientos médicos relevantes por

agentes con o sin una experticia institucionalmente reconocida-, pragmáticos -por mejorar los servicios sanitarios y educativos- y éticos -por conceder al paciente el derecho de decidir sobre su propia salud- no solo cumplen con las tres acepciones, sino que interactúan entre sí de tal manera que no pueden darse unos sin los otros. Esto es, justamente, lo peculiar de la participación formativa, lo que la distingue de otras modalidades de democratización de la ciencia, y lo que le otorga el poder para dirigir la mirada de la ciencia y la tecnología más allá de fines militares y económicos, cayendo también sobre la realidad social y cultural del ciudadano ordinario, en este caso, del paciente.

Financiamiento

El proyecto que ha dado lugar a estos resultados ha contado con el apoyo de una beca de la Fundación La Caixa (ID 100010434). El código de la beca es LCF/BQ/DR24/12080004.

Bibliografía

Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Nueva Jersey: Prentice Hall.

Bauer, M. W., Allum, N. & Miller, S. (2007). What can we learn from 25 years of PUS survey research? Liberating and expanding the agenda. *Public Understanding of Science*, 16(1), 79-95.

Bernstein, D. (2021). *The evolution of patient engagement*. Hanover: SCRS Sites NOW. Recuperado de: 2021.01-Patient-Engagement.pdf (myscrs.org).

Betsch, C., Schmid, P., Heinemeier, D., Korn, L., Holtmann, C. & Böhm, R. (2018). Beyond confidence: Development of a measure assessing the 5C psychological antecedents of vaccination. *PloS one*, 13(12), e0208601.

Bidwell, D. (2009). Is community-based participatory research postnormal science? *Science, Technology & Human Values*, 34(6), 741-761.

Bourbeau, J. (2020). Defining patient engagement, health behavior change, and disease self-management. En M. L. Moy, F. Blackstock & L. Nici (Eds.), *Enhancing Patient Engagement in Pulmonary Healthcare: The Art and Science* (1-14). Springer Nature.

Bourdieu, P. (1997). *Razones prácticas: sobre la teoría de la acción*. Barcelona: Editorial Anagrama.

Bucchi, M. & Neresini, F. (2008). Science and public participation. En *New Handbook of Science and Technology Studies* (449-473). Massachusetts: MIT Press.

Callon, M. & Rabeharisoa, V. (2003). Research “in the wild” and the shaping of new social identities. *Technology in society*, 25(2), 193-204.

de Cózar Escalante, J. M. & Gómez Ferri, J. (2021). Community based scientific culture: wave or particle? En M. Eynde & C. Polino (Coords.), *Pocket Science. The Praxeological Dimension of Scientific Culture* (43-58). Madrid: CIEMAT.

Davies, C., Wetherell, M. & M. Barnett, E. (2006). *Citizens at the Centre: Deliberative Participation in Healthcare Decisions*. Bristol: The Policy Press.

Doherty, M., Jenkins, W., Richardson, H., Sarmanova, A., Abhishek, A., Ashton, D. & Zhang, W. (2018). Efficacy and cost-effectiveness of nurse-led care involving education and engagement of patients and a treat-to-target urate-lowering strategy versus usual care for gout: a randomized controlled trial. *The Lancet*, 392(10156), 1403-1412.

Epstein, S. (1996). *Impure Science: Aids, Activism and the Politics of Knowledge*. Londres: University of California Press.

Foucault, M. (1963). *The Birth of the Clinic: An Archaeology of Medical*. Nueva York: Vintage Books.

Funtowicz, S. & Hidalgo, C. (2024). Epistemología política: ciencia con la gente. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 19(55), 215-228. DOI: <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-454>.

Funtowicz, S. & Ravetz, J. (1993). Science for the post-normal age. *Futures*, 25(7), 739- 755.

Hahn, H., Neurath, O. & Carnap, R. (2002). *La concepción científica del mundo: el Círculo de Viena*. Redes, 18, 103-149.

Jasanoff, S. (1999). From participation to intervention. Presidential address. Society for the Social Studies of Science annual meeting. Nueva Escocia: Halifax.

Jerofke-Owen, T. A., Tobiano, G. & Eldh, A. C. (2023). Patient engagement, involvement, or participation—entrapping concepts in nurse-patient interactions: A critical discussion. *Nursing Inquiry*, 30(1), e12513.

Kuhn, T. S. (1994). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.

Levine, A. (1982). *Love Canal: Science, Politics, and People*. Massachusetts/Toronto: Lexington Books.

López Cerezo, J. A. (2005). Participación ciudadana y cultura científica. *Arbor: Ciencia, pensamiento y cultura*, 351-362.

López Cerezo, J. A. (2014). North by northwest: the search for objectivity in the origins of modern western medicine. En F. Lan & F. Wallner (Eds.), *Concepts of Health from the Viewpoint of Four Cultures* (133-152). Nordhausen: Traugott Bautz GmbH.

López Cerezo, J. A. (2017). Cultura científica: paradigmas, tendencias y crítica social. En M. Hernán, M. Camejo & L. Giri (Coords.), *Ciencia, tecnología y educación: miradas desde la filosofía de la ciencia* (9-22). Montevideo: Editorial Byblos.

López Cerezo, J. A. (2018). *La confianza en la sociedad del riesgo*. Barcelona: Sello Editorial.

López Cerezo, J. A. & González García, M. I. (2002). *Políticas del bosque: expertos, políticos y ciudadanos en la polémica del eucalipto en Asturias*. Madrid: Cambridge University Press.

NIHR (2021). Briefing notes for researchers - public involvement in NHS, health and social care research. National Institute for Health and Care Research. Recuperado de: <https://www.nihr.ac.uk/documents/briefing-notes-for-researchers-public-involvement-in-nhs-health-and-social-care-research/27371>.

32

PERC (s/f). Patients should be involved in your research: patient engagement resource centre. European Infrastructure for Translational Medicine. Recuperado de: <https://patient-engagement.eu/>.

Reiss, S. J. (2017). Fact-value entanglement in positive economics. *Journal of Economic Methodology*, 24(2), 134-149.

Reiss, S. J. (2021). Measurement and value judgements. En C. Heilmann & J. Reiss (Eds.), *The Routledge Handbook of Philosophy of Economics* (223-233). Nueva York: Routledge.

Reiser, S. J. (2009). *Technological Medicine: The Changing World of Doctors and Patients*. Nueva York: Cambridge University Press.

Renn, O., Webler, T. & Wiedemann, P. (1995). *Fairness and Competence in Citizen Participation*. Dordrecht: Springer Science+Business Media.

Reunión Regional de Consulta de América Latina y el Caribe de la Conferencia Mundial sobre la Ciencia (1999). *Declaración de Santo Domingo. La ciencia para el siglo XXI: una nueva visión y un marco de acción*. *Revista Iberoamericana de Educación*, (20), 239-249.

Rowe, G. & Frewer, L. J. (2000). Public participation methods: a framework for evaluation. *Science, Technology, & Human Values*, 25(1), 3-29.

Sardar, Z. (2010). Welcome to postnormal times. *Futures*, 42(5), 435-444.

University of Minnesota (2024). Rural Health Promotion and Disease Prevention Toolkit. Rural Health Information Hub. Recuperado de: <https://www.ruralhealthinfo.org/toolkits/health-promotion/2/theories-and-models/social-cognitive>.

University of Oxford Medical Sciences Division. (s/f). Patient and public involvement, engagement and participation definitions. University of Oxford. Recuperado de: <https://www.medsci.ox.ac.uk/research/patient-and-public-involvement/section-2-what-is-patient-and-public-involvement>.

Weber, M. (2021). *El político y el científico*. Madrid: Alianza Editorial.

World Health Organization (2016). *Patient Engagement: Technical Series on Safer Primary Care*. Ginebra: License CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Wynne, B. (1995). Public understanding of science. En S. Jasanoff, G. E. Markle, J. C. Peterson & T. Pinch (Eds.), *Handbook of Science and Technology Studies* (361-388). Londres: Sage Publications.

**Vacunas y vacunaciones.
Capacidades, políticas y visiones
sobre el Estado frente al COVID-19 en Argentina ***

**Vacinas e vacinações.
Capacidades, políticas e visões
do Estado em relação à COVID-19 na Argentina**

***Vaccines and Vaccinations.
Capacities, Policies and State Visions
Facing COVID-19 in Argentina***

Gabriela Bortz  y María Cecilia Sanmartín  **

35

Este artículo sistematiza las dinámicas, los procesos y las políticas de construcción de capacidades en vacunas contra el COVID-19 (compra, manufactura, desarrollo) y los procesos de vacunación en el caso argentino entre 2020 y 2022, hasta las perspectivas pospandemia en 2023. Dando cuenta del carácter social de los compromisos cognitivos y los correlatos epistémicos y materiales del orden social, las vacunas (tecnologías de producto) y los procesos de vacunación (tecnologías de proceso y organización) son abordadas de forma conjunta y mutuamente constitutiva, entendiéndolas como tecnologías políticas, que embeben conocimientos, inscriben y representan relaciones de poder y visiones de Estado. De manera específica, se profundiza sobre la movilización y construcción de capacidades estatales, adquiriendo desde distintas agencias un conjunto de atributos o capacidades específicas -plasmadas como conocimientos, materialidad o *praxis*- que implican cierta potencialidad para lograr los objetivos buscados. Se argumenta que, a pesar de la severa crisis socioeconómica y una falta de recursos crónica, la estrategia de aprovisionamiento y vacunación argentina se enmarcó en una cultura sanitaria de accesibilidad y confianza en las vacunas, en importantes capacidades preexistentes (industriales, regulatorias, de investigación clínica, de logística sanitaria, de ciencias biomédicas) y en un proceso inédito de realineación y coordinación de estas capacidades en clave “misión-orientada” para enfrentar la pandemia.

Palabras clave: vacunas COVID-19; vacunación COVID-19; capacidades estatales; ciencia, tecnología e innovación en salud; gobernanza tecnológica

* Recepción del artículo: 09/10/2023. Entrega del dictamen: 05/02/2024. Recepción del artículo final: 01/03/2024.

** *Gabriela Bortz*: Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT), Escuela de Economía y Negocios (EEyN), Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina. Correo electrónico: gbortz@unsam.edu.ar. ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7151-6686>. *María Cecilia Sanmartín*: Centro de Investigaciones para la Transformación (CENIT), Escuela de Economía y Negocios (EEyN), Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Argentina. Correo electrónico: mcsanmartin.bio@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5967-7284>.

Este artigo sistematiza as dinâmicas, processos e políticas de geração de capacidades em vacinas COVID-19 (compra, fabricação, desenvolvimento) e processos de vacinação no caso argentino entre 2020-2022, até as perspectivas pós-pandêmicas em 2023. Levando em conta o caráter social dos compromissos cognitivos e os correlatos epistêmicos e materiais da ordem social, as vacinas (tecnologias de produto) e os processos de vacinação (tecnologias de processo e organização) são abordados conjunta e mutuamente constitutivos, entendendo-os como tecnologias políticas que incorporam conhecimento, inscrevem e representam relações de poder e visões do Estado. Especificamente, explora-se a mobilização e construção de capacidades estatais, adquirindo de diferentes agências um conjunto de atributos ou capacidades específicas -plasmalizadas como conhecimento, materialidade ou *praxis*- que implicam um certo potencial para atingir os objetivos pretendidos. Argumenta-se que, apesar da grave crise socioeconômica e da falta crônica de recursos, a estratégia de abastecimento e vacinação da Argentina se enquadrou numa cultura sanitária de acessibilidade e confiança nas vacinas, em importantes capacidades pré-existentes (industriais, reguladoras, de investigação clínica, de logística sanitária, de ciências biomédicas) e num processo sem precedentes de realinhamento e coordenação dessas capacidades numa chave orientada para a missão de enfrentar a pandemia.

Palavras-chave: vacinas contra a COVID-19; vacinação contra a COVID-19; capacidades do Estado; ciência, tecnologia e inovação em saúde; governação tecnológica

This article systematizes the dynamics, processes, and policies of capacity building in COVID-19 vaccines (purchasing, manufacturing, development) and immunization in Argentina between 2020 and 2022, including post-pandemic advancements in 2023. Framed under an understanding of the social character of cognitive commitments and the epistemic and material correlates of social order, vaccines (product technologies) and vaccination processes (process and organizational technologies) are approached jointly and as mutually constitutive, and considered as political technologies which embed knowledge, inscribe and represent power relations and visions about the State. Specifically, the mobilization and construction of State capacities is explored, as different State agencies acquire a set of specific attributes or capacities -that manifest as knowledge, materiality, or praxis- that allow the achievement of its political aims. It is argued that, despite the severe socio-economic crisis and a chronic lack of resources, the supply and vaccination strategies were framed in a health culture of accessibility and confidence in vaccines, in important preexisting capacities (industrial, regulatory, clinical research, health logistics, biomedical sciences) and in an unprecedented process of realignment and coordination of these capacities in a mission-oriented manner to face the pandemic.

Keywords: COVID-19 vaccines; COVID-19 vaccination; State capacities; science, technology and innovation in health; technological governance

Introducción

El 19 de marzo de 2020, el gobierno argentino declaró la emergencia sanitaria nacional por COVID-19 mediante el Decreto 297/2020, 16 días después del primer caso confirmado en el país. Desde el comienzo de la pandemia, las vacunas se volvieron el santo grial de la crisis sanitaria global y el foco de los esfuerzos de investigación y desarrollo (I+D). A nivel mundial, las grandes farmacéuticas se sumaron a la carrera por el desarrollo de una vacuna contra el COVID-19 y lograr la captura del mercado (Balawejder *et al.*, 2021; Zhang, 2021). Los desarrollos mostraron la concentración del diseño y la producción de estas vacunas en países desarrollados, así como en los procesos de adquisición. Esto acentuó las diferencias entre estos países y la periferia-semiperiferia, incluyendo a América Latina, en términos geopolíticos, así como la dependencia en el abastecimiento de vacunas en la cadena global de valor (Blinder, Zubeldía y Surtayeva, 2021). Así, si bien la pandemia implicó un desafío sanitario global, éste fue particularmente agudo en países en desarrollo (Perrota, 2020; The Lancet, 2021). Las implicancias de estas asimetrías dieron lugar a mecanismos como COVAX, con resultados dispares y muchos países pobres sin acceso a las vacunas (Gemünden y Thiel, 2021; Usher, 2021). Al mismo tiempo, algunos países en desarrollo se aventuraron al desarrollo y la producción de vacunas, ya sea con I+D propia o a partir de transferencia de tecnología (desde Reino Unido, con tecnología de Oxford-AstraZeneca, Rusia o China) (Sharma, 2021; Medeiros *et al.*, 2022).

En Argentina, el proceso de negociación y adquisición de vacunas durante el segundo semestre de 2020 y 2021 tuvo lugar en medio de importantes restricciones económicas, enmarcadas en una crisis crónica agravada por el aislamiento preventivo obligatorio, una inflación anual del 42%, 40,6% de pobreza, alcanzando al 31,2% de los hogares, y un creciente descontento social (UTDT, 2020-2021). En este contexto, en un país en el cual el derecho a la salud está arraigado como derecho constitucional (Art. 42), donde los productos sanitarios son considerados “bienes sociales” (Santos, 2017), contando con el Calendario Nacional de Vacunación (CNV) más completo de la región y una de las tasas mundiales más altas de confianza en las vacunas (94% en 2019) (de Figueiredo *et al.*, 2020; Fundación Bunge & Born, 2021), la disponibilidad de vacunas contra el COVID-19 se convirtió en uno de los reclamos ciudadanos más acuciantes al gobierno nacional durante la emergencia.

En este marco, un conjunto de actores (pertenecientes al sector gubernamental, científico -público y privado- y empresarial) movilizó diversas estrategias que permitieran asegurar su adquisición. En primer lugar, en julio de 2020, el país se consolidó como un eficaz centro de testeo para vacunas desarrolladas por grandes empresas farmacéuticas (Cuello, 2021). Esto alimentó la expectativa de contribuir a un mejor posicionamiento del país en la espera de la distribución, en el marco de la puja global, y se vio facilitado por una tradición de investigación clínica de excelencia en el país y las capacidades existentes en la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT), reconocida como referente sanitario internacional (OPS, 2010). En agosto de 2020, Argentina dejó clara su ambición de convertirse en fabricante de componentes de vacunas mediante acuerdos de transferencia tecnológica con empresas extranjeras. El anuncio se basaba en capacidades de manufactura existentes, acumuladas en una tradición más

que centenaria de abastecimiento del sector farmacéutico local al sistema público de salud (Cortes *et al.*, 2017) y 40 años de trayectoria de desarrollo biotecnológico industrial, liderado por empresas nacionales (Gutman y Lavarello, 2011). El avance de la pandemia y la incertidumbre frente a la posibilidad de éxito y acceso a diversos candidatos vacunales llevó al gobierno argentino a entablar una serie de negociaciones con diversos países y empresas. Como resultado, se adquirieron y aplicaron 12 tipos de vacunas diferentes, suministradas por siete empresas o instituciones.¹

De manera simultánea, desde el comienzo de la pandemia, pero con gran resonancia e implicancias en la pospandemia, el Estado promovió e invirtió en I+D e investigación clínica de nuevos candidatos a vacunas. Movilizando discursos de soberanía tecnológica, para fines de 2021 seis candidatos a vacunas fueron financiados desde el sector público de ciencia, tecnología e innovación. En 2023, uno de estos candidatos concluyó la fase 3 de ensayos clínicos y obtuvo la autorización de ANMAT para su inscripción en el Registro de Especialidades Medicinales. Se convirtió así en la primera vacuna biotecnológica desarrollada íntegramente en el país desde su diseño, alcanzando la última fase de investigación clínica y siendo aprobada en el país por la autoridad sanitaria.

A pesar de la magnitud de estrategias y capacidades relativas a la adquisición, la manufactura, el desarrollo de vacunas y procesos de vacunación, los estudios sobre vacunas contra el COVID-19 en Argentina son aún escasos. En su mayoría han estado enfocados en cuestiones relativas a geopolítica y capacidades tecnológicas (Blinder *et al.*, 2021; Zelaya *et al.*, 2021; Cuello, 2021), representaciones sociales sobre las vacunas (Altamirano *et al.*, 2021), dilemas éticos distributivos en salud pública (Wingarten, 2021) y desafíos de propiedad intelectual (Correa, 2021).

Este artículo busca sistematizar las dinámicas y los procesos en materia de capacidades de adquisición de vacunas contra el COVID-19 y los procesos de vacunación en el caso argentino. De esta forma, el objetivo consiste en reconstruir la multiplicidad de estrategias de vacunas y vacunación entre 2020 y 2022, hasta el desarrollo de la nueva vacuna argentina en 2023. El artículo se basa en una metodología cualitativa de análisis documental de fuentes primarias y secundarias,² y un panel de 25 entrevistas con investigadores, empresas, funcionarios públicos, reguladores e informantes clave de los sectores científico, sanitario y productivo. En términos teórico-metodológicos, se enmarca en los estudios sociales de la ciencia y la tecnología en clave coproduccionista. Desde una comprensión simétrica y co-constitutiva de la producción de conocimiento y del orden social y material (Jasanoff, 2004), se focaliza en las dimensiones sociales de los compromisos cognitivos y los

1. Instituto Gamaleya (Rusia), Serum Institute (India), AstraZeneca-Oxford (Reino Unido), Instituto de Productos Biológicos de Beijing (China), Instituto Biotecnológico de Beijing y CanSino Biologics Inc. (China), Moderna (Estados Unidos / Moderna Suiza GmbH), Pfizer-BioNTech (Estados Unidos).

2. Fuentes primarias: regulaciones, CV, artículos científicos, contratos y subsidios, planes nacionales, notas periodísticas, discursos y comunicados oficiales, patentes, informes y estadísticas, sitios web institucionales, etc. Fuentes secundarias: evaluaciones, informes técnicos, estudios sectoriales, análisis político-institucionales, análisis socio-económicos.

correlatos epistémicos y materiales del orden social, a nivel de Estado y del orden político-económico (Shapin y Schaffer, 1985; Jasanoff, 2004; Tyfield *et al.*, 2017). Se optó por explorar de manera conjunta las vacunas con los procesos de vacunación, en la medida que las tecnologías de producto (vacunas) se volvieron indisociables de las tecnologías de proceso y organización -y los conocimientos implicados- por las cuales fueron implementadas (vacunación), que involucraron un amplio conjunto de conocimientos y materialidades (Winner, 2008). Los diversos artefactos “vacunas COVID-19” y este despliegue organizativo son entendidos como artefactos políticos, inscribiendo en su diseño sentidos y relaciones de poder (visiones de nación, redes globales de valor, coaliciones de poder, usuarios deseados) (Winner, 2008; Akrich, 1992) y a la vez volviéndose emblemas representativos de las políticas del Estado frente al COVID-19.

De manera específica, resultó de interés ahondar sobre las capacidades estatales como resultantes de un proceso complejo en el que el Estado adquiere un conjunto de atributos o capacidades específicas -plasmadas como conocimientos, materialidad o *praxis*- que implican cierta potencialidad para lograr los objetivos buscados, desarrollar funciones, articular y reproducir las relaciones sociales, resolver problemas, definir y alcanzar los objetivos que se plantean (Bernazza y Longo, 2014; Oszlak, 2009). La reconstrucción de estas capacidades permite analizar las políticas de vacunas y vacunaciones de manera conjunta, y las capacidades y representaciones sobre el Estado que se movilizan.

Particularmente, la construcción de capacidades estatales en el sector salud requiere dar cuenta del desarrollo del sistema sanitario en sus distintos componentes básicos: prestación de servicios, personal sanitario, información, productos médicos, vacunas y tecnología, financiación, liderazgo y gobernanza (Eldon *et al.*, 2008). El fortalecimiento de todos estos componentes de manera integral permite generar capacidades en ámbitos como la contratación pública, la información sanitaria y la elaboración de políticas, así como las capacidades de gobernanza, es decir, la adquisición de capacidades de liderazgo e incentivos, política estratégica, supervisión y regulación (Eldon *et al.*, 2008). Esto resulta clave para la construcción de un Estado fuerte en materia sanitaria, orientado tanto a asegurar la equidad en la producción, distribución y acceso a los recursos esenciales para mantener la vida y la salud de la población (Gómez Arias, 2022) como a sistemas de salud preparados para hacerlo ante escenarios de emergencia.

Este artículo argumenta que la estrategia de aprovisionamiento y vacunación argentina se enmarcó en una cultura sanitaria de accesibilidad y confianza en las vacunas, importantes capacidades preexistentes acumuladas (industriales, regulatorias, investigación clínica, logística sanitaria, ciencias biomédicas), y especialmente un proceso inédito de realineación y coordinación de estas capacidades en clave “misión-orientada” para enfrentar la pandemia. A pesar de la severa crisis socio-económica y una falta de recursos crónica, el Estado argentino logró avanzar en el proceso de vacunación gracias a un enfoque pragmático que condujo a múltiples negociaciones con actores y proveedores globales de salud, posibilitado por sus capacidades preexistentes, profundizadas durante la emergencia sanitaria.

Con esta finalidad, se reconstruyen las políticas y capacidades relativas a las vacunas (estrategias de adquisición, manufactura propia y e I+D local en vacunas). Luego se sistematiza el proceso de vacunación, desde el diseño del Plan Estratégico de Inmunización hasta los inicios y las dificultades de la vacunación contra COVID-19. La siguiente sección aborda la discusión en tres ejes: la gobernanza de las vacunas en el escenario nacional, el fortalecimiento de las capacidades del sistema sanitario y del sistema científico e industrial en salud. A continuación, se presentan las conclusiones del trabajo; se espera que la evidencia empírica recabada y sistematizada sirva como base para la toma de decisiones estatales basadas en evidencia, así como para la articulación con distintos grupos de actores con distintos intereses en materia de desarrollo y producción de vacunas y tecnologías sanitarias de cara a la pospandemia.

1. Vacunas

1.1. Aprovisionamiento

Con el anuncio de los primeros candidatos vacunales a nivel global, durante el último trimestre de 2020 el Ministerio de Salud comenzó negociaciones simultáneas con diversos proveedores de vacunas, generando acuerdos con siete empresas o instituciones. Luego de algunos desacuerdos en cuanto a los términos de adquisición con Pfizer-BioNTech, a pesar de que Argentina se convirtió en un sitio preferencial de ensayos clínicos para dicha vacuna (Thomas *et al.*, 2021), el 24 de diciembre de 2020 la vacuna Sputnik V, desarrollada por el Instituto Gamaleya de Rusia, se convirtió en la primera vacuna disponible en el país (Blanco, 2020b). La tecnología de Sputnik, similar a la utilizada por Oxford-AstraZeneca, se basaba en adenovirus modificados genéticamente para la expresión de la proteína espiga del SARS-CoV-2 (Jones y Roy, 2021).

Dos meses después del acuerdo con Gamaleya, se realizaron seis nuevos acuerdos para garantizar el acceso: con el Serum Institute of India (vacuna ChAdOx1 nCoV-19, primer arribo a Argentina el 17 de febrero de 2021), con el mecanismo COVAX (vacuna ChAdOx1 nCoV-19 Oxford-AstraZeneca, primer arribo: 28 de marzo de 2021) y con China (Sinopharm, primer arribo: 21 de abril de 2021; CanSino, primer arribo: 6 de agosto de 2021). Sin embargo, en abril de 2021, mientras que el gobierno argentino había comprado por adelantado 56 millones de dosis de diversas marcas, solo cinco millones habían llegado al país. La cantidad de dosis disponibles estuvo sujeta y limitada a la capacidad de producción de las compañías propietarias de las patentes y tecnologías para la producción de vacunas, así como a la distribución (inequitativa) a nivel mundial de dicho *stock* limitado de vacunas (Altindis, 2022). Esto puso de relieve las diferencias entre estos países y la periferia-semiperiferia, incluyendo a América Latina, en términos geopolíticos, así como la dependencia en el abastecimiento de vacunas en la cadena global de valor (Blinder, Zubeldía y Surtayeva, 2021). En este contexto surgieron nuevos actores entre los países en desarrollo, incluyendo a Argentina, cumpliendo tareas de las distintas etapas de la cadena de valor de vacunas y posicionándose a nivel mundial en la puja por la reducción de las asimetrías centro-periferia (Pananond y Cuervo-Cazurra, 2022).

1.2. Transferencia tecnológica y producción local

Uno de los primeros hitos en la carrera argentina por la adquisición de vacunas fue el anuncio, el 12 de agosto de 2020, de que AstraZeneca había firmado un acuerdo de transferencia de tecnología del principio activo de su vacuna (para entonces en fase 3 de estudios clínicos) con la empresa biofarmacéutica mAbxience, que integra el Grupo Insud y produce biosimilares (Ministerio de Salud, 2020a).

La iniciativa se enmarcó en un acuerdo negociado entre la Fundación Carlos Slim (México) con AstraZeneca, “para contribuir a la producción en Argentina y México y distribución sin beneficio económico en América Latina”. Este acuerdo se dio entre privados, con apoyo, pero sin intervención de los gobiernos nacionales argentino y mexicano (Fundación Carlos Slim, 2020; Beato Vassolo, 2021). El acuerdo, que incluía un monto de financiamiento no revelado por la fundación, estipulaba los términos para la transferencia de tecnología de Oxford-AstraZeneca para fabricar en Argentina entre 150 y 250 millones de dosis del principio activo, mientras que el laboratorio mexicano Liomont, parte del Grupo Carso (propiedad de Slim), realizaría el llenado y acabado de la vacuna en dicho país (Fundación Carlos Slim, 2020; Infobae, 2020a).³ El objetivo de AstraZeneca en esta etapa era aumentar la capacidad de fabricación a escala mundial para poder afrontar el desafío de triplicar la capacidad total de producción mundial de vacunas. La vacuna de Oxford-AstraZeneca presentaba algunas ventajas, entre ellas el menor costo por dosis (estimado en cuatro dólares), más accesibles a países latinoamericanos, contemplando las propias condiciones impuestas por la Universidad de Oxford de asequibilidad de la vacuna al asociarse a AstraZeneca. También presentaba una mayor facilidad para la logística de distribución, ya que requería condiciones de refrigeración convencionales (de 2 a 8°C), mientras que otras opciones disponibles, como las vacunas basadas en ARN mensajero (ARNm), requerían ultracongeladores a -80°C, escasamente disponibles en el país, especialmente en las zonas periurbanas y rurales. Además, este tipo de tecnología vacunal se caracterizaba por su facilidad para adaptarse a nuevas variantes y la generación de una potente respuesta inmune (Mendonça *et al.*, 2021).

41

Sin embargo, la vacuna fabricada por mAbxience-Liomont, esperada para comienzos de 2021, fue demorada por problemas de suministro de materias primas clave (Smink, 2021). Debido a las dificultades iniciales en Liomont por la escasez mundial de suministros de llenado, los procesos de formulación y llenado se llevaron a cabo en las instalaciones de AstraZeneca en Albuquerque, Nuevo México (Sigal, 2021). Así, aunque mAbxience envió a México los dos primeros lotes del principio activo de la vacuna, por más de seis millones de dosis cada uno, entre enero y febrero del 2021, el primer envío de la fabricación latinoamericana de la vacuna ChAdOx1 nCoV-19 llegó a Buenos Aires el 29 de mayo de 2021, en medio de la crisis de la variante Delta. Durante el 2021, mAbxience fabricó 210 millones de dosis para

3. Para entonces, Liomont se encontraba en una situación similar a mAbxience, habiendo finalizado la construcción de una planta para sus productos que se encontraba con capacidad ociosa cuando surgió la posibilidad del acuerdo con AstraZeneca (Blanco, 2022).

AstraZeneca, 22,5 de las cuales se enviaron a Argentina (10,7% de la fabricación de mAbxience) y el resto se distribuyó en otros países latinoamericanos. Con esto, la fabricación nacional cubrió el 75% del suministro acordado por AstraZeneca para el país y el 24,4% del requerimiento nacional para cubrir la totalidad de la población nacional con el esquema completo. En este escenario, a pesar del carácter crítico de las capacidades de manufactura local, la falta de gobernanza nacional sobre el proceso, generó que la distribución de las vacunas respondiera a los esquemas de suministro pautados por AstraZeneca con el gobierno nacional.

En febrero de 2021, el laboratorio Richmond firmó un memorándum de entendimiento con el Fondo Ruso de Inversión Directa (RDIF) para producir la vacuna Sputnik V contra el coronavirus en el país, desarrollo en el que participó el Hetero Labs (India), encargado de transferir la tecnología, con el cual Richmond poseía una alianza estratégica de varias décadas (Telam, 2021b, 26 de febrero). En este caso, el Instituto Gamaleya, abocado a la producción, suministró el principio activo, mientras que Richmond se encargó de las etapas finales de la cadena de valor de la vacuna (formulación, llenado y envasado). Como parte de este proyecto, Richmond decidió ampliar sus instalaciones de fabricación, creando una nueva planta biotecnológica con el apoyo de financiero de Hetero Labs. La fabricación local cobró relevancia tras la interrupción del suministro del primer componente de Sputnik V y -sobre todo- del segundo componente durante el segundo trimestre de 2021. Las primeras dosis de Sputnik V formuladas y envasadas por Richmond se entregaron el 11 de agosto de 2021, alcanzando los siete millones de dosis en abril de 2022, cuando el alivio de la pandemia frenó esta fabricación local. Si bien se asumía que el acuerdo no resolvía la emergencia sanitaria, sí apuntaba desde Richmond a ampliar las capacidades productivas en vacunas y biofarma de cara a futuras emergencias sanitarias, garantizando “un futuro de abastecimiento” (Telam, 2021b, 26 de febrero).

En el marco de la puja global, las vacunas RNAm de Estados Unidos, a pesar de la facilidad de aprobación por la armonización de las agencias regulatorias, fueron las últimas en estar disponibles en el país. Las primeras vacunas de Moderna llegaron por donación estadounidense el 17 de julio de 2021. Este arribo se dio en medio de los debates por la vacunación pediátrica (Decreto 431/2021, 2 de julio de 2021) y de una desaceleración de la tasa de vacunación contra el COVID-19 en Estados Unidos, a pesar del exceso de disponibilidad (CNN Español, 2021, 5 de mayo; Google Data, 2022). Las vacunas norteamericanas adquiridas por el Estado nacional comenzaron a llegar el 8 de septiembre de 2021 con los primeros lotes de Pfizer-BioNTech (aprobada en diciembre de 2020) y luego el 22 de diciembre de dicho año con las Moderna, tras su aprobación para uso pediátrico. Para esto último, el Banco Mundial otorgó al gobierno argentino un préstamo para la compra de 40 millones de dosis de vacunas (20 a Pfizer y 20 a Moderna) (Jefatura de Gabinete, 2021).

La **Tabla 1** sistematiza la información acerca de todas las vacunas que se aplicaron en Argentina, sus proveedores, la tecnología elegida, la fecha de aprobación regulatoria y de llegada a Argentina, la cantidad de dosis adquiridas, el monto gastado y los montos por dosis acordados.

Tabla 1. Sistematización de vacunas contra el COVID-19 que llegaron a la Argentina

Vacuna	Proveedor	Tecnología	Fecha de aprobación en Argentina	Primer arribo a Argentina	Dosis comprometidas	Dosis entregadas	Gasto	Precio por dosis	Efectividad
Sputnik V (Gam - COVID - Vac)	Instituto Gamaleya (Rusia)	Vector viral no replicativo	Dic. 24, 2020	Dic. 24, 2020	30.000.000	22.000.000 (compromiso de 30, 14,6 importadas de Rusia; 7,7 millón producidas por Laboratorios Richmond.)	223 millones de USD	9,95 USD	91,6%
ChAdOx1 nCoV - 19 vaccine (AZD1222)	Serum Institute (India) / Covishield AstraZeneca - Oxford (Reino Unido) AstraZeneca (mAbxience - Liomont)	Vector viral no replicativo Vector viral no replicativo Vector viral no replicativo	Feb. 9, 2021 Dic. 30, 2020 --	Feb.17, 2021 Marzo 2021 Mayo 29, 2021	26.000.000	(De las cuales: *22.5 fueron producidas por mAbxience; *580.000 por AstraZeneca - Covishield, Serum Institute; *3.000.000 por AstraZeneca, Reino Unido/ OMS/Covax; *2.200.000 donadas por España, Ago. - Oct. 2021; *800.000 donadas por México; *550.000 donadas por Canadá, Sept. 2021)	119 millones USD	4 USD	70%
Sinopharm	Instituto de Productos Biológicos de Beijing (China)	Virus Inactivado	Feb. 22, 2021	Abr. 21, 2021	30.000.000	32.000.000	340 millones de USD	Tanda I: 20 USD II: 15 USD III: 9 USD Covax: 5 USD	79.3%
Convidecia (Ad5-nCoV)	Instituto Biotecnológico de Beijing y CanSino Biologics Inc. (China)	Adenovirus no replicativo (vector viral tipo 5)	Jun. 10, 2021	Ago. 6, 2021	5.400.000	2.000.000	29 millones de USD	17 USD	65%
Spikevax Bivalent Spikevax® Original / Omicron BA.4/BA.5	Moderna (Estados Unidos / Moderna Suiza GmbH)	ARN mensajero	Oct. 4, 2021 (uso pediátrico)	Jul. 17, 2021 (donación de EE.UU) Dic. 22, 2021	40.000.000	21.000.000 (3.500.000, donadas por EE.UU)	338 millones de USD	21.5 USD 12.25 USD (dosis pediátrica)	94%
Comirnaty (Pfizer-BioNTech COVID-19) Comirnaty Pediátrica Comirnaty Bivalente (Original/ Omicron BA.4-5)	Pfizer-BioNTech (Estados Unidos)	ARN mensajero	Dic. 20, 2020 Dic. 20, 2020	Sep. 8, 2021 Sep. 8, 2021	40.000.000	24.000.000	292 millones de USD	12 USD	95%

Fuente: elaboración propia.

1.3. Desarrollo de vacunas nacionales

De forma paralela a estos procesos, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCYT) y la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (Agencia I+D+i) dieron lugar a un nuevo conjunto de instrumentos para financiar desarrollos de I+D que permitieran hacer frente a la crisis sanitaria, desde la sustitución de importaciones de insumos médicos (*kits* de diagnóstico, mascarillas basadas en nanotecnología y respiradores), modelos para una mejor vigilancia epidemiológica, hasta nuevas vacunas o tratamientos.

La creación de la Unidad COVID-19, en marzo de 2020, se convirtió en una iniciativa sin precedentes que reunió al MINCYT, el CONICET, la Agencia I+D+i, los ministerios de salud e industria para coordinar las capacidades de CTI para el diagnóstico y la I+D (Bortz y Gázquez, 2020). Desde abril de 2020, se lanzaron instrumentos de política en forma de fondos competitivos. Entre ellos, la Convocatoria IP COVID (abril de 2020) dio lugar a algunas de las primeras ideas-proyecto para vacunas nacionales. Especialmente para vacunas contra el COVID-19, desde el Fondo Argentino Sectorial (Agencia I+D+i) se generaron fondos para apoyar ensayos in vivo (abril de 2021). Para diciembre de 2022, Argentina presentaba seis desarrollos endógenos de vacunas que se sumaron a las capacidades de transferencia tecnológica y fabricación que resultaron críticas en 2021. Las candidatas nacionales fueron: la ARVAC “Cecilia Grierson”, desarrollada por el Instituto de Investigaciones Biotecnológicas de la Universidad Nacional de San Martín (IIB-UNSAM) y la empresa (bio)farmacéutica Laboratorio Pablo Cassará; CoroVaxG.3, desarrollada por la Fundación Instituto Leloir, el CONICET y la start-up Vaxinz; la Argenvac221, desarrollada por un equipo del CONICET y la Universidad Nacional de La Plata (UNLP); la S-Vac, desde el Instituto de Biotecnología y Biología Molecular de la UNLP; la vacuna del INTA, desarrollada desde el Laboratorio de Nanomedicina Veterinaria del INTA Bariloche junto con Laboratorios Bagó; y la vacuna de Santa Fe, desarrollada por CONICET, la Universidad del Litoral, Cellargen Biotech SRL and Biotecnofe S.A. (Santa Fe).

Entre los desarrollos locales, la candidata ARVAC fue la que tuvo mayor grado de avance. En marzo de 2022 comenzó la fase 1 de estudios clínicos (MINCYT, 2022, 31 de marzo), reclutando al último paciente de la fase 3 en agosto de 2023 (Telam, 2023, 31 de agosto) y convirtiéndose en la primera vacuna preventiva para enfermedades infecciosas diseñada y desarrollada íntegramente en Argentina. La vacuna se basa en una tecnología de proteínas recombinantes análoga a las vacunas contra la Hepatitis B y el VPH, ambas con capacidades de fabricación en el país (la primera, en el propio Laboratorio Cassará) e incluidas en el Calendario Nacional de Vacunación. Los investigadores describieron esta tecnología como “segura y tradicional”. La elección de la tecnología, con extensa trayectoria, apuntaba a una mayor celeridad en la aprobación por parte de la ANMAT. El diseño se orientó a cumplir con los criterios de vacunación pediátrica y se posicionó como la candidata ideal para las dosis de refuerzo en la Argentina, ya que protege contra las variantes de circulación local, comparadas con respecto las vacunas extranjeras utilizadas actualmente como refuerzo (Pasquevich *et al.*, 2023). Finalmente, el 25 de septiembre y el 17 de octubre de 2023 la ANMAT aprobó la inscripción en el Registro de Especialidades Medicinales de la vacuna ARVAC en sus modalidades mono y bivalente (Disp. 8078/23 y Disp. 8604/23, respectivamente).

Tabla 2. Desarrollo y manufactura de vacunas contra el COVID-19 en Argentina

Vacuna	Institución	Tecnología	Estado de desarrollo	Financiamiento
Desarrollo vacunal				
ARVAC "Cecilia Grierson"	IIB-Universidad de San Martín, CONICET, Laboratorio Pablo Cassarà (Buenos Aires) Investigadora responsable: Juliana Cassataro Apoyo: Fundación Pablo Cassarà, Centro de Medicina Comparada de la Universidad Nacional del Litoral (CMC UNL), INBIRS-UBA y CEMIC	Tecnología de proteínas recombinantes (análoga a las vacunas contra la hepatitis B y el VPH). Esta tecnología fue calificada por los investigadores como "segura y tradicional", esperando una aprobación más rápida por parte de la ANMAT. Diseñada también para cumplir con los criterios de vacunación pediátrica y posicionada como la candidata ideal para dosis de refuerzo.	Ensayos clínicos completados (Fases 1 a 3) (2023). Aprobación de ANMAT (Sept./Oct. 2023)	Estudios preclínicos: Agencia de I+D+i Desarrollo, escalado industrial y ensayos clínicos: Laboratorio Pablo Cassarà y Agencia de I+D+i
CoroVaxG.3	Fundación Instituto Leloir, CONICET, Vaxinz Investigador responsable: Osvaldo Podhajcer Apoyo: ANLIS-Malbrán; Centro de Medicina Comparada de la Universidad del Litoral - CONICET; mAbxscience y Sinergium Biotech	Fórmula monodosis, basada en vectores de adenovirus humano (Similar a Spuntik V). Se adapta a los países de América Latina, ya que es una sola dosis, reduciendo los costos logísticos y de aplicación.	Ensayos preclínicos	Agencia I+D+i
Argenvac22 1	CONICET y Universidad Nacional de La Plata. Instituto de Investigaciones Fisicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA - UNLP/CONICET) y el Instituto de Estudios Inmunológicos y Fisiopatológicos (IIFP - UNLP/CONICET/CIC) Investigador responsable: Guillermo Docena	Nanopartículas con fracciones proteicas del SARS-CoV-2.	Ensayos preclínicos	Agencia I+D+i
S-Vac	IBBM - Universidad Nacional de La Plata (UNLP) - VacSal Investigadora responsable: Daniela Hozbor	La plataforma sobre la que se desarrolla la vacuna es la proteína trimérica glicosilada entera Spike de diferentes variantes de SARS-CoV-2 2 (vacuna proteica), expresada en células de mamífero	Ensayos preclínicos	Agencia I+D+i
S-Vac	IBBM - Universidad Nacional de La Plata (UNLP) - VacSal Investigadora responsable: Daniela Hozbor	La plataforma sobre la que se desarrolla la vacuna es la proteína trimérica glicosilada entera Spike de diferentes variantes de SARS-CoV-2 (vacuna proteica), expresada en células de mamífero más un adyuvante comercial aprobado por ANMAT.	Ensayos preclínicos	Agencia I+D+i
Vacuna del INTA	Laboratorio de Nanomedicinas Veterinarias del, INTA Bariloche, Laboratorios Bago Investigador responsable: Sebastián Pappalardo	Utiliza como vehículo un gen que codifica una porción de la proteína Spike del SARS- CoV-2 que activa la respuesta inmune del organismo. Basado en una tecnología patentada en 2018 por el INTA Bariloche que generó inmunidad frente al coronavirus en ratones.	Ensayos preclínicos	Laboratorios Bago e INTA
Vacuna Santa Fe	CONICET, Universidad del Litoral, Cellargen Biotech SRL y Biotechnolfe SA (Santa Fe) Investigador responsable: Claudio Prieto	Su fórmula se basa en proteínas recombinantes, más estables y menos dependientes de la cadena de frío. Esto las hace más baratas y fáciles de producir y distribuir. Basada en una plataforma tecnológica ya instalada en Santa Fe para investigar partículas similares a virus (VLP).	Ensayos preclínicos	Agencia I+D+i
Manufactura local de vacunas				
Covishield	mAbxience y Liomont (Mexico) (transferencia tecnológica de AstraZeneca)	Producción del IFA	22,5 millones distribuidas en Argentina (210 millones fabricadas) (Esteban, 2022; Blanco, 2022)	Grupo Insud
Sputnik V	Laboratorios Richmond (acuerdo con el Instituto Gamaleya)	Formulación del IFA importado de Rusia.	7,7-9 millones de dosis (según Esteban, 2022; Ministerio de Salud, 2022, 24 de junio; Ámbito Financiero, 2022, 23 de septiembre)	Laboratorios Richmond, Ministerio de Desarrollo Productivo (FONDEP), inversión privada (Comisión de Valor Nacional)

Fuente: elaboración propia (tabla actualizada a octubre de 2023).

2. Vacunación

2.1. El Plan Estratégico de Inmunización contra el COVID-19

La gobernanza del proceso de vacunación se convirtió en una cuestión de Estado, liderado por el gobierno nacional y coordinado por el Ministerio de Salud. La toma de decisiones incluyó a otros sectores gubernamentales y a representantes de las 24 jurisdicciones federales a través del Consejo Federal de Salud (COFESA), que pasó a ser responsable de la planificación e implementación de la estrategia de vacunación siguiendo los lineamientos nacionales acordados (planificación por componente, organización, ejecución, registro y seguimiento). Expertos de sociedades científicas afines se reunieron en la Comisión Nacional de Inmunización (CoNaIn), que emitió recomendaciones no vinculantes basadas en la evidencia científica disponible, aportando legitimidad a través de voces científicas autorizadas a esta toma de decisiones (Comisión Técnica Asesora de Salud, 2020).

La estrategia de inmunización planificada por el Ministerio de Salud incluía una serie de medidas para llevar a cabo la campaña de vacunación, las cuales se debatieron conjuntamente con la CoNaIn, teniendo en cuenta dos posibles escenarios. El primero preveía el inicio de la campaña en diciembre de 2020, con 16 millones de dosis de vacunas Sputnik V y Pfizer, seguidas de diez millones de dosis de Sputnik V en enero, y dos millones de dosis de Pfizer en febrero de 2021. El segundo escenario, menos optimista, preveía la adquisición de 20 millones de dosis de Sputnik V en enero de 2021, seguidas de 1,5 millones de dosis de Pfizer en febrero de 2021. En ambos casos, las vacunas de AstraZeneca (mediante adquisición directa a la empresa, y a través de COVAX) se esperaban para marzo o abril de 2021 (Burton *et al.*, 2023).

La estrategia de inmunización también contemplaba un enfoque territorial, teniendo en cuenta las condiciones locales de cada territorio, la gestión eficiente de los recursos financieros, los procesos de capacitación, la adecuación y adaptación de los recursos humanos y físicos, y el enfoque en el cumplimiento de los protocolos. Por último, la estrategia fue objeto de seguimiento, supervisión y evaluación, lo cual requirió procesos de aprendizaje y movilización de capacidades, dado que se pretendía llevar a cabo una campaña de vacunación un 130% por encima de los niveles de vacunación por campaña alguna vez desplegados en el país (Comisión Técnica Asesora de Salud, 2020). La perplejidad y el temor social fueron condiciones de posibilidad para un liderazgo con negociación política, situación favorable para un gobierno recién llegado que, a pesar de contar con recursos técnicos calificados que contribuirían a la toma de decisiones, tenía pocos recursos de poder político propios (Andrenacci, 2023). A ello se sumaba la necesidad de coordinación gubernamental multinivel en un estado federal (en el que la mayoría del presupuesto y capacidades es retenido por las provincias) y con actores clave en el marco de un escenario de severa restricción económica estatal. Hay que destacar, además, que la estrategia de vacunación se contempló en un contexto de triple crisis global: i) de demanda, en la que todos los países demandaban los mismos productos (vacunas, barbijos, respiradores, suministros); ii) de suministro, en la cual las capacidades industriales eran insuficientes para abastecer dicha demanda; y iii) una escalada de precios sin precedentes, agravada también por las dificultades de transporte internacional.

Además, a nivel local, no existían sistemas de almacenamiento y logística que pudieran soportar temperaturas muy bajas para las vacunas que así lo requerían, teniendo en cuenta el vasto territorio nacional para su distribución.

En diciembre de 2020, ante la inminente llegada de las primeras vacunas, el Ministerio de Salud publicó el Plan Estratégico de Vacunación contra el COVID-19 en Argentina (Ministerio de Salud, 2020b). El mismo tuvo como lineamiento principal garantizar la disponibilidad de vacunas en todo el territorio nacional para cubrir a toda la población objetivo de manera gratuita y equitativa. La vacunación fue voluntaria, requiriendo que cada ciudadano se inscribiera en el registro de vacunación de su jurisdicción. La fuerte cultura provacunación en Argentina se plasmó en un 90% de intención positiva hacia la vacunación contra el COVID-19 y a altas expectativas de su llegada a tiempo (Fundación Bunge & Born, 2021), en un escenario donde la disponibilidad de vacunas se hizo más difícil de lo esperado.

Frente a la disponibilidad gradual de dosis de vacunas, el Plan Estratégico de Vacunación estipulaba un orden de prioridad de los grupos poblacionales a vacunar, basado en varios criterios: el riesgo de exposición, el riesgo de desarrollar complicaciones severas y muerte, y la mitigación del impacto del COVID-19 sobre las actividades socioeconómicas y la población vulnerable. El plan especificó que este diseño debía seguir los principios bioéticos de igualdad y dignidad de derechos, equidad, beneficio social y reciprocidad, y basarse en la disponibilidad de vacunas (Ministerio de Salud, 2020b). La prioridad se estableció de la siguiente manera: i) personal sanitario (escalonado en función del riesgo de exposición); ii) adultos mayores de 70 años y ancianos que vivieran en residencias; iii) adultos de 60 a 69 años; iv) fuerzas de seguridad; v) adultos de 18 a 59 años con comorbilidades; vi) trabajadores de la enseñanza; y vii) otros. Se dispuso un avance desde las principales aglomeraciones urbanas a zonas menos pobladas, para disminuir las tasas de transmisión. La operación estimó inicialmente 55 millones de dosis a cubrir, 23-24 millones de personas (52% de la población) que correspondían a estos grupos de riesgo (Ministerio de Salud, 2020b).

Esta respuesta coordinada se basó en parte en la capacidad de vacunación distribuida territorialmente para el Programa Nacional de Inmunización, pero la magnitud de la empresa de vacunación requirió un operativo sustancialmente superior. Esto incluía: i) recursos presupuestales para insumos y -especialmente- adquisición de equipos, congeladores y ultracongeladores; logística y recursos humanos para el manejo adecuado de las diversas alternativas vacunales en todo el territorio nacional (alrededor de 53 millones de USD); ii) construcción de capacidades y equipos de personal para la aplicación de vacunas (36.000 personas) y personal de apoyo (registradores, orientación, seguimientos, manejo logístico de vacunas, control de *stock* de las diversas vacunas, etc.); iii) servicios web para el registro y seguimiento nacional y provincial; iv) acondicionamiento de 7749 puntos de vacunación, incluyendo instalaciones educativas, centros de jubilados, clubes deportivos, establecimientos religiosos, entre otros, para su utilización como vacunatorios, siguiendo protocolos de distanciamiento social y gestión de residuos; v) logística en todo el país para la distribución de vacunas, incluyendo la custodia de las fuerzas de seguridad, para llegar al área metropolitana en 12 horas y a las capitales provinciales en 24 horas,

para luego ser distribuidas por las provincias en sus territorios (Ministerio de Salud, 2020b; Página 12, 2020).

2.2. El comienzo de la campaña de vacunación

La campaña de vacunación comenzó el 29 de diciembre de 2020, luego de recibir la primera partida de 3000 dosis de Sputnik V. Siguiendo los criterios anteriores, éstas fueron asignadas a los trabajadores críticos de la salud de las 24 jurisdicciones. La aerolínea de bandera del país, Aerolíneas Argentinas, transportó estas vacunas, como muchos otros lotes en los meses que siguieron, dando al operativo un sentido de orgullo nacional (Página 12, 2020). En los primeros dos meses de la campaña, los cuestionamientos sobre la credibilidad de la vacuna Sputnik V dieron lugar desde el gobierno a una campaña de vacunación de algunas figuras públicas, intentando generar confianza y apaciguar las controversias sobre la seguridad y eficacia de la vacuna (Infobae, 2020b, 2020c). Una filtración de que algunas personas influyentes accedieron a vacunarse a comienzos de 2021 por fuera del protocolo provocó un escándalo que culminó con la renuncia del ministro de Salud y su reemplazo por la viceministra, quien comandó la campaña de vacunación en su conjunto (Telam, 2021a, 19 de febrero). En ese mismo mes, la publicación del artículo de *The Lancet* sobre la seguridad y eficacia de la vacuna Sputnik V ejerció de efecto demostración que permitió cerrar las controversias públicas al respecto (Logunov *et al.*, 2021). Para entonces, no habían arribado las vacunas de Pfizer contempladas en el escenario original, cubriendo un rol clave las vacunas generadas en países en desarrollo, y luego la AstraZeneca. A partir del 9 de febrero comenzaron a arribar las dosis de AZD1222 fabricadas en el Serum Institute de India, seguidas de aquellas producidas en Reino Unido (marzo de 2021) y las Sinopharm (abril de 2021). Desde enero de 2021, la campaña de vacunación avanzó en forma gradual pero sostenida: personal de salud de alta exposición (desde el 29 de diciembre de 2020); personal de salud en hogares de ancianos (desde enero de 2021); ancianos mayores de 80 años (desde febrero de 2021) y mayores de 75 años (desde abril de 2021); fuerzas de seguridad (desde marzo de 2021); adultos con comorbilidades (desde marzo de 2021); trabajadores de la educación (desde marzo de 2021); adultos mayores de 60 años (mayo de 2021).

En medio de un sistema de salud tensionado y un profundo agotamiento social, la esperada llegada de las vacunas mAbxience-Liomont ChAdOx1 nCoV-19 y CanSino ayudó a acelerar la vacunación entre estos grupos, comenzando la vacunación de adultos de 18 a 59 años sin comorbilidades entre junio y agosto de 2021, dependiendo de la jurisdicción. En agosto de 2021, se estaban aplicando siete vacunas: Sputnik V (de Gamaleya y Richmond), ChAdOx1 nCoV-19 (versiones de Reino Unido, Covishield-India y mAbxience-Liomont), Sinopharm y CanSino. Las demandas de vacunación pediátrica, en pleno pico Delta, también propiciaron la llegada de las primeras donaciones de Moderna el 17 de julio. Tras la aprobación de la Agencia Europea de Medicamentos (EMA) para su uso en personas de 12 a 17 años, la vacunación de este grupo etario comenzó el 3 de agosto en las 24 jurisdicciones nacionales utilizando las vacunas Moderna donadas por los Estados Unidos (Ministerio de Salud, 2021, 28 de julio). El 12 de octubre de 2021, luego de la aprobación por parte de la ANMAT del uso de la vacuna Sinopharm entre niños de 3 a 11 años, comenzó la vacunación también en ese grupo (Ministerio de Educación, 2021, 1 de octubre). En el segundo semestre

de 2021, la emergencia pareció estar nuevamente bajo control, ya que la campaña de vacunación hizo retroceder los niveles de contagio y de internación de urgencia (Andreanacci, 2023).

2.3. Dificultades en la campaña de vacunación

A pesar de los avances en la vacunación en el primer semestre de 2021, la “segunda ola” de COVID-19 se recibió con gran inquietud, especialmente con la aparición de la variante Delta del SARS-CoV-2 en mayo-junio de 2021. La gradualidad del inicio de la vacunación, efecto de un pausado arribo de las primeras vacunas, agravó el impacto de la variante Delta en el primer semestre de 2021. Ésta fue altamente infecciosa entre la población adulta, buena parte aún no vacunada, desarrollando en muchos casos cuadros graves y complicaciones por la enfermedad. Mayo y junio de 2021 presentaron récords en contagios y muertes diarias (hasta 32.000 contagios diarios, 674 muertes en un día). El 20 de mayo de 2021, Argentina se presentó como uno de los países más golpeados por la pandemia, llegando a liderar ese día el máximo de decesos (16,46 muertes por millón de habitantes) (Our World in Data, 2021; Infobae, 2021, 20 de mayo).⁴ Al 30 de junio de 2021 totalizaba un total de 4,5 millones de casos confirmados y 94.304 muertes por COVID-19, triplicando las cifras previas a la vacunación (diciembre de 2020), y superando el umbral de 100.000 fallecidos en julio de 2021.

Los retrasos en el suministro de ciertas vacunas, en particular la Sputnik V, llevaron a plantear el estudio clínico para la administración de esquemas heterólogos en adultos, combinando la primera dosis de Sputnik V con las vacunas AstraZeneca y Moderna como segunda dosis, disponibles para su inmediata aplicación. En ese momento, las pruebas y evidencia eran limitadas. Algunos países aplicaron esquemas mix and match para el COVID-19 y desarrollaron directrices de intercambiabilidad, basadas en experiencias previas para otras enfermedades (Ekin, 2021; GAVI, 2021, 28 de mayo). En Argentina, entre julio y agosto de 2021, un equipo interdisciplinario, integrado por investigadores diversas universidades y centros y coordinado por el Ministerio de Salud, evaluó en 1314 voluntarios la seguridad y funcionalidad de los anticuerpos específicos contra el SARS-CoV-2 generados por 15 combinaciones de vacunas y la respuesta inmune celular. Basándose en los resultados provisionales, el 4 de agosto de 2021, el Ministerio de Salud anunció la aplicación de esquemas heterólogos (Sputnik V y AstraZeneca o Moderna, y AstraZeneca y Moderna). Estos resultados se dieron a conocer el 19 de agosto de 2021 (MINCYT, 2021), luego publicados en Pascuale *et al.* (2022). A nivel internacional, las recomendaciones iban cambiando en la medida que avanzaba la recolección de evidencia. El 13 de agosto de ese año, la declaración preliminar de la OMS-OPS afirmaba la existencia de “estudios alentadores sobre esquemas heterólogos”, pero que requerían “una interpretación cautelosa dado el tamaño limitado de la muestra y la falta de seguimiento”, recomendando los

49

4. Para el 31 de diciembre de 2022, Argentina era el 12° país en cantidad de muertes totales por COVID-19 desde el inicio de la pandemia. Asimismo, las estadísticas vitales de 2021 dieron un índice de exceso de mortalidad (metodología que compara el número total de muertes esperadas con las muertes efectivas) en Argentina del 26,3% para 2021, el cual se ubicó por detrás de otros países de la región Brasil (34,3%), Ecuador (35,3%), México (42,6%), Colombia (44,2%), Paraguay (55,2%), Bolivia (57,9%) y Perú (60,9%) (Ministerio de Salud, 2023, 14 de marzo).

esquemas heterólogos si “los beneficios superan los riesgos”, particularmente en los casos de falta de disponibilidad de una segunda dosis de la misma vacuna (OMS-OPS, 2021, 25 de agosto). Luego, en diciembre de 2021 la organización avaló la seguridad de estos esquemas (OMS, 2021, 16 de diciembre).

La **Tabla 3** muestra la gradualidad de la campaña de vacunación durante el primer trimestre de 2021, con una llegada inicial de vacunas a cuentagotas, teniendo solo un 7,4% totalmente vacunado y un 1,5% parcialmente vacunado en marzo,⁵ y su intensificación durante el segundo trimestre de ese año, alcanzando 65,3% y 44,3%, respectivamente, en septiembre de 2021. Si bien la Sputnik V y la Covishield (Serum Institute India) fueron claves para vacunar a los primeros grupos prioritarios, la llegada de las vacunas de AstraZeneca-mAbxience y las de Sinopharm marcaron un giro durante ese segundo trimestre, donde algunas semanas se alcanzaron picos de 400.000 a 500.000 solicitudes de vacunas (Ministerio de Salud, 2023a). Para diciembre de 2021, la llegada de las vacunas RNAm (Moderna y Pfizer), en parte donadas y en parte adquiridas con un préstamo del Banco Mundial durante el último trimestre del año, ayudó a alcanzar un 84,3% de población parcialmente inmunizada y un 86% totalmente inmunizada con un esquema de dos dosis. Para diciembre de 2022, solo el 75,8% de población estaba vacunada con esquema completo de tres dosis. Cierta “fatiga vacunatoria” y la levedad de los cuadros en años posteriores tendió a disminuir la percepción de riesgo y el interés en las vacunas. Para agosto de 2023, solo el 18,3% de la población había obtenido una cuarta y 5% una quinta dosis.

50

Tabla 3. Avance de la campaña de vacunación contra el COVID-19 en Argentina

Fecha	Dosis administradas	Parcialmente vacunados	% parcialmente vacunados	Con esquema completo	% con esquema completo	Dosis por población
Feb. 2021	409.466	289.573	0,63	119.830	0,26	0,01
Mar. 2021	4.103.789	3.399.096	7,38	704.591	1,53	0,09
Sep. 2021	52.771.364	30.069.964	65,31	20.388.010	44,28	1,15
Dic. 2021	78.305.842	38.824.066	84,32	39.779.251	86,39	1,70
Dic. 2022	112.898.202	41.426.840	89,97	34.801.527	75,58	2,45
Ago. 2023	116.058.221	41.180.811	89,44	38.079.010	82,70	2,52

Fuente: elaboración propia con base en Our World in Data (2023) y Rodillo (2023). Tasas estimadas en base a 46.044.703 habitantes (Censo Nacional, 2022).

5. A modo de referencia, para el 31 de marzo de 2021, los Estados Unidos contaban con 32% de la población al menos con una dosis y 15% con esquema completo; Reino Unido con 46,5% y 7,2%; España con 21% y 15% respectivamente. Chile, aunque inicialmente con vacunas de menor nivel de efectividad (Sinovac), tenía para la misma fecha 35% parcialmente, y 19,5% con esquema completo. Otros países latinoamericanos como Uruguay, Brasil o México presentaban para la misma época tasas a la zaga de los países mencionados: Uruguay más avanzado, con 18% y 1,5% completamente vacunados; Brasil, con 8,4% parcialmente y 2,3% completamente vacunados; México a la zaga, con 4,8% y 0,7% respectivamente.

3. Discusión

3.1. Gobernanza de las vacunas en el escenario nacional

Desde el comienzo de la pandemia, las vacunas contra el COVID-19 se convirtieron en el centro de un acuciante desafío científico e industrial en medio de una carrera mundial por resolver la crisis sanitaria y lograr la captura del mercado (Balawejder *et al.*, 2021; Zhang, 2021). Así, las vacunas se convirtieron en artefactos políticos altamente controvertidos (Winner, 2008), embebiendo y convirtiéndose en emblemas de opciones políticas (Joerges, 1999). Particularmente en Argentina, en un escenario político polarizado, las vacunas en sí mismas no fueron objeto de cuestionamientos, enmarcadas en una larga tradición de confianza en la vacunación (90%) y en la ciencia como institución (Fundación Bunge & Born, 2021; Bracco y Porta, 2022).

Por el lado de la demanda, en medio de la puja mundial por el acceso a las vacunas, los gobiernos intentaron asegurarse dosis de productos que aún no estaban disponibles. La negociación entre el gobierno argentino con diversos proveedores de vacunas estuvo marcada no solo por la escasez mundial, sino también por la necesidad de pagar por adelantado estos productos en un contexto de severas restricciones económicas, y una legislación de administración pública que prohíbe las compras públicas de tal magnitud por adelantado, en moneda extranjera y por fuera de los esquemas licitatorios.

En noviembre de 2020, el Congreso Nacional sancionó la Ley 27.573, que declaró de interés público la investigación, desarrollo, fabricación y adquisición de vacunas para generar inmunidad contra el COVID-19 (Art. 1). Presentada por el oficialismo y avalada por la oposición, la ley permitió regular varios aspectos para la adquisición de vacunas: designó al Ministerio de Salud como autoridad principal para la adquisición de vacunas y la negociación de contratos (Art. 2) y habilitó autorizaciones de emergencia por parte de la ANMAT a vacunas con la documentación probatoria correspondiente respecto a su seguridad y eficacia. Esto confirió rango de ley al Decreto Presidencial 260/20 (marzo de 2020), que delegó en el Ministerio de Salud la autoridad para aplicar decisiones administrativas sanitarias estratégicas en el contexto de la pandemia. También estipuló la controvertida cláusula de prórroga de jurisdicción a favor de tribunales judiciales extranjeros, la posibilidad de pagar las vacunas por adelantado y fuera de los esquemas tradicionales de licitación, impuesta como condición de venta por los proveedores de vacunas, cláusulas de indemnidad respecto a reclamos y demandas contra las vacunas adquiridas, y exenciones tributarias sobre la compra de vacunas (da Fonseca, Shadlen y Bastos, 2021).

El flujo inicial de llegada de vacunas en enero de 2021 se produjo en medio de un contexto social dramático. Durante 2020, tras el bloqueo y la crisis sanitaria, el país contabilizaba un 42% de pobreza, llegando al 51% en el Gran Buenos Aires, y un 10,5% de indigentes (INDEC, 2020), mostrando un aumento del 35,5% de pobreza y el 8% de indigencia desde 2019. Esto se sumó a un sistema de salud tensionado, trabajadores de la salud agotados (Richaud *et al.*, 2022), una pérdida significativa de

confianza en el gobierno (UTDT, 2020, 2021)⁶ y una progresiva dilución del sentido de unidad social que caracterizó el inicio de la pandemia con el resurgimiento del clivaje político (Bracco y Porta, 2022). En ese escenario, “traer las vacunas a casa” se convirtió en una búsqueda nacional que apelaba a la autoridad del país como Estado soberano para asegurar la salud de sus ciudadanos como un derecho social, tal como se mostraba en las imágenes de los lotes de vacunas traídos por la aerolínea de bandera Aerolíneas Argentinas (Perfil, 2020, 22 de diciembre; Ministerio de Salud, 2020c). A medida que las vacunas comenzaron a llegar, la implementación del Plan Estratégico de Vacunación comenzó a desplegarse. Sin embargo, aunque las vacunas en sí mismas no fueron cuestionadas, en cuál vacuna se iba a confiar sí trascendió como controversia pública -alentada desde lo mediático y amplificada en redes sociales- y en un reflejo de las profundas divisiones políticas argentinas.

En medio de la confidencialidad de los contratos y los rumores de desacuerdos sobre los términos de adquisición de las vacunas de Pfizer-BioNTech, la elección de la tecnología Sputnik V se volvió objeto de cuestionamiento. La confianza en esta vacuna seleccionada también se vio teñida por una histórica desconfianza política en las acciones gubernamentales, por la desconfianza sobre la gestión del momento (UTDT, 2021), por parte de fuerzas y electorados opositores, y el empeoramiento de los indicadores socioeconómicos (Bracco y Porta, 2022). A nivel regulatorio, al no contar el Instituto Gamaleya con los datos solicitados por las autoridades sanitarias armonizadas internacionalmente, se generó una desconfianza sobre la seguridad y eficacia de la vacuna Sputnik V que se plasmó en los medios nacionales y en la oposición política. La ANMAT es considerada un referente mundial en vigilancia sanitaria, y converge a través de acuerdos de armonización con la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) y la Agencia Europea de Medicamentos (EMA). Previo a la aplicación de la vacuna, debía brindar su autorización para su utilización en el territorio nacional. Al estar el Instituto Gamaleya por fuera de los circuitos regulatorios estándar, en diciembre de 2020, una delegación conformada por autoridades del Ministerio de Salud y de ANMAT verificó las buenas prácticas de manufactura en las instalaciones de Gamaleya y autorizaron el uso de emergencia de la vacuna. La publicación en *The Lancet* de febrero de 2021 (Logunov *et al.*, 2021), declarando la seguridad y la eficacia del 91,6% de la vacuna, también supuso una clausura de la controversia pública (Mugica Díaz, 2021, 6 de febrero). Los debates Pfizer-Sputnik sobre la adquisición de la vacuna en el primer trimestre de 2021 se convirtieron en un significativo de los clivajes políticos argentinos (Lipset y Rokkan, 2008), embebiendo una división política confrontativa y conflictos de intereses identitarios que también implicaron visiones opuestas de lo que debería ser el alineamiento geopolítico de la Argentina (Bracco y Porta, 2022; Spólita *et al.*, 2022).

6. Según datos del Índice de Confianza en el Gobierno de la Universidad Torcuato Di Tella, mientras que en abril de 2020, con las primeras medidas de aislamiento preventivo para controlar la pandemia, el ICG llegó a 3,29/5, con un incremento de un 48% respecto al mes previo (UTDT, 2020), para octubre de 2020 era de 1,99 y para abril de 2021 de 1,73, marcando una caída interanual del 47% (UTDT, 2021). El ICG se presenta en una escala que varía entre un mínimo de 0 y un máximo de 5. Mide la evolución de la opinión pública respecto de la labor que desarrolla el gobierno nacional, buscando captar la evaluación general del gobierno, la percepción de si se gobierna pensando en el bien general o en el de sectores particulares, la eficiencia en la administración del gasto público, la percepción sobre la honestidad de los miembros del gobierno y la capacidad del gobierno para resolver los problemas del país.

3.2. Fortalecimiento de capacidades del sistema sanitario

El sector sanitario ha sido históricamente reacio al cambio debido a las grandes asimetrías de información, su fragmentación, los elevados riesgos financieros y sus complejas relaciones entre actores con intereses contrapuestos (Bali *et al.*, 2022). La pandemia del COVID-19 representó una oportunidad para transformar las políticas de salud pública. Aunque la respuesta a la pandemia estuvo fuertemente influenciada por las capacidades y limitaciones políticas y económicas, Argentina logró alinear y construir, en parte, estas capacidades para hacer frente a la campaña de vacunación.

La implementación de la vacunación en un país federal amplio y heterogéneo significó un gran desafío. El gobierno nacional mantuvo el rol rector, y a través del Ministerio de Salud, se encargó de establecer los criterios generales, la provisión y distribución de vacunas, jeringas y certificados. Sin embargo, el componente operativo de la campaña estuvo a cargo de cada jurisdicción (Ministerio de Salud, 2020b). La creación de capacidades para la aplicación de vacunas, la orientación, el reacondicionamiento de los puestos de vacunación, la logística para el almacenamiento, la distribución y la administración de vacunas en condiciones óptimas en 24 jurisdicciones, así como los servicios web para el registro y seguimiento, fueron los desafíos más críticos (Burton *et al.*, 2023).

Asimismo, el Ministerio de Salud implementó el Monitor Público de Vacunación, un proceso de estandarización del registro online de acceso gratuito que muestra en tiempo real la información de la campaña de inmunización (Ministerio de Salud, 2023a). Esta base de datos fue creada luego del escándalo por la filtración de la vacunación anticipada de personalidades influyentes, pasando por alto el protocolo del Plan Estratégico de Inmunización (Cravacuore, 2021). El gobierno nacional también intentó modernizar los sistemas de gestión a través del programa de salud digital, financiado por el International Development Research Center (IDRC) de Canadá. Este sistema no solo proporcionó datos en tiempo real para la vigilancia epidemiológica y el monitoreo a nivel nacional, sino que también permitió desarrollar fenotipos de virus y modelos predictivos para facilitar los procesos de toma de decisiones por parte de las autoridades sanitarias (Burton *et al.*, 2023). Para gestionar la comunicación con el público y canalizar la información sanitaria oficial -en medio de la continua afluencia de información no confiable-, la Jefatura de Gabinete acordó con Google y Facebook destacar primero la información oficial. El Ministerio de Salud también avanzó en plataformas de visualización de datos alojadas en el sitio argentina.gob.ar y en un chatbot oficial.

También se mejoraron las capacidades de los ensayos clínicos. Simultáneamente a la negociación de vacunas, la ANMAT autorizó estudios clínicos de fase 2 y 3 de varias vacunas en desarrollo (Janssen, septiembre de 2020; Pfizer-BioNtech, septiembre de 2020; Sinopharm, agosto de 2020), en función de las capacidades de investigación clínica. En 2021, en medio del retraso de la vacuna, las agencias públicas diseñaron e implementaron la evaluación de inmunogenicidad y seguridad de los esquemas de vacunación heteróloga contra el COVID-19 de acuerdo con la CoNaIn y los comités de expertos. Se realizaron ensayos clínicos en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, La Rioja, San Luis y Ciudad de Buenos Aires, evaluando combinaciones de

Sputnik V con AstraZeneca, Sputnik V con Sinopharm, Sputnik V con Moderna y el esquema homólogo de Sputnik V (primer y segundo componente) (Naciones Unidas, 2021). Esto fortaleció las capacidades para realizar ensayos clínicos a gran escala, así como la alineación de actores clave para este fin.

Estos cambios fueron acompañados de adecuaciones normativas. Esto va desde la sanción de la Ley N° 27.573, para dar un marco legal a la adquisición y distribución de vacunas fuera de los esquemas regulares de compras, generar resoluciones para la ejecución de acciones y utilización de fondos, y estandarización de los términos contractuales con los fabricantes de vacunas (Cravacuore, 2021), pero también para acelerar las aprobaciones regulatorias. Además, la emergencia sanitaria requirió adecuaciones administrativas y burocráticas en la ANMAT, así como el desarrollo de capacidades técnicas para agilizar los procesos de aprobación de vacunas.

3.3. Capacidades científicas e industriales para la soberanía sanitaria

La presión mundial por la adquisición de suministros médicos y la apuesta por la adquisición de vacunas mostraron la interdependencia y las debilidades del sistema sanitario, amenazando el derecho a la salud. El ideal de la “soberanía sanitaria” -la capacidad de las sociedades democráticas de asegurar la equidad en la producción, la distribución y el acceso a los recursos esenciales para mantener la vida y la salud de las poblaciones (Gómez Arias, 2022)- suele sustentarse en cuatro pilares: la organización y financiamiento de los prestadores de salud, la formación académica de los equipos de salud, la orientación de la investigación científica y tecnológica, y la producción de medicamentos y tecnología sanitaria (Fonseca, 2022).

El inicio de la pandemia mostró un realineamiento sin precedentes de actores y capacidades en una búsqueda “orientada por misión”, entendiendo el COVID-19 no solo como un desafío sanitario, sino también científico e industrial, intentando alcanzar la soberanía sanitaria a través de la autonomía tecnológica, lo que exigió formas novedosas de capacitación y colaboraciones. En este contexto, ciertas capacidades fueron clave: capacidad de adaptación y aprendizaje; capacidad de alinear los servicios públicos con las necesidades de los ciudadanos; capacidad de gobernar sistemas de producción resilientes; y capacidad de gobernar plataformas digitales y de datos. La coordinación interinstitucional -hasta entonces exigua- fue crítica, permitiendo entablar diálogos intersectoriales sin precedentes entre el sistema científico (MINCYT, Agencia I+D+i, CONICET, universidades), el sistema sanitario (Ministerio de Salud, ANMAT, ANLIS) y el sector productivo (el ex Ministerio de Desarrollo Productivo, empresas), entre otros.

Desde febrero de 2020, con los primeros anuncios del advenimiento de la pandemia, se apoyaron directamente varios proyectos de ciencia y tecnología para generar una preparación ante pandemias (Bortz y Gázquez, 2020). Desde abril se lanzaron rápidamente instrumentos de política en forma de fondos competitivos, entre ellos Convocatoria IP COVID (abril de 2020), se promovieron proyectos de escalamiento y preparación para la exportación de *kits* COVID-19 (agosto de 2020), se generaron *kits* COVID-19 basados en detección de antígenos (febrero de 2021), se dispuso

de los ya mencionados fondos específicos para apoyar ensayos in vivo de vacunas argentinas contra el COVID-19 (abril de 2021) y se fortaleció a *start-ups* del sector biofarmacéutico (noviembre de 2022).

En vacunas, este apoyo permitió la aparición de seis candidatos vacunales, cuatro de los cuales alcanzaron la fase de ensayos preclínicos. En septiembre de 2023, la vacuna ARVAC “Cecilia Grierson” se convirtió en el primer desarrollo vacunal íntegramente desarrollado en Argentina en completar las fases 1 a 3 de los ensayos clínicos y ser aprobada por ANMAT. La vacuna fue diseñada y será fabricada en Argentina, ya que el partner privado (Laboratorio Pablo Cassará) tiene la capacidad de producir el principio activo, formular y hacer el llenado y acabado de la vacuna en sus instalaciones. Su capacidad productiva se estima en 40 millones de dosis por año.

Desde el sector privado se reforzaron las capacidades locales de fabricación. El anuncio presidencial del acuerdo mAbxience-AstraZeneca para la transferencia de tecnología de fabricación local del principio activo de la vacuna, aun tratándose de un acuerdo entre privados, mostró el interés de la iniciativa en una búsqueda nacional de autonomía industrial y la posibilidad de acceder a esta vacuna más asequible a través de la participación con capacidad productiva. Esto movilizó tanto el ideal nacional de resiliencia como el acuciente desafío de adquirir vacunas con un tesoro nacional deficitario. La producción local de Sputnik V, acordada entre los Laboratorios Richmond y el Instituto Gamaleya en colaboración con la empresa india Hetero Labs, con la que Richmond tiene un historial de colaboración de 25 años, supuso nuevas capacidades de absorción, llenado y acabado de tecnología. Con la producción local de Sputnik V, el laboratorio Richmond comenzó la construcción de una nueva planta biotecnológica para la fabricación de vacunas y biosimilares, que tras entregar nueve millones de dosis se reorientó hacia otras enfermedades. Ambas farmacéuticas nacionales ampliaron su capacidad de producción de biológicos a través de su relación con nuevos actores. En 2022, la OMS y la OPS seleccionaron Sinergium Biotech, perteneciente al Grupo Insud, para convertirse en el centro de transferencia de tecnología y fabricación local de vacunas RNAm, lo que profundiza esta tendencia.

55

También se movilizaron las capacidades de fabricación estatales. Argentina se destaca por sus capacidades de producción pública de medicamentos (PPM) (Cuello, 2021). Desde una concepción de medicamentos y vacunas como bienes sociales que no deben estar sujetos a intereses del mercado (Santos, 2017), el Estado argentino posee una amplia trayectoria en el diseño y la implementación de políticas públicas para la promoción de PPM y vacunas (Zubeldía y Hurtado, 2019; Zelaya *et al.*, 2021). En 2021, se lanzó un relevamiento del sistema biofarmacéutico nacional para detectar distintos insumos que podrían fabricarse localmente, a través de una articulación entre el Ministerio de Economía, la Agencia Nacional de Laboratorios Públicos y la Agencia I+D+i que fortalece la fabricación pública de medicamentos e insumos médicos. Se aprobaron un total de 19 proyectos por una inversión total comprometida de 861.000 millones de pesos argentinos, incluyendo nuevas instalaciones públicas de fabricación de vacunas.

Conclusiones

El caso argentino muestra los desafíos de garantizar el suministro de vacunas y la vacunación en un país en vías de desarrollo caracterizado por una crisis socio-económica crónica, fuertes divisiones políticas y asimetrías que atraviesan su inmensidad territorial y requieren la coordinación dentro de las diferentes jurisdicciones del Estado federal. Con un inicio gradual, debido a su posición semiperiférica en la puja mundial para la adquisición de vacunas, Argentina fue capaz de suministrar y asegurar el acceso a la vacunación en gran medida gracias a varios tipos de capacidades significativas acumuladas. Desde el sector privado, se destacan las capacidades industriales para la producción de ingredientes activos, llenado y acabado y absorción de tecnología a través de acuerdos de transferencia de tecnología y las capacidades en aseguramiento de la calidad, en sintonía con estándares internacionales. Desde los sectores públicos sanitario y científico, se alinearon capacidades en investigación básica y clínica, testeando vacunas candidatas y esquemas heterólogos para suministrar evidencias de base para la toma de decisiones políticas, así como para garantizar el avance de los esquemas de vacunación en medio de retrasos en el suministro de vacunas.

Se presentan como críticas también las capacidades institucionales, construyéndose sobre comités preexistentes para coordinar horizontal (entre sectores) y verticalmente (entre las 24 jurisdicciones) la respuesta a la pandemia y la creación de nuevos espacios de asesoramiento experto *ad hoc* interdisciplinarios. Estos espacios, además, confirieron legitimidad a ciertas decisiones político-sanitarias, apelando a la autoridad de la ciencia aún en instancias de clivaje político partidario. Las importantes capacidades de I+D demostraron ser fundamentales tanto para apoyar la toma de decisiones durante la pandemia como para reforzar las capacidades de preparación ante una futura pandemia y en pos de una mayor autonomía sanitaria, en particular con el desarrollo de vacunas candidatas propias. Adicionalmente, fueron clave las capacidades políticas, por ejemplo, al aprobarse legislación para concentrar la gobernanza de la pandemia en el Ministerio de Salud (en una convergencia con escaso precedente entre el oficialismo y la oposición). Esto permitió también generar directrices políticas con las provincias y aplicar un conjunto de medidas para reforzar el sistema sanitario en su conjunto (desde respiradores, camas de hospital, diagnóstico, rastreo, seguimiento, estadísticas) en un país federal, con recursos escasos y servicios de salud descentralizados y fragmentados.

Las capacidades regulatorias también resultaron críticas: desde la agilidad en los procesos evaluación y aprobación de vacunas, pero sin resignar la calidad y rigurosidad de dichos procesos, hasta contar con una agencia sanitaria de referencia, con capacidad de inspeccionar y aprobar productos de uso médico bajo estándares internacionales de calidad, seguridad y eficacia. Esto -sumado a una sostenida legitimidad del ente regulador- permitió tanto aprobar y monitorear vacunas generadas en empresas por fuera de la órbita farmacéutica occidental como acompañar los proyectos de desarrollo y manufactura local.

A lo largo de este proceso, la visión nacionalista de “soberanía sanitaria” cobró resonancia como idea fuerza detrás de los diversos discursos y acciones: desde la legitimación de una estrategia pragmática de adquisición (acuerdos con firmas no

occidentales, el intento de esquemas heterólogos para avanzar con la inmunización a pesar de las demoras e incumplimiento de las entregas), la presentación de las capacidades industriales nacionales como cuestión de Estado (aun cuando fueran acuerdos entre privados, con escasa gobernanza desde el Estado) -críticas para acelerar la vacunación durante la crisis de la variante Delta y apoyar caminos autónomos de I+D- y la fabricación de vacunas hacia una “vacuna argentina”. En este proceso, las vacunas como artefactos con política operando a través de los procesos de vacunación como posibilitadores inscribieron en su diseño visiones de Estado y de las coaliciones globales de poder en las cuales se insertaron (por ejemplo, en su adecuación o inadecuación en relación con su conservación en frío, las plataformas tecnológicas consideradas más factibles o seguras versus económicamente más redituables, los contratos y la materialidad de tiempos y plazos). De manera simétrica, las vacunas embebieron distintas visiones de política, como emblema de la política del gobierno, como significantes de distintas visiones de lo que el país es o aspira a ser. Su carácter crítico en el medio de la emergencia sanitaria las volvió también un factor condicionante de las fluctuaciones en el contento o descontento frente a la administración gubernamental.

El caso plantea el desafío actual de aprender de la crisis para profundizar y ampliar la acumulación de capacidades, en términos amplios: empresariales, regulatorias, sanitarias, de asesoramiento experto, científicas y de articulación y coordinación, entre otras, de cara a fortalecer el sistema sanitario, reducir las asimetrías territoriales y generar sistemas integrados sanitarios, de CTI e industriales más resilientes.

57

Financiamiento

Este artículo se realizó con apoyo del PICT N° 432 “Nuevas agendas políticas en salud, ambiente y alimentación en Argentina: experticias, activismos, participación y políticas informadas en evidencia”, financiado por FONCyT-Agencia I+D+i (2022-2024). Parte del trabajo de campo contó con el apoyo del proyecto “Innovation and Complementary Capabilities for Vaccines (INNOCOMP)”, financiado por el Economic and Social Research Council (ESRC) y la Japan Society for the Promotion of Science (JSPS) (2022-2025).

Bibliografía

Akrich, M. (1992). The De-Description of Technical Objects. En W. Bijker y J. Law (Eds.), *Shaping Technology/Building Society. Studies in Sociotechnical Change* (205-224). Cambridge: MIT Press.

Altamirano, V. F., Bacon, S. L., Baró, S., Benítez, D. A., Caravello, J. C., Filippa, N. L., Zaracho, R. J. *et al.* (2021). Representaciones Sociales sobre las Vacunas y la Vacunación frente al COVID 19. *Revista Científica Arbitrada de la Fundación MenteClara*, 6.

Altindis, E. (2022). Inequitable COVID-19 vaccine distribution and the intellectual property rights prolong the pandemic. *Expert Review of Vaccines*, 21(4), 427-430.

Andrenacci, L. E. (2023). La gestión de la emergencia COVID-19 en Argentina (2020-2021). Un ejercicio de perspectiva artefactual y unas hipótesis para la investigación comparada. *Revista Estudios de Políticas Públicas*, 9(2), 46-65.

Balawejder, F., Sampson, S. & Stratton, T. (2021). Lessons for industrial policy from development of the Oxford/AstraZeneca Covid-19 vaccine. Industrial Strategy Council, Research Paper.

Bali, A. S., He, A. J. & Ramesh, M. (2022). Health policy and COVID-19: path dependency and trajectory. *Policy and Society*, 41(1), 83-95.

Bernazza, C. & Longo, G. (2014). Debates sobre capacidades estatales en la Argentina. *Estado y Políticas Públicas*, 108.

Blinder, D., Zubeldía, L. & Surtayeva, S. (2021). Covid-19 and Semi-Periphery. Argentina and the Global Vaccines Research and Development, *Journal of World-Systems Research*, (27)2, 494-521.

Bortz, G. M. & Gázquez, A. (2020). Políticas CTI en Argentina durante la pandemia: ¿oportunidad para nuevas redes participativas en I+ D+ i? *Debates sobre Innovación*, 5(1), 16-23.

Bracco, O. N. & Porta Fernández, P. (2022). Clivajes políticos en tiempos de pandemia: Una aproximación a las representaciones de la ciudadanía en Argentina (2020-2022). *Sociohistórica*, (50), 170-170.

Burton, B. *et al.* (2023). La pandemia por COVID-19 en Argentina. En M. Mena Young (Ed.), *Reseñas sobre la pandemia por COVID-19 en Iberoamérica: miradas desde la ciencia y la comunicación*. Costa Rica: Universidad Nacional de Costa Rica.

Comisión Técnica Asesora de Salud (2020). COVID-19: Acceso a medicamentos y vacunas. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/covid-19-acceso-medicamentos-y-vacunas>.

Correa, J. I. (2021). Acceso a vacunas contra el COVID-19: el impacto de las patentes. *Pensar en Derecho*, (18), 123.

Cortes, M. de los A. *et al.* (2012). Public vaccine manufacturing capacity in the Latin American and Caribbean region: Current status and perspectives. *Biologicals*, 40(1), 3-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biologicals.2011.09.013>.

Cravacuore, D. (2021). Argentina. Políticas y conflictos en la pandemia del Coronavirus COVID-19. *Anuario de la Facultad de Derecho de la Universidad Autónoma de Madrid*, (25).

Cuello, M. (2021). La producción de vacunas contra el COVID-19 como insumo para la competitividad del sector farmacéutico argentino. *Divulg. Perfiles académicos Posgrado*, 5(15), 27-52.

da Fonseca, E. M., Shadlen, K. C. & Bastos, F. I. (2021). The politics of COVID-19 vaccination in middle-income countries: Lessons from Brazil. *Social Science & Medicine*, 281, 114093.

De Figueiredo, A. *et al.* (2020). Mapping global trends in vaccine confidence and investigating barriers to vaccine uptake: a large-scale retrospective temporal modelling study. *The Lancet*, 396(10255), 898-908.

Ekin, A. (2021). Five things to know about: Mixing and matching coronavirus vaccines. *Horizon - The EU Research and Innovation Magazine*. Recuperado de: <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/five-things-know-about-mixing-and-matching-coronavirus-vaccines>.

Eldon, J., Waddington, C. & Hadi, Y. (2008). Health system reconstruction: can it contribute to state-building? *Health and Fragile States Network*. Londres: HLSP Institute.

Fonseca, M. A. (2022). Soberanía sanitaria para un pleno acceso a la salud. *Ciencia, tecnología y política*, 5(9), e087.

Fundación Bunge & Born (2021, Feb. 2). Índice de confianza y Acceso a Vacunas 2020. Recuperado de: https://2aae479d-fbd5-403b-ac51-fd029db4d92f.usfiles.com/ugd/2aae47_e5a3cde4a70d47c2ad5e4c9c4f8a5787.pdf.

Fundación Carlos Slim (2020). AstraZeneca anuncia acuerdo con la Fundación Carlos Slim para suministrar la vacuna COVID-19 a América Latina. Recuperado de: <https://fundacioncarlosslim.org/astrazeneca-anuncia-acuerdo-con-la-fundacion-carlos-slim-para-suministrar-la-vacuna-covid-19-a-america-latina/>.

GAVI (2021). Is it safe to mix and match COVID-19 vaccines? Recuperado de: <https://www.gavi.org/vaccineswork/it-safe-mix-and-match-covid-19-vaccines>.

Gemünden, M. & Thiel, J. (2021). COVAX needs a political future. *CSS Policy Perspectives*, 9(4).

Gómez Arias, R. D. (2022). Soberanía sanitaria: una política prioritaria para las democracias. *Universidad y Salud*, 24(1), 3-6.

Gutman, G. E. & Lavarello, P. J. (2011). Formas de organización de las empresas biotecnológicas en el sector farmacéutico argentino. *Desarrollo Económico: Revista de Ciencias Sociales*, 81-105.

Jasanoff, S. (2004). *States of knowledge: the co-production of science and the social order*. Londres & Nueva York: Routledge.

Jefatura de Gabinete (2021). El Gobierno anunció un crédito del Banco Mundial de 500 millones dólares para la adquisición de vacunas contra el Covid-19. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-gobierno-anuncio-un-credito-del-banco-mundial-de-500-millones-dolares-para-la>.

Joerges, B. (1999). Do politics have artefacts? *Social studies of science*, 29(3), 411-431.

Kreimer, P. (2010). Ciencia y periferia: nacimiento, muerte y resurrección de la biología molecular en Argentina. Buenos Aires: Eudeba.

Lipset, S. M. & Rokkan, S. (2008). Structures de clivages, systèmes de partis et alignement des électeurs: une introduction. Bruselas: Éditions de l'ulb.

Logunov, D. Y., Dolzhikova, I. V., Shcheblyakov, D. V., Tukhvatulin, A. I., Zubkova, O. V., Dzharullaeva, A. S., Gintsburg, A. L. *et al.* (2021). Safety and efficacy of an rAd26 and rAd5 vector-based heterologous prime-boost COVID-19 vaccine: an interim analysis of a randomised controlled phase 3 trial in Russia. *The Lancet*, 397(10275), 671-681.

Medeiros, M. Z., Soares, P. F., Fialho, B. C., Gauss, L., Piran, F. S. & Lacerda, D. P. (2022). Vaccine innovation model: A technology transfer perspective in pandemic contexts. *Vaccine*, 40(33), 4748-4763. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.vaccine.2022.06.054>.

60

Mendonça S. A., Lorincz R., Boucher P. & Curiel D.T. (2021). Adenoviral vector vaccine platforms in the SARS-CoV-2 pandemic. *npj Vaccines*, 6(1), 1–14.

MINCYT (2021). Datos preliminares del análisis interino del estudio de esquemas heterólogos de vacunación contra COVID-19. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/datos-preliminares-del-analisis-interino-del-estudio-de-esquemas-heterologos-de-vacunacion>.

MINCYT (2022). Comienzan los ensayos clínicos en personas de la vacuna nacional “ARVAC Cecilia Grierson”. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/comienzan-los-ensayos-clinicos-en-personas-de-la-vacuna-nacional-arvac-cecilia-grierson>.

Ministerio de Educación (2021). El Gobierno anunció la vacunación de chicas y chicos de 3 a 11 años. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-gobierno-anuncio-la-vacunacion-de-chicas-y-chicos-de-3-11-anos>.

Ministerio de Salud (2020a). Alberto Fernández y Ginés González García anunciaron que la vacuna de Oxford se producirá en el país. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/alberto-fernandez-y-gines-gonzalez-garcia-anunciaron-que-la-vacuna-de-oxford-se-producira>.

Ministerio de Salud (2020b). Plan Estratégico para la vacunación contra la COVID-19 en Argentina. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/coronavirus-vacuna-plan-estrategico-vacunacion-covid-19-diciembre-2020.pdf>.

Ministerio de Salud (2020c). Arribó un avión de Aerolíneas Argentinas con 497.745 dosis de Sputnik V. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/arribo-un-avion-de-aerolineas-argentinas-con-497745-dosis-de-sputnik-v>.

Ministerio de Salud (2022). Argentina recibió ayer 1.044.250 dosis de Sputnik V desarrolladas por el laboratorio Richmond. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/argentina-recibio-ayer-1044250-dosis-de-sputnik-v-desarrolladas-por-el-laboratorio-richmond>.

Ministerio de Salud (2023a). Monitor Público de Vacunación. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/coronavirus/vacuna/aplicadas>.

Ministerio de Salud (2023b). Salud presentó los datos de estadísticas vitales 2021 y un informe de exceso de mortalidad. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/noticias/salud-presento-los-datos-de-estadisticas-vitales-2021-y-un-informe-de-exceso-de-mortalidad>.

Naciones Unidas (2021). Análisis conjunto del Sistema de Naciones Unidas 2021: Los efectos de la pandemia por COVID-19 en la Argentina. 23 de septiembre del 2021. Recuperado de: <https://argentina.un.org/es/145708-an%C3%A1lisis-conjunto-del-sistema-de-naciones-unidas-2021-los-efectos-de-la-pandemia-por-covid>.

OMS-OPS (2021). Novel Coronavirus 2019. Representación OPS/OMS Argentina. Recuperado de: <https://www.paho.org/es/recursos-informacion-covid-19-argentina>.

61

OPS (2010). Acreditan a la ANMAT como autoridad reguladora de medicamentos de referencia. Recuperado de: <https://www.paho.org/es/noticias/6-1-2010-acreditan-anmat-como-autoridad-reguladora-medicamentos-referencia>.

Organización Mundial de la Salud (?2021)?. Interim recommendations for heterologous COVID-19 vaccine schedules: interim guidance. Recuperado de: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/350635>.

Oszlak, O. (2009). Implementación participativa de políticas públicas: aportes a la construcción de un marco analítico. Construyendo confianza, 2, 1490-1499.

Pananond, P. & Cuervo-Cazurra, A. (2022). Vaccine global value chains and regional production capacity in Asia and the Pacific (No. 217). UN-ESCAP, ARTNeT Working Paper Series.

Pascuale, C. A. *et al.* (2022). Immunogenicity and reactogenicity of heterologous immunization against SARS CoV-2 using Sputnik V, ChAdOx1-S, BBIBP-CorV, Ad5-nCoV, and mRNA-1273. *Cell Reports Medicine*, 3(8).

Pasquevich, K. A., Coria, L. M., Ceballos, A., Mazzitelli, B., Cassataro, J. *et al.* (2023). Safety and immunogenicity of a SARS-CoV-2 Gamma variant RBD-based protein adjuvanted vaccine used as booster in healthy adults. *Nature Communications*, 14(1), 4551.

Perrotta, D. (2021). Universities and Covid-19 in Argentina: from community engagement to regulation. *Studies in Higher Education*, 46(1), 30-43.

Richaud, M. C., Eidman, L., Vargas Rubilar, J., Muzio, R. N. *et al.* (2022). Perceived Concerns and Psychological Distress of Healthcare Workers Facing Three Early Stages of COVID-19 Pandemic. *Frontiers in Psychology*, 13, 742810. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2022.742810>.

Santos, G. M. (2017). Alcances y restricciones de la producción pública de medicamentos en Argentina (2002-2015). *Anu. Cent. Estud. Económicos la Empres. y el Desarro.*, 9, 19-58.

Shapin, S. & Schaffer, S. (1985). *Leviathan and the air-pump: Hobbes, Boyle, and the experimental life*. Princeton: Princeton University Press.

Sharma, S. (2021). The debate around the access to vaccine and licensing amidst second wave of COVID-19 in India. *Journal of World Intellectual Property*, 24(5-6), 436-446.

Spólita, J. I., Balsa, J., & Brusco, V. (2022). COVID-19 Pandemic: Subjectivities and Politics in Argentina. *Cuadernos Iberoamericanos*, 10, 60-75.

The Lancet (2021). India's COVID-19 emergency, 397(10286), 1683.

62

Thomas, S. J., Moreira Jr, E. D., Kitchin, N., Jansen, K. U. *et al.* (2021). Safety and efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 vaccine through 6 months. *New England Journal of Medicine*, 385(19), 1761-1773.

Tyfield, D., Lave, R., Randalls, S. & Thorpe, C. (2017). *The routledge handbook of the political economy of science*. Londres: Taylor & Francis.

Usher, A. D. (2021). A beautiful idea: how COVAX has fallen short. *The Lancet*, 397(10292), 2322-2325

UTDT (2020-2021). Índice de Confianza en el Gobierno. Abril 2020 y 2021. https://www.utdt.edu/ver_contenido.php?id_contenido=1351&id_item_menu=2970.

Weingarten, C. (2021). La irrupción del COVID-19 y los dilemas éticos que se plantean acerca del acceso a la vacunación y la asignación de los recursos sanitarios, en especial para los mayores adultos. *Pensar en Derecho*, 18, 139-145.

Winner, L. (2008 [1987]). *La ballena y el reactor. Una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*. Barcelona: Gedisa.

Zelaya, M., Burgardt, N., Chiarante, N. & Piñeiro, F. (2021). Producción Pública de Medicamentos y Vacunas: análisis histórico y de políticas científicas con foco en el caso. *AFHIC*, 1(1), 181-202.

Zhang, A. Z. (2021). Analysis of Pfizer Inc. under COVID-19. *Academic Journal of Business & Management*, 3(4), 15-17.

Zubeldía, L. & Hurtado, D. (2019). Política tecnológica e industrial en contexto semiperiférico: la producción pública de medicamentos en Argentina (2007-2015). *Revista Perspectivas de Políticas Públicas*, 8(16), 299-327.

Fuentes periodísticas

Ámbito Financiero (2022). Argentina dejará de producir la vacuna Sputnik contra el Covid-19. 23 de septiembre. Recuperado de: <https://www.ambito.com/informacion-general/covid-19/argentina-dejara-producir-la-vacuna-sputnik-contra-el-n5542934>.

Beato Vassolo, I. (2021). Richmond negó que el Gobierno haya facilitado su acuerdo con Rusia. *La Nación*, 8 de junio. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.ar/politica/vacunas-richmond-nego-que-el-gobierno-haya-facilitado-su-acuerdo-con-rusia-nid08062021/>.

Blanco, D. (2022). Los expedientes secretos de la pandemia: qué revelan los documentos desclasificados de la vacuna Oxford-AstraZeneca hecha en Argentina. *Infobae*, 19 de julio. Recuperado de: <https://www.infobae.com/americaciencia-americaciencia/2022/07/19/los-expedientes-secretos-de-la-pandemia-que-revelan-los-documentos-desclasificados-de-la-vacuna-oxford-astrazeneca-hecha-en-argentina/>.

63

CNN Español (2021). Las tasas de vacunación de Estados Unidos disminuyen a pesar del aumento en la disponibilidad de las vacunas contra el covid-19. 5 de mayo. Recuperado de: <https://cnnespanol.cnn.com/2021/05/05/tasas-vacunacion-estados-unidos-disminuyen-aumento-disponibilidad-trax/>.

Esteban, P. (2022). Vacunas COVID: el rol que jugaron los laboratorios argentinos en la producción. *Página 12*, 31 de julio. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/441318-vacunas-covid-el-rol-que-jugaron-los-laboratorios-argentinos>.

Infobae (2020a). Este es el laboratorio mexicano que fabricará la vacuna del coronavirus. 14 de agosto. Recuperado de: <https://www.infobae.com/americamexico/2020/08/14/este-es-el-laboratorio-mexicano-que-fabricara-la-vacuna-del-coronavirus/>.

Infobae (2020b). Sputnik V: qué significa la autorización de emergencia y bajo la sugerencia de la ANMAT. 23 de diciembre. Recuperado de: [Sputnik V: qué significa la autorización de emergencia y bajo la sugerencia de la ANMAT - Infobae](https://www.infobae.com/politica/2020/12/29/comenzo-la-vacunacion-contra-el-covid-19-axel-kicillof-y-una-enfermera-fueron-los-primeros-recibir-la-sputnik-v-en-todo-el-pais/).

Infobae (2020c). Comenzó la vacunación contra el COVID-19: Axel Kicillof y una enfermera fueron los primeros en recibir la Sputnik V en el país. 29 de diciembre. Recuperado de: <https://www.infobae.com/politica/2020/12/29/comenzo-la-vacunacion-contra-el-covid-19-axel-kicillof-y-una-enfermera-fueron-los-primeros-recibir-la-sputnik-v-en-todo-el-pais/>.

Infobae (2021). Coronavirus: Argentina hoy es el país con más muertes por millón de habitantes. 20 de mayo. Recuperado de: <https://www.infobae.com/america/tendencias-america/2021/05/20/argentina-es-el-pais-con-mas-muertes-por-covid-19-por-millon-de-habitantes-al-dia-en-el-mundo/>.

Mugica Díaz, J. (2021). El Gobierno dejó atrás los fantasmas sobre la efectividad de la Sputnik V y ahora negocia contrarreloj para darle volumen a su plan de vacunación. Infobae, 6 de febrero. Recuperado de: <https://www.infobae.com/politica/2021/02/06/el-gobierno-dejo-atras-los-fantasmas-sobre-la-efectividad-de-la-sputnik-v-y-ahora-negocia-contrarreloj-para-darle-volumen-a-su-plan-de-vacunacion/>.

Página 12 (2020). Vacunación en Argentina: qué sigue después de esta primera entrega de Sputnik V. 24 de diciembre. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/313514-vacunacion-en-argentina-que-sigue-despues-de-esta-primer-a-en>.

Perfil (2020). “Operación Moscú”: ya despegó el vuelo en busca de la vacuna rusa. 22 de diciembre. Recuperado de: <https://www.perfil.com/noticias/coronavirus/operacion-moscu-despego-vuelo-aerolineas-argentinas-busca-vacuna-rusa-sputnik-v.phtml>.

Scharager, A. & Gallino, G. (2022). No somos un país antivacunas, pero... Anfibia, 12 de enero. Recuperado de: <https://www.revistaanfibia.com/no-somos-un-pais-antivacunas-pero/>.

64

Sigal, P. (2021). Vacuna del Covid: por qué las dosis de AstraZeneca todavía llegarán de EE.UU. y no de México. Clarín, 11 de junio. Recuperado de: https://www.clarin.com/sociedad/vacuna-covid-dosis-astrazeneca-todavia-llegaran-ee-uu-mexico_0_NVzdpow3m.html.

Smink, V. (2021). Vacunas contra la covid-19: qué pasó con los millones de dosis de AstraZeneca que México y Argentina prometieron producir en América Latina. BBC News, 29 de abril. Recuperado de: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-56923216>.

Telam (2021a). Ginés presentó su renuncia con un mensaje al Presidente. 19 de febrero. Recuperado de: <https://www.telam.com.ar/notas/202102/545118-gonzalez-garcia-presento-formalmente-su-renuncia-con-un-mensaje-al-presidente.html>.

Telam (2021b). El laboratorio Richmond cerró un acuerdo para producir la Sputnik V en la Argentina. 26 de febrero. Recuperado de: <https://www.telam.com.ar/notas/202102/545718-laboratorio-richmond-vacuna-coronavirus.html>.

Telam (2023). Concluyó el reclutamiento para el último ensayo clínico de la vacuna argentina contra el Covid-19. 31 de agosto. Recuperado de: <https://www.telam.com.ar/notas/202308/638794-ensayo-clinico-vacuna-argentina-coronavirus.html>.

Textos de divulgação científica como estratégia didática na abordagem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA): contribuições para a alfabetização científica na educação básica *

Los textos de divulgación científica como estrategia didáctica en el enfoque de ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente (CTSA): aportes a la alfabetización científica en la educación básica

Scientific Popularization Texts as a Teaching Strategy in the Science, Technology, Society and Environment (STSE) Approach: Contributions to Scientific Literacy in Basic Education

Diana Araújo de Sousa , Leonardo Baltazar Cantanhede , Severina Coelho da Silva Cantanhede , e Floriza Gomide Sales Rosa Meireles  **

Uma prática pedagógica que almeja níveis mais elevados de alfabetização científica dos alunos, pode ser pautada na divulgação científica, que apresenta os subsídios necessários à sua realização e recursos didáticos apropriados a esse fim. Neste trabalho, buscamos selecionar e caracterizar textos de divulgação científica da revista *Ciência Hoje* para a alfabetização científica no ensino de química com ênfase no conteúdo: o estudo dos gases. Nessa perspectiva, foi elaborada uma estratégia didática pautada no uso de textos de divulgação científica como recurso didático numa abordagem da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). A análise foi realizada segundo o esquema de seleção e categorização de textos de divulgação científica proposto por Cantanhede, Alexandrino & Queiroz (2015) e os eixos estruturantes da alfabetização científica propostos por Sasseron & Machado (2017). O texto “O Ártico na máquina do tempo” mostrou-se adequado para ser utilizado como recurso didático visando a promoção da alfabetização científica na intervenção pedagógica planejada para uma turma de 1ª série do ensino médio. Além disso, a abordagem CTSA permitiu aos alunos uma visão menos simplista e distorcida da ciência e tecnologia.

65

Palavras-chave: ensino de química; alfabetização científica; CTSA; divulgação científica

* Recepción del artículo: 11/07/2024. Entrega del dictamen: 22/08/2024. Recepción del artículo final: 17/10/2024.

** *Diana Araújo de Sousa*: graduada em química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA/Campus Codó), Brasil. Correio eletrônico: sousadiana704@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3488-9509>. *Leonardo Baltazar Cantanhede*: Departamento de Educação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA/Campus Codó), Brasil. Correio eletrônico: leonardo.cantanhede@ifma.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9532-5566>. *Severina Coelho da Silva Cantanhede*: graduada em pedagogia, Universidade Federal do Maranhão (UFMA/Campus Codó), Brasil. Correio eletrônico: severina.cantanhede@ufma.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7963-932X>. *Floriza Gomide Sales Rosa Meireles*: Departamento de Educação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA/Campus Codó), Brasil. Correio eletrônico: floriza.rosa@ifma.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7317-0473>.

Para obtener mayores niveles de alfabetización científica entre los estudiantes, una práctica pedagógica puede basarse en la comunicación de la ciencia, que proporciona los recursos necesarios y didácticos para este fin. En este artículo se busca seleccionar y caracterizar textos de comunicación científica de la revista *Ciência Hoje* para la alfabetización científica en la enseñanza de la química, con énfasis en contenidos sobre el estudio de los gases. A partir de esta perspectiva, se elaboró una estrategia basada en el uso de textos de comunicación científica como recurso didáctico para el abordaje de los estudios sobre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente (CTSA). El análisis se realizó según el esquema de selección y categorización de textos de comunicación científica propuesto por Cantanhede, Alexandrino & Queiroz (2015) y los ejes estructurantes de la alfabetización científica propuestos por Sasseron & Machado (2017). El texto "El Ártico en la máquina del tiempo" demostró ser adecuado como recurso didáctico destinado a promover la alfabetización científica en la intervención pedagógica prevista para una clase de primero de bachillerato. Además, el enfoque de los textos de comunicación científica proporcionó a los alumnos una visión menos simplista y distorsionada de la ciencia y la tecnología.

Palabras clave: enseñanza de la química; alfabetización científica; CTSA; divulgación científica

*To seek higher levels of scientific literacy among students, pedagogical practices can be based on science communication, which provides the necessary and didactic resources for this purpose. In this article we sought to select and characterize science communication texts from the journal *Ciência Hoje* for scientific literacy in chemistry teaching, with an emphasis on contents related to the study of gases. From this perspective, a strategy was developed based on the use of science communication texts as a didactic resource in a science, technology, society and environment (STSE) approach. The analysis was carried out according to the selection and categorization scheme for science communication texts proposed by Cantanhede, Alexandrino & Queiroz (2015), and the structuring axes of scientific literacy proposed by Sasseron & Machado (2017). The text "The Arctic in the Time Machine" proved to be suitable as a teaching resource aimed at promoting scientific literacy in a pedagogical intervention planned for a first-grade high school class. In addition, the STSE approach gave students a less simplistic and distorted view of science and technology.*

Keywords: chemistry teaching; scientific literacy; STSE; scientific popularization

Introdução

A difusão de conhecimentos científicos para o público geral é um movimento denominado divulgação científica (DC) e acerca dos vários conceitos atribuídos a esse processo considera-se que, apesar das variações históricas, socioculturais e discursivas, o objetivo da DC é a disseminação de saberes e o acesso ao conhecimento científico pôr um público não especialista (Ferreira, 2012). Neste sentido, o século XX proporcionou um grande impulso da DC ocasionado por eventos como as grandes guerras e o desenvolvimento industrial. Uma outra faceta da DC é a sua capacidade de contribuir para a alfabetização científica (AC) dos indivíduos, pois ambos os processos proporcionam o acesso ao conhecimento científico (Germano & Kulesza, 2007).

Assim, no contexto educacional, a AC se apresenta como um processo sistematizado na e pela escola, mais precisamente na educação básica, que representa o lócus da AC (Chassot, 2018). Com o aumento da produção de informações científicas e tecnológicas oriundas dos diferentes meios de comunicação e, numa velocidade que a escola não consegue acompanhar, o ensino de ciências naturais, atualmente, demanda aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprias dessas ciências, considerando que tais aprendizados têm influência na vida da sociedade e que as aprendizagens representam uma abertura para novas visões de mundo (Brasil, 2018). Diante disso, os currículos de ciências que propõem a AC de estudantes têm buscado na abordagem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) uma nova forma para discutir ciências, com mais aprofundamento nos elementos da tecnologia e da sociedade, facilitando a leitura de mundo dos estudantes, de modo a contribuir com a tomada de decisões para a transformação social (Nascimento & Mól, 2020).

67

Entendendo que o homem é multideterminado, isto é, cuja formação deve levar em consideração aspectos neurobiológicos, socioculturais e subjetivos de sua constituição, por exemplo, o processo de ensino-aprendizagem deve levar em conta tais fatores, para que sejam significativos os tão almejados resultados da construção do conhecimento (Bock, Furtado & Teixeira, 1999). Essa observação se torna ainda mais relevante do ponto de vista histórico, uma vez que o homem passa a se entender como parte de um contexto mais complexo de produção, tanto material quanto científica, a partir da modernidade. Por outro lado, no contexto do enfoque CTS, os resultados do processo de evolução científica, tecnológica e seus desdobramentos de caráter político, econômico e ambiental são difíceis de serem acompanhados pela escola e pela sociedade, já que se encontram distantes das elitizadas discussões de natureza academicista, ainda que estejam, contraditoriamente, imersas nas produções da própria ciência e da tecnologia (Freitas, Santos, Pierson, Calafell & Santos, 2022). Problemas econômicos, políticos, movimentos e lutas pela democracia, preservação do meio ambiente (como os movimentos ambientalistas), dentre outros, elevaram a sociedade a uma posição mais crítica a respeito da sua participação na direção da pesquisa científica e solução de problemas, resultando, a partir daí, em uma produção de conhecimentos que articula ciência, tecnologia e sociedade, visando inclusive as possibilidades dessa articulação no campo educacional (Brasil, 2018; Cunha & Perlin, 2020).

Considerando ainda que um dos propósitos da educação escolar numa abordagem CTSA, é promover níveis de AC cada vez mais altos, é possível empregar a relação que existe entre a AC e a abordagem CTSA à luz de suas aproximações e diferenças (Lorenzetti, 2023). Ricardo *et al.* (2004) sublinham que existem diferenças fundamentais entre a abordagem CTSA e a perspectiva AC e, destacar isso é importante, pois apesar das semelhanças entre elas ocasionar inversão de papéis, a alfabetização científica enfatiza a comunicação; a apropriação de conceitos científicos, mobilizando os conceitos apreendidos em contextos e situações-problemas; implica ainda em um saber fazer-poder fazer, privilegiando assim a teorização e a modelização; ao passo que a abordagem CTSA fornece instrumentos para os envolvidos discutirem e participarem ativamente. Ela se apresenta como “uma perspectiva de prover os alunos de instrumentos para a discussão e a participação em situações nas quais fatores científicos estarão em jogo na tomada de decisão” (Ricardo *et al.*, 2004, p. 5).

Nesse contexto, a abordagem CTSA visa a alfabetização científica e tecnológica, a aprendizagem dos conteúdos científicos para uma aproximação também da atividade científica. Atividades dirigidas para uma visão mais ampla da ciência e tecnologia (Lopes & Garcia, 2019). Com a perspectiva de que a DC pode contribuir para a AC dos indivíduos, no contexto dos meios de DC destaca-se a revista *Ciência Hoje*, uma revista criada em 1982, produzida por cientistas integrantes da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e sendo direcionada a comunidade acadêmica, professores, estudantes e sociedade em geral. Com linguagem simples, resguardado o rigor científico, característica principal dos textos de divulgação científica (TDC), a revista *Ciência Hoje*¹ incentiva o debate em torno de questões da ciência, da cidadania e temas sociais (Cantanhede, 2012). Entende-se que, especialmente pelo que sugere a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), tais debates favorecem a democratização da ciência e amparam a utilização dos TDC em sala de aula dado seu grande potencial como recurso didático para o ensino das ciências da natureza (Brasil, 2018).

Segundo Cantanhede, Alexandrino & Queiroz (2015), os TDC da revista *Ciência Hoje* podem ser utilizados como recurso didático em sala de aula, pois os TDC apresentam um panorama da produção intelectual e tecnológica das universidades, institutos, centros de pesquisa nacionais e dos avanços da ciência internacional, com direcionamento tanto à comunidade acadêmica, quanto aos professores, estudantes e sociedade em geral. Assim, o objetivo desta investigação foi desenvolver e avaliar uma estratégia didática para a AC no ensino da química sobre o conteúdo “os gases e suas transformações” explorando TDC.

1. Para obter mais informações, visite o site: <https://cienciahoje.org.br>.

1. Contextualização teórica

1.1. O ensino de ciências no Brasil e a abordagem CTSA

As pesquisas na área de ensino de ciências no Brasil têm início nos anos de 1970, a partir da necessidade de proporcionar aos estudantes um ensino de ciências voltado para o letramento científico, desde as séries iniciais do ensino fundamental. Tais mudanças são vistas hoje nos documentos educacionais oficiais, com orientações apontando para uma formação geral básica, com valorização do letramento científico ou na AC (Nascimento & Mól, 2020). Essa formação implica que as novas abordagens de ensino de ciências sejam críticas e reflexivas, considerando as relações da ciência com a tecnologia, a sociedade e os aspectos ambientais associados, afastando-se da neutralidade ou de posições ingênuas sobre o entendimento da ciência e da tecnologia. Gil-Pérez *et al.* (2020) comenta que posicionamentos simplistas demais, que exaltam a ciência e a tecnologia, devem ser criticados, assim como aqueles que as culpabilizam pelos desdobramentos indesejáveis, tendo em vista que a responsabilidade deve ser estendida a economistas, trabalhadores, políticos, enfim, a toda a sociedade.

É importante que essa visão crítica e reflexiva da produção científica e tecnológica estejam em perspectiva nas novas abordagens de ensino. A escola, afirma Chassot (2018), pode ampliar suas possibilidades e potencial transformador ao fazer uma construção de saberes escolares de forma recontextualizada, não reduzindo o processo de ensino a mera transmissão de saberes, mas ensejando o pensamento crítico e reflexivo. Assim, a educação passa a ser pensada também para a formação cidadã dos indivíduos, para que compreendam as transformações do mundo moderno e se tornem capazes de atuar como agentes dessa transformação.

69

É nesse sentido que a abordagem CTSA se faz importante, alcançando consolidação em momentos de debates sobre ciência e tecnologia em diversos países. Nos Estados Unidos, a década de 1980 é marcada pela presença da abordagem CTSA no espaço educacional, enquanto no Brasil, o movimento CTSA se insere no âmbito educacional na última década no século XX, pois a efetiva abordagem CTSA nas escolas dependeria de elementos como mudanças no currículo escolar, capacitação e preparo de professores, além de publicações sobre a abordagem CTSA no ensino (Cunha & Perlin, 2020; Ricardo *et al.*, 2004). Outro ponto a se considerar é a perspectiva crítica da educação científica na abordagem CTSA, pois o debate político para a formação cidadã, no que tange aos impactos da ciência e tecnologia na sociedade, só produz um novo modelo de desenvolvimento a partir de uma visão crítica (Santos, 2011).

Para essa visão crítica, deve-se considerar novas abordagens de ensino e o papel do professor, que ganha destaque, segundo as tendências pedagógicas progressistas, como um estimulador do pensamento autônomo e da reflexão com sentido (Bosi & Brasão, 2020). Nesta perspectiva, o aluno não é visto como passivo no processo de ensino-aprendizagem e a ação docente é facilitadora e mediadora na construção do conhecimento crítico. Assim, a atuação do professor no planejamento de aula, consciente da necessidade da relação entre teoria e prática e da promoção de situações de aprendizagem crítico-reflexivas, complexas e ampliadas pelo

pensamento científico, torna necessária a ressignificação da própria práxis docente, para uma melhoria da prática educativa (Célia, Barcelos & Moll, 2021).

Outro aspecto que merece destaque, é o que se refere ao conteúdo da aprendizagem. As teorias cognitivistas podem, neste sentido, contribuir também para compreensão ampliada do papel dos alunos nesse processo e se apresentarem como um importante instrumento na prática docente, uma vez que apontam para a importância da significação do conteúdo e da construção e articulação de conceitos-chave (subsunçores), os quais atuam como âncoras de sustentação de um conhecimento significativo. Tal construção de sentidos é fundamental para a estruturação de uma educação CTS que tenha como foco a AC de seus estudantes (Ribeiro & Artuso, 2020; Tibão, 2021).

Atualmente, a Base Nacional Comum Curricular (2018) orienta para uma formação geral básica com propostas pedagógicas promovedoras das aprendizagens essenciais, aprendizagens que contemplem os objetivos de ensino e a demanda educacional. No que concerne a formação do professor, Carvalho & Gil-Perez (2011) salientam que uma mudança didática é necessária e o professor deve agir como orientador de equipes de pesquisadores iniciantes, com uma prática avaliativa estendida aos aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais, visando a finalidade do ensino da ciência. Essa abordagem defende adoção de propostas que passam pelo domínio de conceitos-chave, pois sem domínio destes a ação educativa e a educação CTSA não se relacionam. Os autores também consideram conhecer a matéria a ser ensinada como um aspecto determinante e que, na ausência dele, condiciona o professor, em muitos casos, a transmissão mecânica de conteúdo.

Além do domínio de conteúdo, a abordagem CTSA defende uma prática pedagógica com mobilização de habilidades e desenvolvimento de valores. A atividade ocorre por causa das experiências ativas, que auxiliam a reter informações e a relacioná-las a novas situações, articulando o estudo da ciência com o seu cotidiano (Lorenzetti, 2023). O professor deve ainda estimular a curiosidade em seus alunos e o interesse pela ótica científica, a fim de ampliar sua leitura do mundo. Segundo Freire (2019), o saber ingênuo deve ser respeitado e, aos poucos, superado pelo saber produzido através do exercício da curiosidade epistemológica. Para o autor é a rigorosidade metódica que caracteriza a curiosidade epistemológica do sujeito, posto que “quanto mais a curiosidade espontânea se intensifica, mas, sobretudo, se ‘rigoriza’, tanto mais epistemológica ela vai se tornando” (Freire, 2019, p. 85). Portanto, o ensino por investigação contribui para a formação escolar de um indivíduo consciente e crítico dos processos de desenvolvimento científico e tecnológico, inclusive por meio da AC, através de tarefas e atividades que ajudam a consolidar a abordagem CTSA no ensino de ciências (Cunha & Perlin, 2020).

1.2. Textos de divulgação científica da revista *Ciência Hoje* e suas potencialidades como recurso didático

No contexto do planejamento de aulas e avaliação da adequação de recursos didáticos, os TDC revelam potencialidades e resultados otimistas encontrados na literatura enquanto possibilidade de sua utilização em sala de aula como recurso didático

para melhorias no ensino de ciências. Nessa perspectiva, os TDC podem permitir que os alunos assumam posições, construam juízos de valor, estabeleçam relações, mobilizem seus conhecimentos para solucionar situações-problema numa perspectiva mais ampla, transpondo esses conhecimentos para a sua vida diária, além de ampliar o universo lexical do aluno, tornando-o mais crítico (Ferreira & Queiroz, 2012). Outra vantagem importante é o estímulo à leitura, à escrita e à argumentação por parte dos estudantes, características necessárias à interpretação do conteúdo do TDC, além dos textos trazerem aos alunos uma informação atualizada, que pode contribuir para a aquisição de conhecimento (Rocha, 2012). Nesse contexto, Cantanhede, Alexandrino & Queiroz (2015, p. 4) confirmam que o TDC pode “proporcionar aos estudantes o convívio com informações atualizadas sobre ciência e tecnologia, além de promover o desenvolvimento de habilidades de leitura, espírito crítico e reflexivo”.

Dentre os diferentes materiais de DC disponíveis, a revista *Ciência Hoje*, da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), merece destaque devido ao seu prestígio junto a comunidade científica. Criada em 1982, a revista foi uma iniciativa de pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento, para aproximar a produção dos cientistas da população em geral, mediante escritos de artigos de DC brasileira (Massarani & Moreira, 2002). A credibilidade e atualidade dos textos publicados pela revista tem chamado a atenção de pesquisadores da área de ensino das ciências naturais, como objeto de estudo na investigação da utilização desses TDC como recurso didático (Cantanhede, Alexandrino & Queiroz, 2015; Dias, Bento, Cantanhede & Cantanhede, 2017; Ferreira, 2012; Sousa, Cantanhede & Cantanhede, 2020).

71

Assim, entendemos que os TDC podem contribuir para o alcance da AC no ensino de química na educação básica, sendo o professor mediador na leitura e exploração textual. No contexto da escolha dos TDC como recurso didático, o processo de seleção e caracterização viabiliza a sua adequação e possibilidade em contribuir para a AC. Cantanhede, Alexandrino & Queiroz (2015) propõem a utilização de um modelo que seleciona e categoriza o TDC quanto ao seu conteúdo e a sua forma, enquanto os aspectos estruturantes da alfabetização científica e tecnológica, propostos por Sasseron & Machado (2017), podem ser utilizados para verificar a adequação dos TDC aos três eixos estruturantes relacionados à compreensão de termos técnicos e científicos; a natureza da ciência e as relações CTSA presentes no texto. Tais eixos estruturantes da AC visam fornecer bases e subsídios no processo de elaboração e planejamento de aulas de ciências (Lopes & Garcia, 2019).

Aqui compreende-se que atividades planejadas e executadas para a AC devem ser problematizadoras, pois nesse processo, ao relacionar problemas da nossa realidade social ao conhecimento científico, ocorre uma reflexão crítica sobre o mundo e suas injustiças, ou seja, na perspectiva problematizadora aborda-se um tema científico numa análise crítico-reflexiva para que se perceba a necessidade de mudanças (Sasseron & Machado, 2017). Portanto, a ação pedagógica como um todo, que intencionalmente trabalha para alfabetizar cientificamente os estudantes, está voltada para a construção da cidadania e o desenvolvimento da consciência crítica e reflexiva (Chassot, 2018; Lopes & Garcia, 2019; Lorenzetti, 2023; Ricardo *et al.*, 2004; Sasseron & Machado, 2017). Assim, a escola deve assegurar frente a juventude “o

protagonismo dos estudantes em sua aprendizagem e o desenvolvimento de suas capacidades de abstração, reflexão, interpretação, proposição e ação, essenciais à sua autonomia pessoal, profissional, intelectual e política” (Brasil, 2018, p. 465).

Nesse sentido, reconhecendo a necessidade de mudanças no ensino de ciências, especialmente um ensino para a AC, compreende-se que recursos didáticos como TDC, utilizados numa abordagem CTSA, podem aproximar os alunos da AC, proporcionando um ensino para além da transmissão de conteúdos estanques ou a memorização mecânica de informações descontextualizadas, sendo capaz de ensinar o debate crítico e reflexivo, o desenvolvimento da cidadania, a construção do pensamento científico e da responsabilidade social, importantes em nossa sociedade científica e tecnológica contemporânea (Carvalho & Gil-Perez, 2011; Nascimento & Mól, 2020).

2. Percorso metodológico

A aplicação da estratégia didática foi realizada na escola Estadual CE Engenheiro Roberto Cunha, localizada na zona rural da cidade de Peritoró-MA, fundada em 1950. A escola participante tem como público principal estudantes que moram em comunidades rurais e moradores do seu entorno. As atividades foram aplicadas pela professora de química, em uma turma do 1º ano do Ensino Médio, composta de 34 estudantes, com faixa etária entre 15 e 16 anos, para a discussão do conteúdo ‘os gases e suas transformações’. A seguir, apresentam-se os procedimentos de seleção dos TDC e respectivos instrumentos de análise, bem como a descrição da estratégia didática planejada e a técnica para análise dos dados.

2.1. Seleção do TDC e dos instrumentos de análise

Para a escolha do texto de divulgação científica, foi realizada uma consulta no portal da revista *Ciência Hoje*, com o objetivo de selecionar TDC que poderiam ser utilizados como apoio didático para a discussão do conteúdo ‘os gases e suas transformações’. Como critério de busca e seleção dos TDC, foram utilizadas as palavras-chave aquecimento global e poluição atmosférica, considerando todas as edições publicadas, nos últimos 5 anos, na categoria artigos. Dos 17 TDC indicados pelo portal, 6 textos foram selecionados para análise a partir da leitura, considerando a discussão apresentada no texto e relacionando essa discussão com o conteúdo químico ‘os gases e suas transformações’. A **Tabela 1** apresenta a relação dos artigos selecionados para análise, com sua respectiva data de publicação.

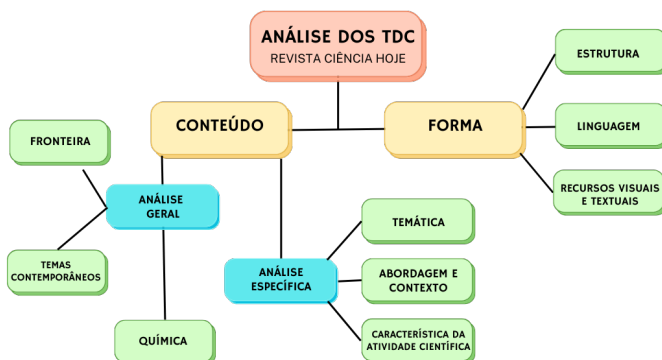
Tabela 1. Relação dos TDC da revista *Ciência Hoje*, selecionados para análise, com sua respectiva data de publicação

TDC	Data da publicação
Sequestro de carbono: o poder das soluções simples	junho, 2019
O Ártico na máquina do tempo	novembro, 2020
Pandemia climática	novembro, 2020
A água no sertão e as mudanças climáticas	dezembro, 2020
Ilhas de calor e espaços de conforto	junho, 2020
Quando toda a química será verde?	junho, 2020

Fonte: elaboração própria.

Para a seleção do texto de divulgação científica, foi utilizado o esquema de seleção e caracterização de TDC proposto por Cantanhede, Alexandrino & Queiroz (2015) e os eixos estruturantes da AC, propostos por Sasseron e Machado (2017), foram utilizados como marcadores da AC presentes no TDC. A **Figura 1** apresenta o esquema de seleção e caracterização de TDC.

Figura 1. Esquema de seleção e caracterização de TDC a partir do referencial metodológico proposto por Cantanhede, Alexandrino & Queiroz (2015)



Fonte: elaboração própria.

Os seis textos selecionados foram analisados a partir do referencial de análise, considerando a sua forma geral e específica. A análise geral se dividiu em três subcategorias, a saber: conteúdo de química, fronteiras e temas contemporâneos. Já a análise específica foi categorizada em três temas específicos, quais sejam: temática; características da atividade científica; abordagens e contexto. Quanto à forma do TDC, discriminaram-se três subcategorias: estrutura, linguagem e recursos visuais e textuais. Para o presente estudo, se implementou um design longitudinal exploratório (Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

Para a AC, buscamos investigar no TDC os aspectos relacionados aos seus três eixos estruturantes, viabilizando assim uma abordagem didática com enfoque CTSA, a saber: a presença de termos técnicos e científicos; aspectos relacionados à compreensão da natureza da ciência e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Embora não sejam indicados como parâmetros rígidos para planejamento, os eixos estruturantes da AC podem ser usados por professores como diretrizes para o desenvolvimento das aulas (Sasseron & Machado, 2017).

Quanto à presença de termos técnicos e científicos, buscamos observar a presença daqueles relacionados a área de química nos TDC. Para a identificação de aspectos relacionados à natureza da ciência, buscamos identificar a presença de elementos que caracterizam a atividade científica como experimentos, teorias e até mesmo elementos que têm influência sobre a ciência e a produção científica. Quanto às relações CTSA presentes no TDC, buscamos identificar uma problemática sobre ciência e tecnologia, que, de algum modo, esteja associada a sociedade e ao meio ambiente.

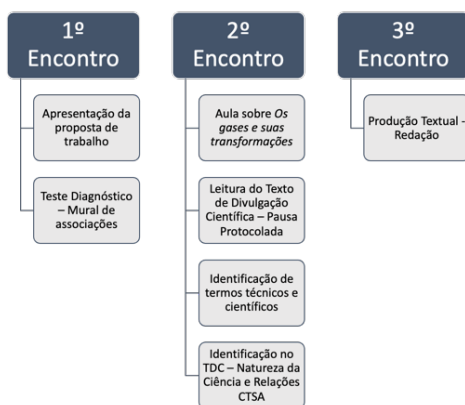
Após análise e seleção do TDC, foi elaborada uma estratégia didática para gerar discussões a respeito da temática “Poluição atmosférica e aquecimento global”, a partir da utilização de um TDC como recurso didático, com uma abordagem CTSA para a AC dos estudantes, considerando o conteúdo químico ‘os gases e suas transformações’.

2.2. Da elaboração e aplicação da estratégia didática

74

A estratégia didática foi estruturada no formato de um estudo dirigido. Inicialmente, foi elaborado um plano de aula e um roteiro de aplicação, considerando tanto as discussões que os TDC podem gerar durante o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo, ‘os gases e suas transformações’, quanto aspectos inerentes às orientações CTSA que podem contribuir para a AC dos estudantes. Assim, para a elaboração da estratégia didática, foram considerados os objetivos de ensino de ciências da educação CTSA para a temática poluição ambiental e aquecimento global, presente na unidade 02 (poluição atmosférica), do livro didático *Química Cidadã, volume 1* (Mol & Santos, 2013), além das habilidades previstas para o conteúdo ‘os gases e suas transformações’ segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e as aprendizagens essenciais associadas (Brasil, 2018).

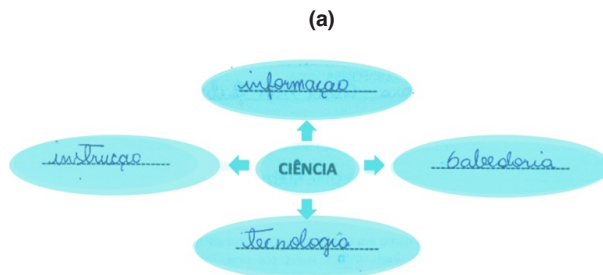
A partir dessas considerações, a estratégia didática foi planejada e aplicada em três encontros de 1 hora/aula cada. A **Figura 2** apresenta o fluxograma das etapas desenvolvidas durante a estratégia didática.

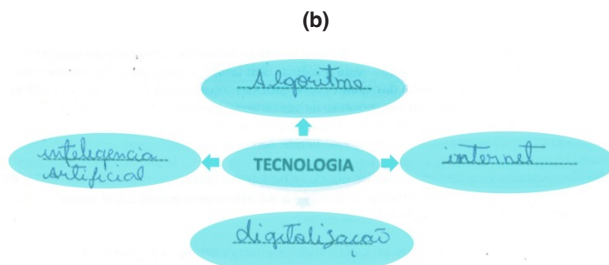
Figura 2. Esquema de atividades realizadas durante a aplicação da estratégia didática

Fonte: elaboração própria.

No 1º encontro, com duração de cerca de 30 minutos, foi apresentada aos estudantes a proposta da atividade envolvendo a utilização de TDC como recurso didático, para a discussão do conteúdo 'os gases e suas transformações'. O objetivo foi mostrar as características e a forma de organização da estratégia didática, além de indicar as etapas necessárias para a aplicação do TDC como recurso didático. Em seguida, foi aplicado um teste diagnóstico para identificar as percepções prévias dos estudantes sobre ciência e tecnologia, importante ponto de partida no processo de AC. Assim, foi proposto para os estudantes a construção de um mural de associações, onde o aluno aplica um conceito com significado relacionado à palavra dada (Krasilchik, 2008; Oliveira *et al.*, 2023). A **Figura 3** apresenta o mural de associações que foi preenchido pelos estudantes.

75

Figura 3. Mural de associações sobre ciência (a) e tecnologia (b), preenchido pelos estudantes



Fonte: elaboração própria.

Cada estudante recebeu duas molduras de associações, impressas em uma folha de papel A4. Uma contendo no núcleo lógico a palavra “tecnologia” e na outra o núcleo lógico com a palavra “ciência”, além de uma questão discursiva (O que você entende por ciência e tecnologia?). Optamos por abordar a ciência de forma separada da Tecnologia, para que os estudantes compreendam as relações ciência-tecnologia a partir de suas particularidades, possibilitando um melhor entendimento do papel das teorias científicas e das implicações tecnológicas como um conjunto de argumentos e procedimentos que dão conta de uma melhor leitura do mundo. Em seguida, foram orientados a escrever em cada espaço um único termo que apresentasse, segundo a concepção de cada estudante, uma relação direta com cada núcleo lógico. O tempo utilizado tanto para a apresentação da Moldura de associações, quanto para o seu preenchimento, foi de 20 minutos.

No 2º encontro, o conteúdo ‘os gases e suas transformações’ foi apresentado aos estudantes a partir de uma metodologia cuja aprendizagem ocorre, inicialmente, fazendo uso de uma contextualização histórica e social do assunto. Para esse momento, com duração de 20 minutos, utilizamos a abordagem indicada no livro didático:

“Redimensionamos o conteúdo de gases para um tratamento mais fenomenológico e qualitativo, do que o convencional estudo de resoluções de problemas com aplicação direta da equação geral dos gases (...) em que se prioriza a introdução dos conteúdos com contextualização social e histórica e com atividades práticas” (Mol & Santos, 2013, p. 306).

Após a exposição, foi realizada a leitura do TDC selecionado, para identificação e análise dos aspectos relacionados aos eixos estruturantes da AC, como por exemplo, a seleção de termos técnicos e científicos. Para tanto, os alunos foram orientados a destacar palavras e termos técnicos e científicos presentes no texto, com a finalidade da construção de um universo vocabular sobre o tema. Para a leitura do TDC, com duração de 10 minutos, foi utilizado o método da pausa protocolada. A pausa protocolada possibilita a reflexão de pontos em intervalos significativos, que são destacados pelo professor para promover a compreensão do texto. Portanto, é

uma estratégia de leitura na qual o texto é dividido em partes e, a cada parte lida, o professor faz perguntas para avaliar a compreensão do que foi lido, estimulando os alunos a fazerem inferências sobre esse texto (Bulhões, 2020). Na pausa protocolada, o texto é interrompido estrategicamente por perguntas que despertam a curiosidade e encorajam a reflexão e o debate no processo de interpretação textual. Em seguida, foi proposto um debate, com duração de 20 minutos, sobre a problemática ambiental para identificação dos elementos referente à natureza da ciência e as relações CTSA presentes no TDC.

No 3º encontro, os alunos participaram de uma produção textual no formato dissertativo para comunicação do aprendizado com utilização e apropriação dos conceitos apreendidos. Nesse encontro, com duração de 25 minutos, a professora revisou a temática ambiental, debateu sobre aquecimento global e crise climática, e explorou conceitos de ciência e tecnologia relacionados a essas temáticas. Aspectos relacionados à superação e minimização dos efeitos causados pelo aquecimento global foram abordados levando em consideração as discussões presentes no TDC já trabalhado em sala de aula com os estudantes. Nessa perspectiva, discussões envolvendo a redução de impactos ambientais e de consumo de recursos naturais, assim como a importância da reutilização de todos os tipos de materiais, também foram abordados durante esse momento. Após o debate de conceitos e ideias foi solicitada a escrita de uma redação final sobre ciência e tecnologia (25 minutos).

2.3. Análise dos dados

A partir dos termos indicados pelos alunos no mural de associações, foi gerada uma nuvem de palavras pelo Word Art com o objetivo de verificar os termos que apresentaram maior frequência. A nuvem de palavras, corresponde a uma representação gráfica baseada nas ocorrências de palavras do *corpus*, de modo que cada uma delas é evidenciada proporcionalmente a sua frequência no texto (Camargo & Justo, 2013).

A produção dos alunos (redação final) foi analisada com o auxílio da ferramenta para análise textual IRAMuTeQ (Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires). Uma ferramenta de processamento de dados que contempla aspectos quantitativos e qualitativos na análise textual, competindo ao pesquisador analisar os dados coletados, por conseguinte o *software* (Camargo & Justo, 2018).

As redações finais foram submetidas à análise textual pelo *software*, considerando a análise de similitude, que faz uma representação gráfica baseada nas ocorrências de palavras sobre os segmentos do texto, permitindo a visualização das mais variadas relações entre elas e a análise fatorial por correspondência (AFC), que reduz a menos fatores tanto as partições de um texto quanto às formas linguísticas que aparecem se relacionando nesse corpo textual, fazendo assim, em um plano fatorial de duas dimensões, a representação gráfica baseada nas relações (Camargo & Justo, 2013; Marchand & Ratinaud, 2012).

O uso dessa ferramenta nesta etapa da pesquisa se justifica devido a gama de possibilidades que ela oferece ao unir análise quantitativa e qualitativa, dialogando

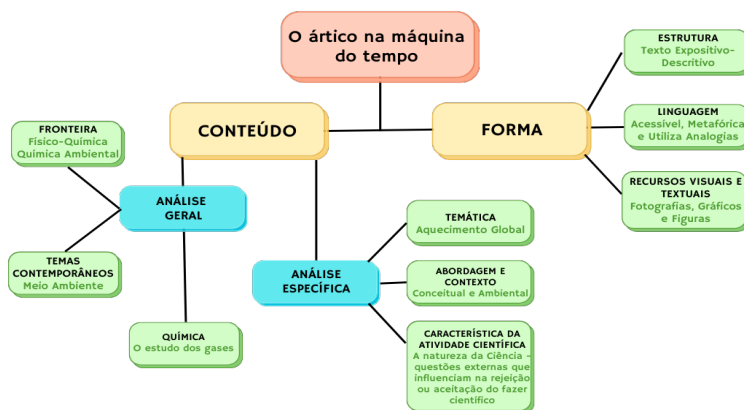
com a abordagem que empregamos, além de já terem muito contribuído em estudos que envolvem análises textuais em diversos campos de pesquisa (Camargo & Justo, 2013). A ferramenta auxilia nas inferências sobre os dados coletados de modo qualitativo e sistemático nesta pesquisa, sendo utilizada para avaliar se os objetivos da ACT foram alcançados na estratégia didática adotada.

3. Resultados

3.1. Da seleção e categorização do TDC para sua adequação ao conteúdo “O estudo dos gases e suas transformações”

Dos seis TDC da revista *Ciência Hoje* que foram selecionados, o texto “O Ártico na máquina do tempo” atendeu de forma mais abrangente aos critérios de seleção e caracterização estabelecidos pelos instrumentos de análise empregados, tanto ao modelo de seleção e caracterização proposto por Cantanhede, Alexandrino & Queiroz (2015), quanto aos critérios de AC estabelecidos por Sasseron & Machado (2017). A **Figura 4** apresenta o fluxograma do processo de análise do TDC, “O Ártico na máquina do tempo”, a partir de sua forma geral e específica, segundo o modelo de seleção e caracterização proposto por Cantanhede, Alexandrino & Queiroz (2015).

Figura 4. Análise do TDC “O Ártico na máquina do tempo” a partir do referencial metodológico de Cantanhede, Alexandrino & Queiroz (2015)



Fonte: elaboração própria.

No que diz respeito ao conteúdo, foi identificado o conteúdo de química ‘o estudo dos gases’, na área de físico-química, que faz fronteira com a física e com a química ambiental. O conteúdo selecionado apresentou como tema contemporâneo o meio ambiente.

Nos livros didáticos de química, o conteúdo ‘o estudo sobre os gases’ é trabalhado relacionando as propriedades dos gases com as grandezas do estado gasoso e a

lei dos gases. No livro didático de química - 1º ano do ensino médio, da coleção Química Cidadã (Mol & Santos, 2013), o estudo dos gases foi apresentado em sala de aula de forma contextualizada com questões ambientais como a poluição atmosférica e o aquecimento global. A adequação do TDC com o conteúdo de química residiu, portanto, na abordagem que o artigo faz sobre os gases do efeito estufa, o ciclo do carbono e a poluição atmosférica, correlacionado também a fronteira química ambiental ao tema contemporâneo meio ambiente. Além disso, a análise específica mostrou a presença da temática aquecimento global, como mostra o seguinte trecho retirado do TDC:

“Importante lembrar que o aumento de concentração desse gás, por sua menor abundância, produz efeitos bem maiores, traduzidos no chamado potencial de aquecimento global, que, no caso do metano, é 34 vezes o do CO₂, considerando os efeitos no ciclo do carbono na escala de 100 anos” (Costa, 2020, p. 6).

Uma característica importante da atividade científica presente no texto foi revelada através da ênfase ao aspecto da natureza da ciência, mostrando um sentido do fazer científico relacionado com questões externas, ou seja, a força que os fatores políticos e sociais podem ter no fazer científico e tecnológico. Compreende-se que a natureza da ciência “pode abranger desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas” (Moura, 2014, p. 32).

79

Como exposto no seguinte excerto do TDC utilizado como recurso didático:

“De forma trágica, mais combustíveis fósseis transportados através do Ártico favorecem justamente, através de sua queima, o degelo do Ártico e, seguindo o raciocínio do empresário, entrariamos em uma espécie de feedback ou retroalimentação. (...) O Ob River como exemplo do que poderíamos chamar de retroalimentação dos navios evidentemente um problema, pois a navegação sempre produziu desequilíbrios ambientais em ecossistemas, incluindo introdução de espécies invasoras, poluição química e sonora. Mas é certamente algo bem pequeno se comparado aos inúmeros processos não-lineares associados ao clima do Ártico” (Costa, 2020, p. 5).

Em abordagens e contexto, duas perspectivas apontaram a forma pela qual o texto se encontra contextualizado. Identificou-se uma abordagem conceitual e em contexto ambiental. Em ambas as perspectivas os efeitos climáticos ou poluição ambiental, isto é, questões conceituais, estão associadas ao ambiente (Cantanhede, Alexandrino & Queiroz, 2015).

Na análise quanto à forma, notou-se uma estrutura expositivo-descritiva do texto, que apresenta linguagem acessível e, ao mesmo tempo, metafórica. Em relação à linguagem destacamos as seguintes analogias:

“Um canário engaiolado costumava ser levado por mineiros para servir de aviso sobre a presença de gases tóxicos (como monóxido de carbono) em minas de carvão. Mais vulnerável do que os seres humanos, o canário morria antes que o ambiente se tornasse tóxico para eles. (...) O oceano Ártico tem sido um verdadeiro canário na mina do aquecimento global, e ele está agonizando” (Costa, 2020, p. 2).

“Acontece que, como toda geladeira, ao ser descongelada, o derretimento do permafrost está expondo a matéria orgânica nele contida à decomposição e, portanto, à produção, cada vez em maior escala, de gases de efeito estufa, incluindo não apenas o CO₂, mas sobretudo o metano” (Costa, 2020, p. 6).

“De todo modo, o clima do planeta, com o Ártico à frente, parece ter entrado em uma máquina do tempo, empurrado cada vez mais pelas emissões humanas. Uma máquina do tempo, aliás, bem mais potente que o DeLorean do Doc Brown em De volta para o futuro e que é influenciada pelo efeito combinado da intervenção humana na atmosfera com as retroalimentações do próprio sistema climático (ou, nesse caso, retro-alimentares)” (Costa, 2020, p. 2).

80

Em relação aos recursos visuais, encontramos variadas imagens que auxiliaram na interpretação textual e despertaram o interesse dos alunos, convertendo-o em um texto rico visualmente rico, como gráficos e fotografias. Dessa forma, as imagens que aparecem no texto auxiliam no entendimento do TDC, uma vez que possibilitam visualizar as mudanças que o ambiente sofre, já que a área de cobertura de gelo marinho no Ártico é registrada por satélite e pode ser demarcada a sua redução em mais de 40%, ilustrando assim o que acontece de fato nesse contexto. Os gráficos são outra forma de divulgação de resultados, nos quais os dados quantitativos da concentração em partes por milhão da emissão de dióxido de carbono são mostrados em picos de crescimento e decrescimento, numa variação em função de um intervalo de 800.000 anos. Imagens da vegetação e do ecossistema local auxiliam o aluno a se aprofundar na problemática que o texto apresenta. Portanto, o conjunto das informações descritas, articuladas às imagens e gráficos, viabiliza a análise mais ampliada do conteúdo, favorecendo a construção de um olhar mais complexo, crítico e real sobre o contexto em estudo (Sousa *et al.*, 2020).

Essa etapa de análise e caracterização do texto possibilitou um detalhamento de um conjunto de informações muito essenciais para o planejamento da estratégia didático-teórica experimental, do tipo estudo dirigido, que fez uso do TDC como recurso didático. Esse detalhamento é fundamental para conhecimento do recurso e verificação de sua adequação aos objetivos propostos para a referida atividade, com exercício oral e escrito, pensada para o estudo dos gases, incluindo a problematização sobre questões ambientais.

3.2. Dos aspectos da alfabetização científica presentes no texto de divulgação científica

Na verificação dos termos técnicos e científicos presentes no texto, primeiro componente dos eixos estruturantes da alfabetização científica e tecnológica analisados no TDC, identificou-se as seguintes palavras em destaque: *efeito estufa, antrópico, ecossistema global, matéria orgânica, máximo térmico, paleoclimatologia, pergelissolo, pleistoceno, amplitude térmica, fenômeno, sistemas meteorológicos (meteorologia), retroalimentação climática, satélite, espécies, exílio, pandêmico*.

A aprendizagem desse vocabulário presente no TDC é importante, pois a alfabetização científica e tecnológica pauta a linguagem e a comunicação como importantes ferramentas no processo de ensino e aprendizagem, dada a necessidade e possibilidade de conhecimento do mundo (Ricardo *et al.*, 2004), mediado pela língua e pela cultura. Identificou-se também que os elementos relacionados à construção e organização da ciência, isto é, a natureza da ciência, são encontrados no texto através de uma leitura crítica sobre o ecossistema global e os resultados da participação política e social no respeito e conscientização sobre o uso de recursos ambientais e humanos. É a problematização do desenvolvimento científico e tecnológico, evidenciando como impactos sociais e ambientais são provocados e podem ser pensados e/ou redimensionados, senão vejamos:

“E não custa lembrar que não é a minoria de bilionários que, desdenhando do futuro da Terra, sonha com a colonização/terraformação de outros mundos. São as maiorias sociais vulnerabilizadas, as gerações de crianças e jovens do presente e do futuro e, por que não dizer, a biosfera em seu conjunto, irremediavelmente presas ao retorno no tempo marcado no relógio desse DeLorean insano, que, sem sair do lugar, podem estar sendo enviadas para outro planeta” (Costa, 2020, p. 7).

81

Aqui faz-se referência às questões externas que afetam o desenvolvimento científico e tecnológico, uma vez que o debate produz impacto, impulso e crescimento da consciência pública, culminando em medidas importantes, a exemplo do movimento ambientalista, inspiradas pelos conhecimentos sintetizados para o entendimento tanto de cientistas como da população em geral (Carson, 2010).

A leitura proveitosa precisa ser crítica, isso exige reflexão, ponderamento e exame, “[...] consiste em emitir juízo de valor, percebendo no texto o bom e o verdadeiro, da mesma forma que o fraco, o medíocre ou o falso” (Marconi & Lakatos, 2003, p. 20). Assim, a problematização, como etapa da leitura do texto de divulgação científica, se faz igualmente importante na AC, pois problematizar “[...] consiste em abordar questões reconhecidamente conflitantes da vida e do meio do estudante; investigar para entender melhor a situação e desencadear uma análise crítica e reflexiva para que ele perceba a necessidade de mudanças” (Sasseron & Machado, 2017, p. 27).

É nesse sentido que a problematização na leitura compartilhada do TDC com os alunos pode auxiliar no debate de questões reais que os estudantes podem

associar ao texto, colocando opiniões pessoais também baseados em outras fontes e evidências (Sousa, Cantanhede, Cantanhede & Sousa, 2022). Através do TDC notou-se a potencialidade do professor lançar mão da abordagem CTSA, tendo em vista que o recurso didático explora suas relações de forma contextualizada e crítica. Verificou-se no texto um conteúdo de química que faz referência à história, sua aplicação, aspectos políticos, econômicos e sociais, possibilitando a promoção de uma leitura crítica e problematizadora do conteúdo 'os gases e suas transformações'. Problematicar, neste contexto, implica em ressignificar o conhecimento científico, fazendo seu uso consciente e social no mundo e, nesta medida, construindo saber ampliado e profundo sobre o próprio mundo, o que assegura a AC (Cunha & Perlin, 2020; Sasseron & Machado, 2017).

No que se refere a ciências naturais e suas tecnologias, a BNCC estabelece como competências específicas para o ensino médio, analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos; investigar situações-problema; bem como avaliar aplicações do conhecimento científico, tecnológico e suas implicações no mundo. Entende-se a partir dessa observação, que o TDC atende aos propósitos da BNCC, se utilizado como recurso didático, pois desenvolve as seguintes habilidades e competências: interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclo; promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida; além de promover o desenvolvimento da habilidade de interpretar TDC que tratem de temáticas das ciências da natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações (Brasil, 2018).

82

3.3. Da aplicação da estratégia didática

Buscou-se na estratégia didática do tipo estudo dirigido uma atividade teórico-experimental que o professor pudesse fazer uso do TDC, com ênfase nos eixos da AC, identificados previamente, para a exploração textual e discussões com exercício oral e escrito, contemplando o estudo dos gases e incluindo a problematização sobre as questões ambientais.

A partir da estratégia didática aplicada, obteve-se os seguintes resultados da produção de 34 estudantes participantes: 29 murais de associações; 18 redações; 29 respostas discursivas a questionários e seis vocabulários de termos técnicos e científicos construídos por seis grupos. Devido a eventuais faltas dos discentes, a variação no número de alunos determinou a alteração na quantidade de respostas obtidas por tarefa aplicada.

Considerando a análise específica para os murais de associações, cada aluno produziu um mural, totalizando 223 termos associados aos conceitos de ciência e tecnologia. A partir dos termos identificados nos murais de associações feitos pelos estudantes, foram geradas nuvens de palavras com o objetivo de verificar os termos de maior ocorrência para cada conceito (ciência e tecnologia). A **Figura 5** apresenta as nuvens de palavras geradas tanto para o mural de associações do conceito de ciência (a), quanto para o mural de associações para o conceito de tecnologia (b).

Figura 5. Nuvem de palavras gerada a partir dos murais de associações produzidos pelos estudantes para o conceito “tecnologia” (a) e o conceito “ciência” (b)



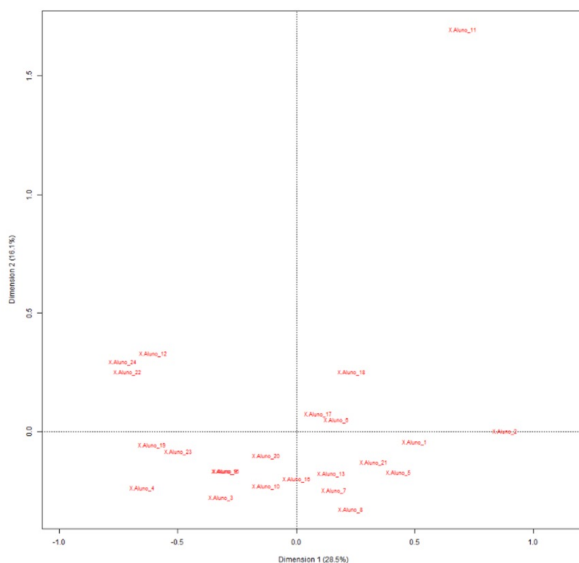
Fonte: elaboração própria.

Nessa análise, as palavras que aparecem em maior evidência foram citadas pelos alunos com maior frequência. Com relação ao conceito “tecnologia” as palavras mais frequentemente citadas foram: Internet, avanço, digitalização, eletrônicos, celular, fatos, inovação, energia, moderno, algoritmo, criar e estudo. Os termos centrais apresentados nas nuvens de palavras permitiram identificar a percepção dos alunos sobre a ciência e tecnologia e como essas percepções se relacionam com suas experiências pessoais e com o acesso a bens materiais e culturais de disseminação da ciência e da tecnologia no mundo, o que se pode depreender das associações feitas para o termo “tecnologia” percebido através de produtos mais conhecidos e utilizados por eles, como a Internet, o celular e os eletrônicos em geral, e traduzidas pelas palavras avanço e inovação.

83

Quanto aos termos associados à ciência destacaram-se: natureza, estudo, humano, conhecimento, sabedoria, animais, fatos, ciência, tecnologia e leis. Aqui, a natureza é percebida pelos estudantes como muito próxima da ciência. E a ciência é percebida como algo que se produz com estudo. Essa aproximação apontada pelos estudantes demonstra a ligação entre ciência, natureza, estudos e conhecimento, no seu entendimento acerca da temática. As palavras estudo e fatos aparecem relacionadas tanto à ciência quanto à tecnologia. Essas são as únicas palavras em evidência que apareceram nos murais de associações simultaneamente. Embora em maior ou menor evidência, ambos os termos centrais são apontados pelos estudantes como elementos que possuem o estudo como base e que trabalham com fatos, essas associações revelam a relação intrínseca entre saber científico e construção do conhecimento para compreensão e transformação do mundo (e da sua natureza) (Lima & Silva, 2022).

Após aplicação do teste diagnóstico realizou-se a leitura do TDC “O Ártico na máquina do tempo” que possibilitou a produção de um vocabulário de termos técnicos e científicos, construídos em grupo, a partir da leitura com pausa protocolada e de debate temático. A **Figura 6** apresenta a nuvem de palavras gerada pelos termos técnicos e científicos selecionados pelos alunos.

Figura 7. Análise fatorial por correspondência (AFC) dos textos produzidos pelos alunos

Fonte: elaboração própria.

O *corpus* textual submetido a AFC mostrou a distribuição da variável aluno, que representa as produções textuais de cada estudante. Nessa análise, podemos verificar a proximidade dos vocabulários empregados nessas produções que são expressos graficamente no plano cartesiano. Os indivíduos que aparecem mais próximos ou mais distantes no plano demonstram a relação existente entre esses vocabulários, ou seja, os indivíduos que possuem o mesmo perfil vocabular devem estar próximos no plano (Six, 2019). Assim, para o *corpus* analisado, verifica-se que a grande maioria dos textos apresentam proximidade entre os vocabulários utilizados pelos estudantes, pois o conjunto da variável aluno, converge para o centro do plano cartesiano. Os demais artigos também aparecem centralizados, indicando um conteúdo que utiliza vocabulários parecidos, também apontando que o conteúdo de um artigo se encontra presente nos demais artigos, reforçando que os indivíduos têm o mesmo perfil de vocabulário (Mendes, Proença & Pereira, 2022).

Alguns textos apresentaram distanciamento do centro do plano cartesiano, como por exemplo os artigos produzidos pelos alunos X.Aluno_12, X.Aluno_24 e X.Aluno_22, que apesar desse distanciamento, apresentam proximidade entre si. Logo, na produção textual desses estudantes os termos técnicos e científicos empregados estão muito próximos. Os trechos a seguir confirmam essa afirmativa.

Aluno 12: “Ciência é algo que simplesmente existe através de pesquisas e estudos como doenças, epidemias, remédios, etc.”.

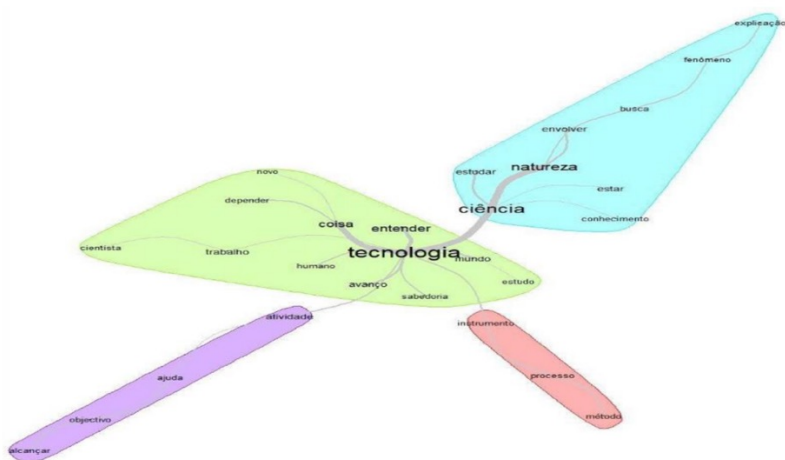
Aluno 22: “A ciência é um componente que causa uma ajuda em descobertas científicas com o descobrimento das doenças e de curas, o conhecimento científico, como o estudo da natureza e dos elementos, mas com o estudo do universo, da matéria que a ciência e estuda são reais e são usados para combater a epidemia e pandemia, com seus estudos descobrimos que tipo de doença, como a descoberta do aquecimento global no mundo”.

Aluno 24: “A ciência tem estudos, pesquisas, materiais e provas de acontecimentos científicos reais, exemplo de ciência são as vacinas, que a partir de pesquisas e experimentos podem ajudar a combater vírus, doenças e epidemia. Pois a ciência se avança cada dia mais, assim, trazendo benefícios, mas também alguns malefícios para quem não sabe usá-la corretamente podendo criar armas fatais, mas a meta é melhorar cada dia”.

Os três artigos têm em comum um conteúdo que descreve a ciência associada a estudos e descobertas que favorecem a vida humana. Além disso, a presença de algumas palavras utilizadas nos três discursos como epidemia, estudo e doença reforçam o alinhamento, indicando quais palavras são comuns nos discursos dos indivíduos (Mendes, Proença & Pereira, 2022).

A produção textual dos estudantes foi analisada pelo Iramuteq a partir da análise de similitude. A análise de similitude organiza a distribuição do vocabulário de forma facilmente compreensível e visualmente clara (Camargo & Justo, 2013). As comunidades apresentaram conexões na perspectiva do campo semântico, centralizado através da percepção da turma do conceito ciência associado a natureza; e tecnologia ligada aos termos avanço e inovação. A **Figura 8** apresenta a análise de similitude gerada a partir do corpus textual analisado.

Figura 8. Análise de similitude gerada pelo Iramuteq a partir do *corpus* textual analisado



Fonte: elaboração própria.

A análise de similitude apresentou quatro comunidades que representam agrupamentos ou halos em função das palavras com maior relação, como frequência e co-ocorrência, ou seja, a repetição de uma palavra e o número de ligações entre uma palavra e outra (Mendes, Proença & Pereira, 2022). As áreas destacadas em diferentes cores evidenciam os termos que apareceram associados com maior frequência no texto dos alunos e o tamanho da fonte é proporcional à frequência desses termos.

Os termos que representaram as duas comunidades principais são tecnologia, ciência e natureza. A comunidade tecnologia apresenta pouca ligação (proximidade) com as comunidades periféricas, representadas pelas palavras atividade e instrumento. Por outro lado, essa comunidade possui relevante ligação com a palavra ciência que, por sua vez, tem forte relação com a natureza, indicando a articulação entre os processos tecnológicos e científicos com a natureza. Nessa análise, identificou-se que o núcleo central tecnologia revela a percepção que os alunos desenvolveram durante as aulas. Uma vez identificadas que as palavras ciência, natureza e, no núcleo central, a palavra tecnologia, são o tronco delineador da percepção dos alunos sobre ciência e tecnologia, os eixos deram estrutura às respostas. Na área periférica do eixo natureza-ciência, as palavras: explicação, fenômeno, busca e envolver se encontram ligadas a natureza em uma única ramificação estreita; as palavras estar, estudar e conhecimento aparecem imediatamente ligadas a ciência e, várias palavras, de outras ramificações geradas pela análise, aparecem ligadas ao eixo do núcleo central tecnologia.

Essa é uma forma de alinhamento lexical que ocorre entre as palavras natureza, ciência, tecnologia e coisa e possibilita a inferência semântica do tipo: entender a tecnologia e a ciência que estuda a natureza. A palavra coisa aparece com forte ligação na comunidade tecnologia, isso representa um vocabulário que não possui ainda as palavras para definir ou denominar as formas que os estudantes percebem. Ressalta-se ainda que a comunidade instrumento é composta pelas palavras processo e método, indicando que a tecnologia não se resume a instrumentos tecnológicos, mas abrange processos produtivos, processos de criação, sistemáticos e metódicos, corroborado pelo fato de que os conhecimentos tecnológicos lidam com situações específicas na/da realidade.

87

Considerando que o objetivo do trabalho tecnológico é produzir e melhorar artefatos, sistemas e processos, a fim de satisfazer necessidades e desejos humanos (Gil-Pérez *et al.*, 2020), a forma de alinhamento lexical das comunidades instrumento e atividade possibilita a inferência de que os estudantes não associam a tecnologia a processos produtivos, processos de criação, sistemáticos e metódicos, assim como não entendem tecnologia como uma atividade humana de suporte para a sociedade de longo alcance, tendo em vista a força de ligação desses agrupamentos serem irrelevantes e não estarem muito evidenciados como se apresenta no alinhamento entre as palavras “natureza”, “ciência”, “tecnologia” e “coisa”. Em relação a abordagem CTSA o TDC “O Ártico na máquina do tempo” também possibilitou aos alunos a percepções descentralizadas de ciência como experimentação, métodos ou teorias a partir do fomento ao debate social das consequências também negativas que a ciência e a tecnologia podem trazer para a sociedade, o ambiente, evidenciando o encontro com a abordagem CTSA.

Assim, ressalta-se a importância de promover encontros pedagógicos em novos moldes e abordagens educacionais que possibilitam a AC; incentivam a capacidade dos estudantes de solucionar problemas mediante os saberes próprios das ciências e do método científico; bem como ampliam o entendimento de TDC para reflexão e atuação dentro da sociedade, contribuindo para a transformação social almejada. A capacidade de [...] modificar este mundo e a si mesmo por meio da prática consciente propiciada pela sua interação com saberes e procedimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (Sasseron & Machado, 2017, p. 13), é construída, portanto, a partir de experiências educativas que articulem o saber e o saber fazer, ou seja, os conhecimentos científicos e os procedimentos que os garantem.

Considerações finais

Os caminhos percorridos orientaram a escolha do TDC “O Ártico na Máquina do Tempo” como recurso didático eficaz para favorecer a aprendizagem conforme a atividade planejada. A leitura do TDC mostrou-se eficiente no desenvolvimento do vocabulário técnico e científico, permitindo a ampliação do vocabulário dos estudantes. Isso foi alcançado por meio da verificação desses termos no contexto ambiental e sua aplicação na construção de ideias, interpretação de fenômenos e elaboração de produções textuais. No ensino de química, o planejamento encontra nos TDC uma oportunidade para promover discussões sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, integradas aos conteúdos curriculares, além de fortalecer a compreensão dos estudantes acerca da natureza da ciência e do conhecimento científico.

No entanto, existem algumas limitações quanto ao uso dos TDC no ensino de química que podem ser discutidas sob diversas perspectivas. Dentre algumas podemos destacar as dificuldades de adequação dos conteúdos desses textos ao nível de conhecimento prévio dos estudantes, uma vez que tais textos são desenvolvidos para um público generalizado e podem não contemplar a profundidade necessária ou apresentarem conceitos complexos demais para alunos de nível médio, por exemplo. Isso pode prejudicar a capacidade de compreensão, particularmente se os estudantes não possuírem uma base sólida nos temas científicos discutidos. Sendo assim, destacamos a relevância de uma seleção cuidadosa dos TDC, como também de uma intervenção ativa por parte dos professores, para assegurar que a utilização desses textos possa contribuir de modo efetivo nas discussões envolvendo conteúdos químicos.

Nessa perspectiva, estratégias didáticas bem elaboradas, com o uso de TDC, podem ajudar na superação de limitações e contribuir com a qualidade do processo formativo dos professores a partir de sua ação pedagógica. Neste sentido, abordagens interdisciplinares, capazes de conectar a química com as outras áreas do conhecimento, como por exemplo a biologia, a tecnologia e as questões sociais e ambientais, podem auxiliar o professor durante o seu processo formativo, ampliando os impactos que os TDC podem proporcionar no aprendizado dos estudantes a partir de sua utilização como recurso didático.

Financiamento

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA. BIC-01225/20 “Contribuição dos Textos de Divulgação Científica utilizados em oficinas de ensino para a Alfabetização Científica no ensino de Química”. Pesquisadora Responsável: Diana de Sousa Araújo. Ao Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Maranhão (GPEQUIMA), ao IFMA/Campus Codó e a UFMA/Campus Codó.

Referências bibliográficas

Bock, A. M. B., Furtado, O. & Teixeira, M. L. T. (1999). *Psicologias: uma introdução ao estudo de psicologia*. São Paulo: Saraiva.

Bosi, A. C. C. M. & Brasão, H. J. P. (2020). A pedagogia tradicionalista em contraste à pedagogia progressista crítico-social nos atuais. *Cadernos da Fucamp*, 19(37), 36-44.

Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação.

Bulhões, D. B. (2020). *O uso de chatbot aplicado a técnica de leitura protocolada [Dissertação]*. Diamantina: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Camargo, B. V. & Justo, A. M. (2018). Tutorial para uso do software IRAMUTEQ. Disponível em: <http://www.iramuteq.org/documentation/fichiers/tutoriel-en-portugais>.

Camargo, B. V. & Justo, A. M. (2013). IRAMUTEQ: Um software gratuito para análise de dados textuais. *Temas em Psicologia*, 21(2), 513–518. DOI: <https://doi.org/10.9788/tp2013.2-16>.

Cantanhede, S. C. da S. (2012). *Textos da Revista Ciência Hoje como recurso didático: análise e possibilidades de uso no ensino médio de Química [Dissertação]*. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos.

Cantanhede, S. C. da S., Alexandrino, D. M. & Queiroz, S. L. (2015). *Divulgação científica como recurso didático no ensino de Química*. Disponível em: <http://www.gpeqsc.com.br/sobre/manuais/DivulgacaoCiencRecursoDidEnsiQuimica.pdf>.

Carson, R. (2010). *Primavera Silenciosa*. São Paulo: Editora Gaia.

Carvalho, A. M. P. & Gil-Perez, D. (2011). *Formação dos professores de Ciências: tendências e inovações*. São Paulo: Cortez.

Célia, L. dos S., Barcelos, R. G. de, & Moll, J. (2021). A resignificação da práxis pedagógica na educação básica e a legitimação da investigação científica. Em N. O. S. Lacerda & R. Loguericio (Orgs.), *XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em*

Ciências – XIII ENPEC (p. 1–8). Disponível em: <https://editorarealize.com.br/edicao/detalhes/anais-do-xiii-encontro-nacional-de-pesquisa-em-educacao-em-ciencias>.

Chassot, Á. (2018). *Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Unijuí.

Costa, A. (2020). O Ártico na máquina do tempo. *Revista Ciência Hoje*. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/o-artico-na-maquina-do-tempo/>.

Cunha, M. & Perlin, H. (2020). Alfabetização científica e tecnológica: desafios da educação CTS no contexto educacional brasileiro. *Revista Mundi Sociais e Humanidades*. DOI: <https://doi.org/10.21575/25254774rmsh2020vol5n11291>.

Dias, G. R., Bento, J. I. M., Cantanhede, S. C. da S. & Cantanhede, L. B. (2017). Textos de Divulgação Científica como uma Perspectiva para o Ensino de Matemática. *Educação Matemática Pesquisa*, 19(2). DOI: <https://doi.org/10.23925/1983-3156.2017v19i2p291-313>.

Ferreira, L. N. de A. (2012). *Textos de divulgação científica para o ensino de química: características e possibilidades* [Tese de doutorado]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos.

Ferreira, L. N. de A. & Queiroz, S. L. (2012). Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências: uma revisão. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5(1), 3–31. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37695/28866>.

Freire, P. (2019). *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz & Terra.

Freitas, D. de, Santos, M. dos, Pierson, A. H. C., Calafell, G. & Santos, M. dos. (2022). FACTS: uma ferramenta CTS para avaliação de processos e produtos na educação científica. *Revista CTS*, 17(51), 179–202. Disponível em: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/325/287>.

Germano, M. G. & Kulesza, W. A. (2007). Popularização da ciência: uma revisão conceitual. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 7–25. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/1546/5617>

Gil-Pérez, D., Fernández, I., Carrascosa, J., Vilches, A., Cachapuz, A., Praia, J. & Salinas, J. (2020). Questioning and overcoming distorted views of science: an essential requisite for the renewal of science education.

Krasilchik, M. (2008). *Prática de ensino de Biologia*. São Paulo: EDUSP.

Lima, L. S. de S. & Silva, P. da C. G. (2022). Conhecimento científico e o ensino de ciências: tecendo reflexões. *Biosphere Comunicações Científicas*, 1(1), 38–44. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/bcc/article/view/13228/8139>.

Lopes, W. Z. & Garcia, R. N. (2019). Abordagem dos temas Alfabetização Científica (AC) e Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS). *Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar*, 5(14). DOI: <http://dx.doi.org/10.21920/recei72019514283301>.

Lorenzetti, L. (2023). Promovendo a Alfabetização Científica e Tecnológica no Contexto Escolar. *Educação Por Escrito*, 14(1), e45045. DOI: <https://doi.org/10.15448/2179-8435.2023.1.45045>.

Marchand, P. & Ratinaud, P. (2012). L'analyse de similitude appliquée aux corpus textuels: les primaires socialistes pour l'élection présidentielle française (septembre-octobre 2011). *Actes des 11èmes Journées Internationales d'Analyse des Données Textuelles (JADT)*, 687–699.

Marconi, M. A. & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Atlas.

Massarani, L. & Moreira, I. de C. (2002). Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil. Em Luisa. Massarani, I. de C. Moreira, & F. Brito (Orgs.), *Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil*. (p. 25–42). Rio de Janeiro: Editora UFRJ.

Mendes, L. O. R., Proença, M. C. de & Pereira, A. L. (2022). El software IRaMuTeQ em investigación cualitativa: una revisión sistemática em el ámbito de la educación matemática. *Revista Paradigma*, XLIII(Ed. Temática: Pesquisa Qualitativa Em Educação Matemática), 228–258.

91

Mol, G. & Santos, W. L. P. (2013). *Química Cidadã* (Vol. 1). São Paulo: AJS.

Moura, B. A. (2014). O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, 7(1), 32–46. DOI: <https://doi.org/10.53727/rbhc.v7i1.237>.

Nascimento, A. R. A. do & Menandro, P. R. M. (2006). Análise lexical e análise de conteúdo: uma proposta de utilização conjugada. *Estud. pesqui. Psicol.*, 6(2), 72–88. DOI: <https://doi.org/10.12957/epp.2006.11028>.

Nascimento, R. M. de L. L. & Mól, G. de S. (2020). A formação de professores de ciências: uma análise da sua atuação frente aos desafios e inovações do mundo moderno. *Brazilian Journal of Development*, 6(3), 15834–15845. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-454>.

Oliveira, R. Q. de S., Cantanhede, S. C. da S., Cantanhede, L. B. & Veloso, C. (2023). A divulgação científica no Ensino Fundamental: a ciência e a vida dos cientistas na visão de estudantes. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 14(1), 1-25. DOI: <https://doi.org/10.26843/rencima.v14n1a04>.

Ribeiro, G. F. & Artuso, A. R. (2020). A aprendizagem significativa e alfabetização científica e tecnológica nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista Mundi Sociais e Humanidades*, 5(1), 71. DOI: <https://doi.org/10.21575/25254774rmsh2020vol5n11235>.

Ricardo, E. C., Custódio, J. F., Rezende Junior, M. F. & Alves Filho, J. P. (2004). A Abordagem CTS e a Alfabetização Científica e Tecnológica: conflitos e aproximações. Em I. P. Martins, F. Paixão, & R. M. Vieira (Orgs.), *Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*. Aveiro: AIA-CTS.

Rocha, M. B. (2012). O potencial didático dos textos de divulgação científica segundo professores de ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 5(2), 47–68. DOI: <https://doi.org/10.3895/s1982-873x2012000200005>.

Santos, W. L. P. (2011). Significados da educação científica com enfoque CTS. Em W. L. P. Santos & D. Auler (Orgs.), *CTS e educação científica: desafios, tendências, e resultados e pesquisas* (21–47). Brasília: UNB.

Sasseron, L. H. & Machado, V. F. (2017). *Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física*. São Paulo: Editora Livraria da Física.

Six, C. (2019). *Analyse lexicale appliquée à une question ouverte à l'aide d'IRaMuTeQ* [Tese de doutorado]. Paris: Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie.

Sousa, B. L. S., Cantanhede, S. C. da S. & Cantanhede, L. B. (2020). Caracterização de Textos da Revista *Ciência Hoje*, Seção o Leitor Pergunta, uma Perspectiva para o Ensino da Química na Educação Básica. *Exatas Online*, 11(1), 50–62.

92

Sousa, B. L. S., Cantanhede, S. C. da S., Cantanhede, L. B. & Sousa, D. A. de. (2022). Textos de divulgação científica: uma possibilidade para a discussão do conteúdo polímeros no ensino médio. *Revista REAMEC, Rede Amazônica em Educação em Ciências e Matemática*, 10(3), 1–23. DOI: <https://doi.org/10.26571/reamec.v10i3.13730>.

Tibão, L. A. T. (2021). *Teorias cognitivistas da aprendizagem: um ensaio de inserção da teoria na prática do ensino de ciências da natureza* [Dissertação]. Niterói: Universidade Federal Fluminense.

Tensiones epistémicas en un programa de posgrado en ciencias ambientales *

Tensões epistêmicas em um programa de pós-graduação em ciências ambientais

Epistemic Tensions in a Graduate Program in Environmental Sciences

Gerardo Morales Jasso  y Leonardo Ernesto Márquez Mireles  **

Este artículo provee evidencia de oportunidades de mejora en la formación teórica de los científicos ambientales a partir de un caso de estudio realizado en el Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), México. El artículo se centra en los resultados de un cuestionario realizado al 78,9% de los profesores del programa, el cual aborda: la definición de “ambiente”, las concepciones sobre la ciencia y sobre las ciencias ambientales, y la naturaleza multi o interdisciplinaria de las ciencias ambientales. La investigación se apoyó también en entrevistas a estudiantes y una etnografía de cuatro años. De este modo se comprueban las tensiones epistémicas previstas por la bibliografía teórica sobre las ciencias ambientales y se postula que estas han de ser tomadas en cuenta en la formación de científicos ambientales y comprobadas en otros programas de formación de ciencias ambientales.

93

Palabras clave: formación universitaria; enseñanza de las ciencias; estudios de posgrado; educación ambiental; organización curricular

* Recepción del artículo: 18/12/2023. Entrega del dictamen: 06/02/2024. Recepción del artículo final: 08/02/2024.

** Gerardo Morales Jasso: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C., México. Correo electrónico: gerardosansa@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2328-1143>. Leonardo Ernesto Márquez Mireles: Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Correo electrónico: leonardoemm@uaslp.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6732-8156>.

Este artigo apresenta evidências de oportunidades de melhoria na formação teórica de cientistas ambientais a partir de um estudo de caso realizado no Programa Multidisciplinar de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Autônoma de San Luis Potosí (UASLP), México. O artigo se concentra nos resultados de um questionário aplicado a 78,9% dos professores do programa, que aborda: a definição de “meio ambiente”, as concepções sobre ciência e ciências ambientais e a natureza multi ou interdisciplinar das ciências ambientais. A pesquisa também foi apoiada por entrevistas com alunos e uma etnografia de quatro anos. Dessa forma, as tensões epistêmicas previstas pela literatura teórica sobre ciências ambientais são verificadas e argumenta-se que elas devem ser levadas em conta no treinamento de cientistas ambientais e testadas em outros programas de treinamento em ciências ambientais.

Palavras-chave: ensino universitário; ensino das ciências; pós-graduação; educação ambiental; organização curricular

This article provides evidence of opportunities for improvement in the theoretical training of environmental scientists from a case study conducted in the Multidisciplinary Graduate Program in Environmental Sciences at the Autonomous University of San Luis Potosi (UASLP, due to its initials in Spanish), Mexico. The article focuses on the results of a questionnaire conducted to 78.9% of the professors of the program, which addresses the definition of “environment”, the conceptions about science and environmental sciences, and the multi or interdisciplinary nature of environmental sciences. The research was also supported by interviews to students and a four-year ethnographic study. In this way, the epistemic tensions foreseen by the theoretical literature on environmental sciences are verified and it is postulated that these should be considered in the training of environmental scientists and tested in other environmental science training programs.

Keywords: university education; science teaching; postgraduate studies; environmental education; curricular organization

Introducción

Las ciencias ambientales (CA) son disciplinas recientes, de entre los años 60 y 70 del siglo pasado. Su desarrollo se dio rápidamente y ha pasado por distintas etapas, pero asincrónicamente en diferentes países. En Estados Unidos y Reino Unido, con *Silent Spring* -libro sobre ciencia ambiental de Rachel Carson, publicado en 1962- inició la fase de entusiasmo. La transición a la fase del realismo se dio alrededor de la crisis de petróleo de 1973, llegando a la idea de que, por la complejidad del sistema a cambiar, no bastaban las reformas. La siguiente etapa, que no ha sido generalizada, es la de “tercerculturización”, en la que hubo un alejamiento con el reduccionismo y un acercamiento a las ciencias sociales y las humanidades (O’Sullivan, 1986). En el caso mexicano, primeramente, hubo programas de formación existentes que ambientalizaron su currículo, pero las CA comenzaron su institucionalización entre los años 80 y 90 y no se pueden caracterizar bajo solo una de estas fases.

El tema ambiental “carece de una adecuada sistematización al interior de los ámbitos universitarios” (Jiménez Bautista, 2017, p. 21) y la juventud de las CA permite suponer que, a través de su desarrollo y debido a su pragmatismo, hay tensiones teóricas que han sido insuficientemente abordadas, o esquivadas. Leff (1994, 2000), Figueroa Hernández (2003), la Red Colombiana de Formación Ambiental (2007), Lezama (2010), Giannuzzo (2010), Bocco & Urquijo Torres (2013), Plencovich *et al.* (2016) y Drummond & Barreto (2020) sugieren que no hay claridad sobre cuál es el paradigma de las CA; que hay una falta de caracterización sobre el significado de multidisciplina, interdisciplina, transdisciplina, y cuál de estas es más propia de las CA; que es necesario especificar el lugar de las ciencias naturales (CN) y de las ciencias sociales (CS) para con las CA, así como responder cuáles son las CA, cuáles no, cómo se clasifican y qué tipo de científicos requieren formar.

95

Caracterizaremos a las CA de la tercera fase como un grupo de disciplinas híbridas cuyos objetivos son conocer el ambiente con el fin de atender los problemas ambientales. Son híbridas porque reúnen sistémica e interdisciplinariamente teorías y métodos de ciencias sociales y ciencias naturales. Además, más que la búsqueda de conocimiento ambiental, su objetivo ha sido atender problemáticas ambientales, que iniciaron en la conciencia social y científica como un número limitado de CA que, posteriormente, aumentó su cantidad e información disponible sobre éstas. Por lo tanto, las CA son principalmente ciencias aplicadas y tecnologías, y secundariamente ciencias básicas (Bocco & Urquijo Torres, 2013; Camou Guerrero *et al.*, 2013; Centro de Investigaciones en Ecosistemas, 2005; Cubillos Quintero, 2020; Drummond & Barreto, 2020; Gortari *et al.*, 2013; Jaksic, 1997; Leff, 2015; Morales Jasso *et al.*, 2022; Plencovich *et al.*, 2016; Red Colombiana de Formación Ambiental, 2007; Rohde, 2005; Severiche Sierra & Acevedo Barrios, 2013; Warde *et al.*, 2018). Esto supone diferencias para con disciplinas dualistas como las ciencias sociales y las ciencias naturales. No obstante, como en la práctica las CA son cultivadas en sus distintas fases, pueden ser caracterizadas no sólo sistémica e interdisciplinariamente, sino dualista y disciplinariamente.

Es decir: por un lado, se han construido y profundizado los problemas ambientales, y por el otro, lo mismo han hecho las CA, retroalimentándose mutuamente. Mientras

las CA han atendido los problemas ambientales, los textos que estudian a las CA se han dado en menor cantidad (Bowler, 1999; Jordanova, 1997; Jordanova & Porter, 1997a, 1997b), especialmente, pocos han sido los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) sobre las CA (López Cerezo, 2017; Morales Jasso & Sáenz Martínez, 2024). Lo que sí han estudiado los estudios CTS son las consecuencias ambientales de la ciencia y la tecnología (López Cerezo, 2017) y la importancia del tema ambiental en contextos educativos (Bastos Cunha, 2022).

Por tal razón, hace falta constatar empíricamente la información teórica sobre las CA. Así, se llevó a cabo: i) una etnografía de cuatro años en un programa de posgrado en CA: el Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales (PMPCA) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), México; ii) entrevistas a estudiantes y exestudiantes del mismo; y iii) un cuestionario realizado a profesores del programa. Este artículo se centra en los resultados del cuestionario, que se diseñó para revelar tensiones epistémicas en las CA y sus procesos formativos. Previamente, se han realizado diversos y reveladores cuestionarios sobre percepción ambiental a la población en general, los cuales muestran las diferencias en percepción y conceptualización al respecto, y sus consecuencias (Gutiérrez Yurrita *et al.*, 2019). No obstante, el aporte y la centralidad del cuestionario aquí presentado es que se centra en formadores de científicos ambientales, por lo que las diferencias que se encuentren tendrían amplias repercusiones en los futuros científicos ambientales.

1. Metodología

Se realizó una búsqueda bibliográfica de textos de epistemología que identificaron algunas tensiones que podrían existir en las CA (varios citados anteriormente). Con base en lo encontrado en esta pesquisa, se diseñó y aplicó un cuestionario de 19 preguntas con intención de aplicarse a la totalidad de profesores del PMPCA, el cual fue respondido por una muestra no aleatoria de 78,9% de la misma. La aplicación del cuestionario generó información cualitativa y de estadística descriptiva. Cada pregunta del cuestionario se diseñó también desde la perspectiva de los estudios CTS, con base en bibliografía teórica de las CA. En el cuestionario aparecen, en primer lugar, preguntas conceptuales que teóricamente permitirían responder a algunas de las preguntas que les siguen mediante las categorías a las que apeló el encuestado. Algunas preguntas buscan la reiteración de otras respuestas y algunas persiguen su ampliación. Los temas que abordan son: i) la definición de ambiente; ii) concepciones sobre la ciencia; iii) concepciones sobre las CA; y iv) la naturaleza multi o interdisciplinaria de las CA.

Además, se realizó una etnografía de cuatro años (2018-2022), entrevistas a profesores y estudiantes, lo cual se complementó con 34 entrevistas a estudiantes y egresados del PMPCA,¹ la mitad de los cuales tenían antecedentes en las ciencias

1. Cinco ingenieros ambientales, tres agrónomos, tres científicos ambientales, dos químicos, dos biólogos, una geóloga, una nutrióloga; seis psicólogos, dos antropólogos, una politóloga, una socióloga, una abogada, una administradora, una arquitecta, un geógrafo, una contadora, una historiadora, una educadora y un científico ambiental con maestría en paz (que tuvo, por lo tanto, las dos formaciones).

naturales e ingeniería y la otra mitad en ciencias sociales y humanidades, además de un estudiante con formación en ambas, siendo 35 entrevistas en total. Sin embargo, este artículo le da centralidad a lo respondido por docentes, mientras que las otras acciones de pesquisa aquí descritas solo se retoman en tanto que permiten complementar la información que se permite extraer del cuestionario.

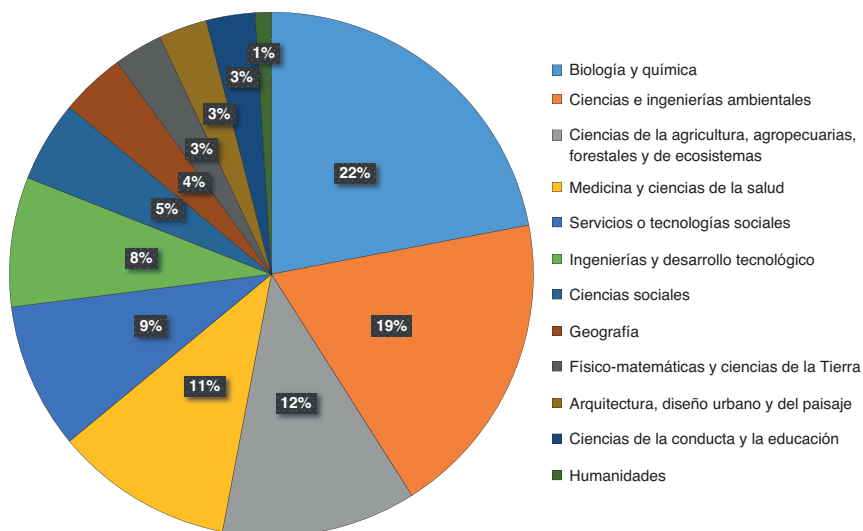
2. Marco teórico desde los estudios CTS

Los estudios CTS muestran que las comunidades científicas buscan reproducirse, adherir a un paradigma o programa de investigación a los individuos que se unen a su comunidad. En ello los profesores juegan un papel esencial. Buena parte de la ciencia es especializada, en ella los profesores guían y moldean a los estudiantes y son imitados por ellos. Aun así, existe una tensión esencial entre tradición y cambio (Fortes & Lomnitz, 2005; Kuhn, 1982). Mientras la socialización primaria asimila a los niños a su cultura y sociedad, la formación en una disciplina o área es una socialización secundaria, en la que un grupo de individuos aprenden teorías, métodos, valores y funciones (Fortes & Lomnitz, 2005). En los estudios de pregrado, así como en posgrados especializantes, este aprendizaje tiende a la homogeneidad del grupo de estudiantes (a pesar de las diferencias de carácter, valores y objetivos entre los profesores); en posgrados como los de CA -en los que se aceptan estudiantes de química, biología e ingenierías- los profesionales provenientes de cada área tienen sus propias teorías, métodos, funciones, valores y sociolectos.

De hecho, hay casos, como el que aquí se presenta, en los que los profesores provienen de distintas disciplinas y donde no solo se aceptan profesionales de ciencias naturales e ingenierías, sino que también entran al posgrado profesionales de las ciencias sociales y las humanidades. Esto supone que: i) la socialización secundaria de un posgrado en CA que acepta entre sus estudiantes a profesionales de distintas formaciones está ligada a tensiones con la socialización secundaria que el estudiante tiene desde el pregrado y que modifica su identidad; y ii) la misma socialización secundaria está ligada a tensiones en los diferentes objetivos, medios, valores y sociolectos que tienen los profesores del posgrado (si estos tienen distintas formaciones). En suma, la formación en CA involucra diversas tensiones que merecen ser estudiadas con la finalidad de favorecer la formación de los futuros científicos ambientales.

3. Resultados

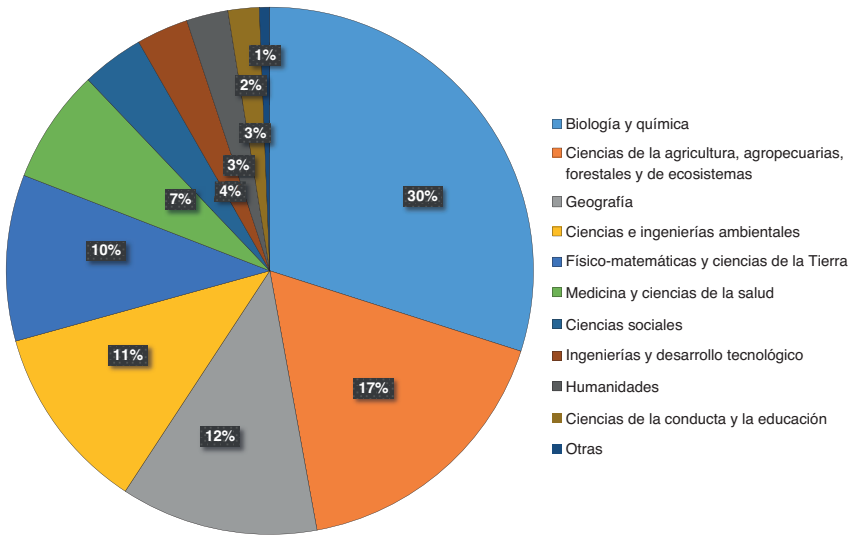
El PMPCA es un programa que inició sus actividades formativas en 2002 y cuenta con cinco áreas: Gestión Ambiental (GA), Recursos Naturales Renovables (RNR), Evaluación Ambiental (EA), Problemática y Control (PyC) y Salud Ambiental Integral (SAI, a la que ingresan profesionales de distintas áreas) (**Gráfico 1**).

Gráfico 1. Procedencia formacional de los estudiantes titulados (2002-2018)

Fuente: elaboración propia.

98

Los cuestionarios se aplicaron entre 2019 y 2020, cuando el PMPCA contaba con 57 profesores, los cuales acumulan 157 formaciones entre sus estudios de pregrado y posgrado (**Gráfico 2**), siendo solo el 8,9% de tales formaciones explícitamente en CA (en general, no en alguna ciencia ambiental en específico). Estos profesores dan clases en el PMPCA y están adscritos a distintas facultades e institutos, así que también dan clases a nivel de licenciatura y en otros posgrados. De la totalidad de profesores del PMPCA, tres conocían las preguntas y su propósito, de modo que la población que podía responder el cuestionario sin sesgos se redujo a 54. No obstante, aunque se pretendió que la respondiera toda la población, no todos los profesores la respondieron, como se muestra en la **Tabla 1**. Por lo tanto, la muestra es no representativa.

Gráfico 2. Procedencias formacionales de los profesores (2020)

Fuente: elaboración propia.

En este apartado aparecen tres tipos de entrecomillados: citas de referencias bibliográficas, reproducciones de las preguntas del cuestionario y citas textuales de los investigadores encuestados. Así que, cuando no hay referencia a las preguntas ni referencia bibliográfica alguna, las frases entrecomilladas pertenecen a los encuestados, que se mantienen anónimos.

99

Tabla 1. Profesores que pertenecen a cada área y porcentajes de respuestas por área

12 de GA	14 de RNR	6 de EA	9 de PyC	16 de SAI
100% de GA	64% de RNR	100% de EA	89% de PyC	80% de SAI

Fuente: elaboración propia.

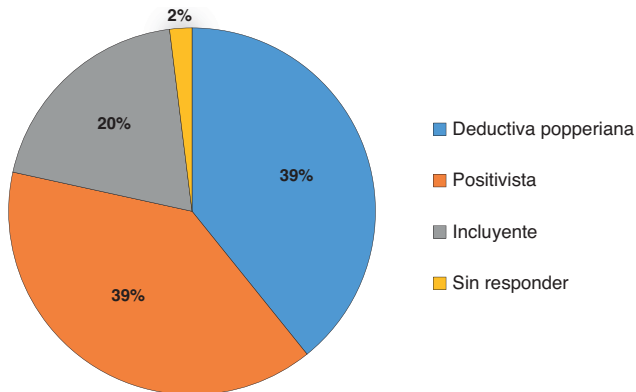
Para fines expositivos, se abordan primero las respuestas acerca de la concepción sobre la ciencia; en segundo lugar, acerca de su naturaleza multi o interdisciplinaria; en tercer lugar, acerca del sentido de ambiente; y, en cuarto lugar, su concepción sobre las CA, sus líneas de investigación y materias que las componen.

Las preguntas 3 y 4 abordan la concepción sobre la ciencia. La tercera pregunta presentó tres caracterizaciones sobre la ciencia y se solicitó que se seleccionara una y se explicara el por qué. Las opciones fueron: i) la ciencia es nomotética, consta

de juicios universales, necesarios (deductivos) y ordenados; es racional, sistemática, exacta, verificable y, por consiguiente, falible; no obstante, trasciende el sentido común y los hechos, basada en Rodríguez (1997) y Bunge (2014); ii) La ciencia es baconiana-comtiana: tiene un fin práctico, utilitario y previsorio; su característica principal es el método científico, que establece estrategias básicas para construir hipótesis y las pone a prueba, basada en (Klimovsky, 1997); y iii) la ciencia es fáctica, pretende ser simple y verdadera, es tanto inductiva como deductiva, además de usar otros tipos de inferencia, basada en Dancy (1993) y (Bunge, 2014). Es decir, i) deductiva-popperiana, ii) positivista y iii) incluyente. El **Gráfico 3** sintetiza el resultado de la pregunta.

Cada una de las afirmaciones constituye una concepción distinta de ciencia, siendo las posturas popperiana y positivista las más aceptadas, quedando en tercer lugar la que encuentra una mayor apertura a formas de entender la ciencia que no son hegemónicas.

Gráfico 3. Concepciones de ciencia



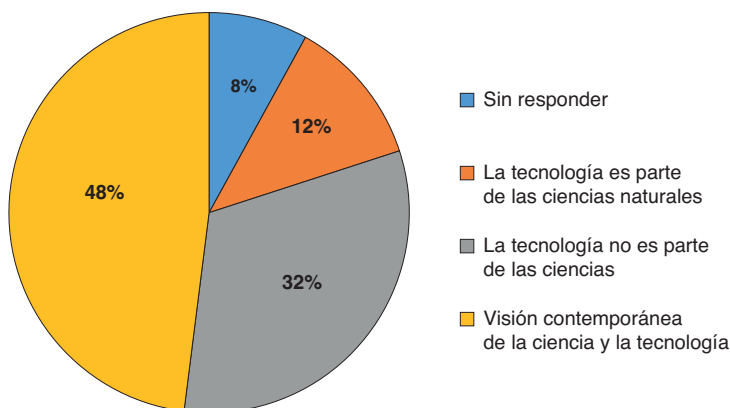
Fuente: elaboración propia.

Entre las argumentaciones recibidas están que las tres definiciones son complementarias entre sí; que la concepción depende de la disciplina desde la que se opera y del problema a abordar; y que las tres definiciones son correctas, pero se refieren a distintos tipos de ciencia. Entre los que escogieron la caracterización incluyente dijeron que “la ciencia no necesariamente debe ser positivista” y que “la ciencia no es rígida, es flexible en cuanto a método y teorías. Va más allá de la utilidad que se da al conocimiento generado”.

La cuarta pregunta pidió seleccionar las ideas con las que el profesor estaba de acuerdo entre: i) las CN conllevan a las ciencias básicas y a las ciencias aplicadas, y las ciencias aplicadas son la tecnología; por lo tanto, la tecnología forma parte de las CN, que supone una concepción monista de CN, en la que se incluye a las tecnologías; ii) la investigación en ciencias básicas es la búsqueda de conjeturas explicativas que

tratarán de refutarse, y la tecnología es la búsqueda de conjeturas corroboradas; en ciencia básica no se busca una aplicación inmediata del conocimiento generado, por lo que la ciencia aplicada no es tecnología, pues en ocasiones no puede emplear los conocimientos de las ciencias básicas y requiere apelar al conocimiento de los fundamentos para el diseño de sus instrumentos, apelando a las CN, pero también a otros conocimientos de tipo práctico, opción que distingue entre ciencia y tecnología; y iii) las tecnologías básicas aplican creativamente el conocimiento y la solución de problemas ingenieriles tomando como fundamento las ciencias básicas, mientras que las tecnologías aplicadas buscan utilizar ciencias básicas y tecnologías para proyectar y diseñar sistemas, componentes o procedimientos que satisfagan necesidades y metas preestablecidas, siendo sus traslapes comunes con las ciencias básicas y aplicadas, lo que genera la tecnociencia.

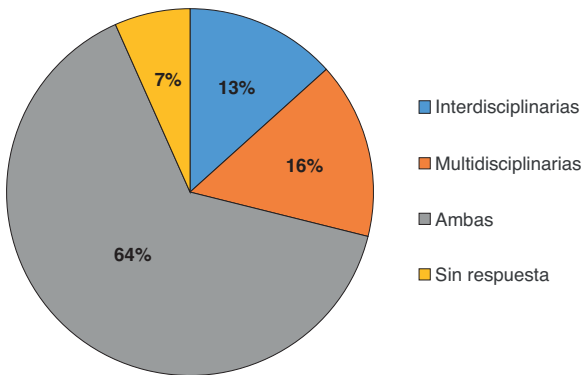
Gráfico 4. Concepción de ciencia y tecnología



Fuente: elaboración propia.

Mientras que para el 12% de los encuestados hablar de tecnociencia sería redundante, el 48% mostró una visión de ciencia y tecnología compatible con la tecnociencia (**Gráfico 4**). Vinculadas con el tema anterior están las preguntas sobre multidisciplina a interdisciplina (6, 12 y 13). La sexta pregunta definió la interdisciplina como “fundir diferentes campos científicos en una concepción holista de la realidad que considera al todo más que la suma de las partes”, con base en Pombo (2013) y Follari (2005). “La multidisciplina, a diferencia de la interdisciplina, no se preocupa tanto por la comprensión integral de los problemas, sino por la cooperación entre varias disciplinas científicas para analizar y comprender una problemática determinada”, basado en Pombo (2013), Lenoir (2013) y Follari (2013). Con lo cual, se preguntó si las CA debían ser interdisciplinarias, multidisciplinarias o ambas.

Gráfico 5. ¿Multidisciplinarias o interdisciplinarias?



Fuente: elaboración propia.

El **Gráfico 5** muestra que más de la mitad de los profesores respondió que debían ser ambas. Los demás plasmaron que las CA necesitan “pasar de la multidisciplina a la interdisciplina”, que “al menos deben ser interdisciplinarias”; lo que supone una jerarquía entre ambas, en la que la interdisciplina es superior a la multidisciplina; o que este tema es complicado porque aún “no nos hemos puesto de acuerdo con los significados”.

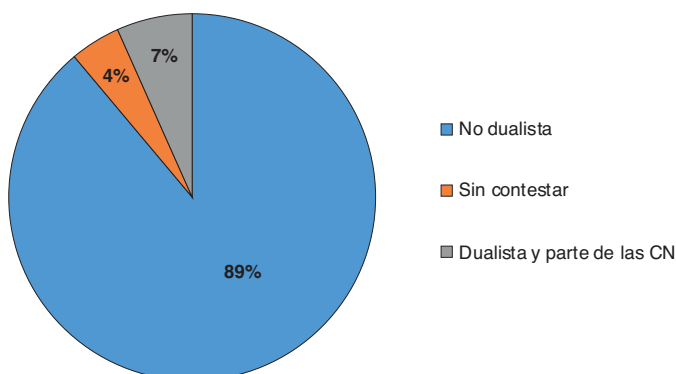
La pregunta 12 fue: ¿cuál es la relación de las CA con CN y CS? (**Tabla 2**).

Tabla 2. Representación gráfica de la relación de las ciencias ambientales con otras ciencias

12 de GA	14 de RNR	6 de EA	9 de PyC	16 de SAI
100% de GA	64% de RNR	100% de EA	89% de PyC	80% de SAI

Fuente: elaboración propia.

La opción del centro supone que CN, CA y CS son diferentes; la de la derecha es una concepción que hace de las CA un subgrupo de las CN, reproduciendo su dualismo; mientras que la de la izquierda es no dualista; además, al unir las dualistas CN y CS, es compatible con la idea de que las CA “se nutren de las CN y de las CS”.

Gráfico 6. ¿Cuál es la relación de las CA con otras ciencias?

Fuente: elaboración propia.

La pregunta 13 busca que se indique si la respuesta a la pregunta 12 es meramente disciplinar, multidisciplinar, interdisciplinar o transdisciplinar, y por qué. La respondieron 41 investigadores. El 7,3% respondió que las CA son parte de las CN; unos argumentaron que esto se da mediante una relación interdisciplinar; otros que, mediante una relación multidisciplinar, pues “debe haber un área que manda más sobre las demás o que tiene mayor peso”; otros que se requiere de todas las disciplinas de las CN. El 90,2% escogió la relación no dualista, y de estos el 24,4% consideró que la relación es multidisciplinaria, 12,2% que es interdisciplinaria, 14,6% transdisciplinaria, 17,1% involucró solo a la multidisciplinaria y a la interdisciplinaria, y 19,5% añadió la posibilidad transdisciplinaria. Afirmaron, entre otras cosas, que la relación no dualista era multidisciplinaria porque “requiere la suma de conocimientos de diferentes disciplinas”; porque en las CA “también involucra a la sociedad”; y porque debe “responder problemas complejos”. Quienes indicaron que la relación no dualista era interdisciplinaria afirmaron que así se podría “resolver un problema ambiental”, porque se “considera a todas las áreas con igualdad de importancia”, sin jerarquías. Entre quienes mencionaron que la relación no dualista era transdisciplinaria, adujeron que “involucra el conocimiento de varias disciplinas que pueden explicar un problema ambiental, desde perspectivas distintas”.

103

También están quienes mencionaron que “depende de lo que se está investigando, el proyecto puede ser multi- y/o interdisciplinario, incluso [...] transdisciplinario, pero no será disciplinar”. La posibilidad se da “en función del reconocimiento, la adaptación, la modificación o el surgimiento de nuevos paradigmas”. Sin embargo, esto contrasta con la idea de que “es todo junto; es decir, multi, inter y transdisciplinario; pero, también disciplinar”. Los investigadores no necesariamente están teniendo ideas compatibles, pues pueden concebir los valores de las columnas de la **Tabla 3** integradas a solo una de las primeras dos filas.

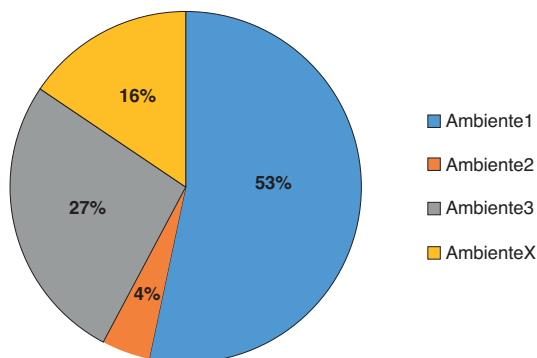
Tabla 3. Posibilidades de la multi, inter y transdisciplina

	Multidisciplina	Interdisciplina	Transdisciplina
Ciencias naturales			
Ciencias sociales			
Ciencias naturales y ciencias sociales			

Fuente: elaboración propia.

Hubo cuatro preguntas (1, 2, 7, 8) sobre el sentido de “ambiente”. La primera buscó que se seleccionara entre tres definiciones de ambiente: i) ambiente1: “el conjunto de factores externos (atmosféricos, climáticos, hidrológicos, geológicos y biológicos) que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad”; ii) ambiente2: “se refiere a la perturbación antrópica de la naturaleza”; y iii) ambiente3: “la articulación no dualista entre antroposociedad y naturaleza no antrópica, por lo que, requiere de la articulación entre CN y CS”. Donde ambiente1 es dualista y ambiente3 es sistémico (**Gráfico 7**).

Gráfico 7. Preferencia de sentidos



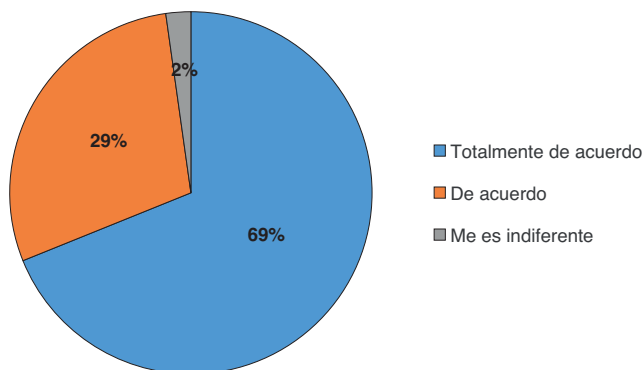
Fuente: elaboración propia.

También se dio espacio para que el investigador plasmara su propio concepto, si no coincidía con ninguna de las opciones propuestas: ambientex, que fueron definiciones no limitadas a un paradigma epistemológico, como quien remitió a la definición de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente de 2012. Los profesores de EA solo consideraron ambiente1 y ambiente3, mientras que los de GA prefirieron ambiente3, y los de SAI, PyC, RNR y EA priorizaron ambiente1. Uno de los profesores de RNR añadió: “Existen dos partes, lo genético y lo ambiental [...] en ciencia, el ambiente es lo no genético”.

La segunda pregunta es una reiteración de la anterior mediante una escala de Lickert en la que el encuestado debía mostrar su grado de acuerdo o desacuerdo con la afirmación: “El ambiente es todo lo que nos rodea, es decir, nuestro entorno”. El **Gráfico 6** muestra una consistencia global con las respuestas de la pregunta anterior; aunque, parte de los profesores que no eligieron la opción dualista en la pregunta anterior lo hicieron en esta ocasión.²

Mediante escala de Likert, la pregunta 7 cuestionó el grado de acuerdo o desacuerdo con la afirmación: “Los seres humanos formamos parte del ambiente”. El encuestado que estuviera de acuerdo con la afirmación, estaría rechazando o superando el concepto de ambiente¹, y el que estuviera en desacuerdo estaría aceptando ambiente¹. Globalmente, conforme los profesores llegaron a esta pregunta, ampliaron su concepción de ambiente a una más cercana a ambiente², pues las estadísticas muestran inconsistencias entre las respuestas de las primeras dos preguntas (**Gráfico 8**).

Gráfico 8. Grado de acuerdo con caracterización no dualista de ambiente



105

Fuente: elaboración propia.

La pregunta 8 permitió que los encuestados explicaran su respuesta a la pregunta 7. Un grupo de profesores destacó que, aunque el ser humano es un ser vivo más, es el principal responsable de la transformación ambiental y lo que le ocurra al ambiente tarde o temprano afectará a los seres humanos: “Somos una más de las tantas especies que existen, [aunque nos sentimos] fuera de los sistemas naturales”. Otro investigador indicó: “[...] no ha sido fructífero para el mejor entendimiento de la relación hombre-naturaleza el separar al hombre de la naturaleza y, con ello, observar a la naturaleza como un objeto [...] Esto es una visión occidental que obstaculiza la comprensión de los procesos naturales y [...] de las sociedades que no compartan tal idea”.

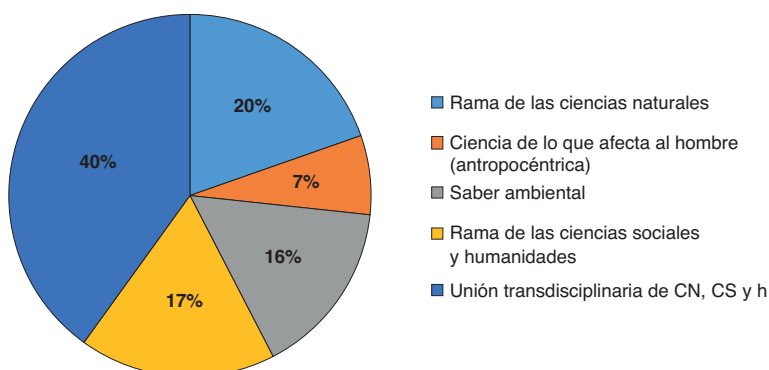
2. Hay preguntas que permiten observar la consistencia de las respuestas de cada investigador, pero no fue la intención de este trabajo señalarla.

Además, un profesor añadió que “nosotros conformamos el ambiente que a la vez nos conforma”. Incluso hubo profesores que destacaron que el concepto ambiente es un constructo social que ha sido modificado históricamente. Uno de ellos indicó que “es la síntesis de la interrelación sociedad-naturaleza”, otro que es “el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, población o comunidad”. Esta diversidad de perspectivas muestra que la frase de la pregunta puede ser leída desde distintas perspectivas teóricas.

Las preguntas 5, 9, 10, 11, 14-19 se enfocan en la concepción de las CA. La quinta pregunta solicitó que se ordenaran cinco definiciones de CA del cero al cuatro, según qué tan de acuerdo se estuviera con ellas. Los profesores, si lo deseaban, podían repetir números, por lo que repartieron 382 puntos entre las definiciones, en promedio 8,5 cada profesor. Los puntos los repartieron entre: i) “son una rama de las CN, que requiere de diversas disciplinas naturalistas para abordar la problemática ambiental”, que, al hacerlas depender de las CN, es dualista; ii) “ciencias de lo que afecta al hombre desde afuera”, opción que, desde la oposición sujeto-medio, también es dualista; iii) “saber que apela al conocimiento de las comunidades sobre la naturaleza que desjerarquiza el conocimiento científico”, vinculable a la teoría decolonial y que, por lo tanto, conlleva una impronta antidualista convergente con el saber ambiental; iv) “disciplinas de CS y humanidades que abordan la problemática ambiental”, que está también dentro del dualismo, solo estableciéndose del otro del mismo; y 5) “unión transdisciplinaria entre CN, CS y humanidades que estudia las problemáticas ambientales”, con base en la definición de Leff (2006) de ambiente. El 56% de las respuestas se vincula con la concepción de CA de Leff y el resto con una variante de concepción dualista (**Gráfico 9**). Otro de los comentarios recibidos fue que no debía hablarse de las CA, sino de la ciencia ambiental.

106

Gráfico 9. ¿Qué son las ciencias ambientales?

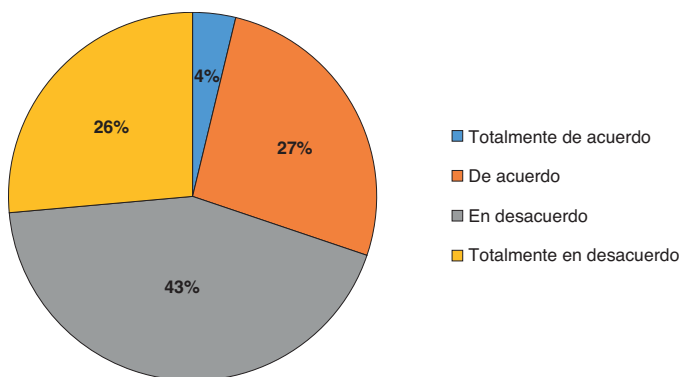


Fuente: elaboración propia.

La pregunta 9 buscó que, mediante una escala de Likert, se indicara el grado de acuerdo o desacuerdo con la frase: “Las CA deben seguir la metodología y las teorías

de las CN al pie de la letra”. Estar de acuerdo posiciona al encuestado en el dualismo, mientras que estar en desacuerdo lo coloca en un espectro antidualista y abierto a las CS, las humanidades y al saber de las comunidades.

Gráfico 10. ¿Son metodológicamente reductibles a ciencias naturales?



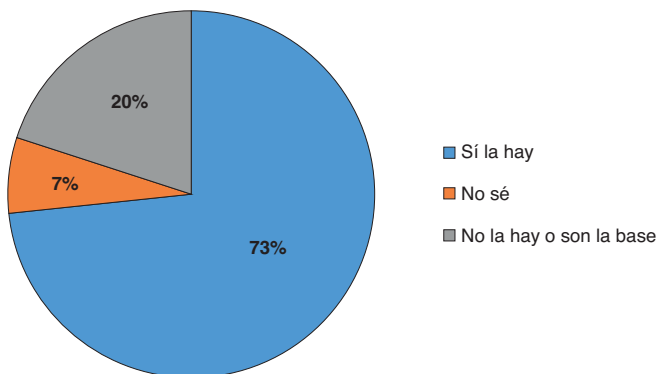
Fuente: elaboración propia.

Según el **Gráfico 10**, el 70% de los encuestados está en desacuerdo con la reducción metodológica de las CA a las CN, y 30% está de acuerdo con ella. Esto supone un cambio global de posicionamiento respecto de las respuestas a la pregunta 5. En la pregunta 10 se solicitó que se ampliara la información de la pregunta 9. Entre quienes estuvieron de acuerdo con la reducción metodológica indicaron que “es importante seguir la teoría científica”, el método científico y sus estándares y que “las CN son base de las CA”. Hubo quienes aceptaron la reducción metodológica, pero destacaron que en CA “hay fenómenos que salen de una explicación natural”, pues “al involucrar al hombre” en la metodología de las CA se deben “considerar metodologías y teorías de las CS”, lo que supone excepciones a la reducción. Es decir, “se debe plantear un método realista y exacto como en las CN; sin embargo, al tratarse de ciencias multidisciplinarias, es prudente adecuar los métodos a las necesidades”. Entre quienes se opusieron a la reducción metodológica, indicaron que la ciencia no es un dogma y que “se requiere flexibilidad científica”. Hubo quienes destacaron que “las metodologías son múltiples porque los temas ambientales requieren abordajes múltiples”; incluso, que “porque son multidisciplinarias, no se pueden apegar solo a las CN”.

También respondieron que “en las CA convergen las CN y CS, por lo que los métodos deben incluirlas y, de hecho, deben generarse métodos propios que respondan a las problemáticas que se abordan”. Entonces, “al ser los humanos parte del sistema”, “aplicar las teorías y métodos de las CN al estudio del ambiente puede ser reduccionista”; incluso “se deben incorporar metodologías cualitativas para tener un panorama más completo”. Hubo quien indicó que las CA “requieren de la competencia [...] de la ciencia formal, como de la factual”. Se mencionó que el rechazo a la reducción metodológica “se justifica desde la perspectiva de una visión sistémica” y debido al “alto nivel de complejidad” del tema ambiental.

La pregunta 11 procuró la respuesta abierta a: “¿Hay algo que distingue a las CA de las CN? Si es así, ¿qué es?”. A esta se obtuvieron 40 respuestas que fueron agrupadas en tres tipos: “La hay”, “No sé” y “No la hay o son la base de las CA” (**Gráfico 11**).

Gráfico 11. ¿Hay diferencia entre ciencias naturales y ambientales?



Fuente: elaboración propia.

108

En esta pregunta, los encuestados se alejaron aún más del dualismo. Las razones de quienes respondieron que hay diferencias, se pueden agrupar en: i) por el objeto o enfoque; ii) por su amplitud; iii) por la inclusión o exclusión de lo humano; iv) por su relación con las CS; v) por su aplicación; y vi) por su holismo. Se mencionó que el objeto y enfoque de las CA y el de las CN son diferentes; que las CA son más amplias que las naturales al estudiar “la interacción de lo natural con lo social”, por lo que incluyen conocimientos “ecológicos, pero, también, sociales y económicos” y que incorporan a la sociedad “con las CS y las humanidades”. Indicaron que, como las CA hacen diagnósticos, propuestas de soluciones a problemas ambientales, e incluyen las tecnologías, son diferentes a las CN. Además, que las CA son “un poco más generales y aplicadas a problemas reales”. Aunque pudiera sospecharse que la apertura a lo social en estas respuestas proviene exclusivamente de GA, solo 20% de este tipo de respuestas provino de esta área con profesores formados en CS.

En la pregunta 14 se plasmaron 13 posibles líneas de investigación en CA³ y se solicitó que se identificaran las que son CA, las que no lo son y sobre las que los encuestados no están seguros. En la **Tabla 4** se identifica la procedencia institucional de las líneas de investigación señaladas en la pregunta. Luego, la pregunta 15 busca que las respuestas a la pregunta 14 sean explicadas.

3. Entendidas como Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento.

Tabla 4. Procedencia de opciones de la pregunta 14

Opciones	Institución a la que pertenecen	Tipo de posgrado
Biotecnología ambiental	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT)	CA
Ingeniería ambiental		
Ecología y cambio ambiental global		
Ecotoxicología	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)	
Salud ambiental	PMPCA	
Gestión ambiental		
Derecho ambiental	Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex)	
Economía ambiental	Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE)	Otros posgrados
Antropología ambiental	Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS)	
Ecología política	Sin registro en posgrados en ciencias ambientales	
Geografía ambiental		
Filosofía ambiental		
Historia ambiental		

Fuente: elaboración propia.

109

Las opciones de la pregunta 14 ponen el dualismo de los investigadores a prueba, especialmente, historia ambiental, geografía ambiental, ecología política y economía ambiental; las cuales, sin ser líneas de investigación, se llevan a cabo en el área de GA en el PMPCA. Salud ambiental (4.4% de indecisión) es un área en el PMCPA. Por su parte, las tres menos aceptadas como líneas de investigación en CA fueron la filosofía ambiental (14.3%), la biotecnología ambiental (11.9%) y la ecología política (11.9). Esta última fue la más dudada como ciencia ambiental, con un 35.6% de indecisión. Llama, a su vez, la atención la historia ambiental, con 4.4% de rechazo como línea de investigación en CA. En la pregunta 16 se pidió que identificaran las opciones que no consideraban que fueran materias de un programa en CA, las que no, así como las que no estuvieran seguros de que lo fueran (**Tabla 5**). Las opciones de esta pregunta fueron obtenidas de posgrados en CA ofertados en México, excepto por “Tecnologías y tratamientos ambientales”, que no es una materia, sino una línea de investigación de un posgrado en CA (UAEH).

Tabla 5. Procedencia de opciones de la pregunta 16

Ética ambiental	UAEH
Gestión ambiental	
Sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales	
Turismo ambiental	
Biorremediación	
Hidrología urbana	
Geohidrología	IPICT
Biotecnología ambiental	
Educación ambiental	
Epistemología ambiental	
Fitorremediación	
Ordenamiento territorial	
Ecología de suelos	PMPCA
Ecología y restauración forestal	
Ecotoxicología	
Economía ecológica	PMPCA
Tratamiento de aguas residuales	

Fuente: elaboración propia.

Las materias que más generaron dudas fueron Epistemología ambiental, Geohidrología, Hidrología urbana y Tratamiento de aguas residuales (cada una con 21,4%).³ Las que menos se aceptaron como materias viables en un posgrado en CA fueron geohidrología (19%), hidrología urbana (11,9%), tecnologías y tratamientos ambientales (9,5%), biorremediación (9,5%), y epistemología ambiental (7,1%). Llama la atención el rechazo y la duda sobre materias ofertadas en el mismo PMPCA (economía ecológica, tratamiento de aguas residuales) y en el posgrado vecino del IPICT (ecología y restauración forestal, ecología de suelos y ecotoxicología), con el que el PMPCA tiene convenio de colaboración. Por esto, se vuelve necesario identificar las razones por las que las materias y las líneas de investigación fueron rechazadas o aceptadas como parte de las CA.

Se recibieron 37 respuestas a la pregunta 15 y 39 a la 17. Ambas preguntas permitieron que los investigadores ampliaran la razón del rechazo y aceptación de las opciones anteriores. Sobre la 17, el 28,2% respondió que todas son pertinentes, incluso uno destacó que el listado no era exhaustivo, pero “las que aparecen incluyen conocimientos que pueden contribuir a la solución de problemas ambientales, algunas de manera más directa que otras”, de forma que “todas pueden ser contenidos de programas de CA, o pueden no serlo, según [...] la lógica de estructuración curricular”. Uno indicó “No estoy seguro de una materia en la lista que no sea parte de las CA, y otro, con sensatez, no rechazó ninguna opción que desconocía y adujo “no conozco con exactitud sus campos de trabajo y conocimiento”; pero también hubo quien dijo “No considero la pregunta relevante” y quien indicó que “desde una perspectiva [...] de sistemas complejos, todas pueden pertenecer”.

3. La última, para uno de los investigadores, es química, no CA.

Como sólo se amplió la información sobre algunas de las opciones, no todas tuvieron argumentaciones contrastantes. Se indicó sobre la educación ambiental que “es parte del quehacer de las CA” (SAI). Sobre la ética ambiental se dijo que “reflexionar sobre esta temática en el ámbito de las CA coadyuvaría a establecer/conocer principios que deberían guiar la relación sociedad-naturaleza” (GA). Se rechazó a la geohidrología como opción con base en que es un “tema especializado de la hidrología [...] pero no necesariamente vinculante con los aspectos humanos” (GA), “porque puede ser estudiada desde el punto de vista geológico” (RNR) y en que la relación del agua subterránea con el ambiente “no forma parte de las CA” (SAI).

Biotecnología ambiental e ingeniería ambiental recibieron comentarios mixtos. Sobre la primera se mencionó que busca “dar respuesta a problemas ambientales” usando ciencia básica, “ciencia aplicada y desarrollo tecnológico” (PyC), que “puede ser útil para resolver problemas ambientales” (PyC) y que “es una ciencia ambiental porque se relaciona con el conocimiento que tenemos acerca de procesos naturales y de sus aplicaciones” (EA). Sin embargo, también fue rechazada porque “es polémica” (RNR). Sobre la ingeniería ambiental se indicó que es parte de las CA porque “enmarca la aplicación de leyes y postulados para la prevención y control de la contaminación en suelo, aire y agua, a través de procesos sustentables” (PyC); mientras otro dijo que no lo es porque “se centra más en los principios de las ingenierías y generalmente está orientada a ofrecer soluciones grises” (GA). Pero los puntos de vista discordantes sobre la ingeniería ambiental también se dieron entre ingenieros del área EA. Uno mencionó que es parte de las CA porque “analiza las tecnologías que pueden ser apropiadas para mejorar uno o varios aspectos del medio ambiente”; mientras que otro mencionó que no lo es, sino que “es una rama de la ingeniería que aplica las técnicas y principios de ésta para prevenir, controlar, mitigar, remediar los problemas ambientales”.

III

Por su parte, tratamiento de aguas residuales no es parte de las CA porque “es una materia más enfocada a la ingeniería ambiental” (EA), “es necesario conocer las tecnologías, pero la experticia propuesta en CA no es ingenieril” (GA); pero también fue aceptada como parte de las CA, pues “involucra diversos factores que pueden estudiarse desde la perspectiva de las CA, y no solo desde la perspectiva de la tecnología o de procesos de ingeniería” (EA), y porque “las tecnologías y tratamientos son especialidades técnicas enfocadas a [...] problemas específicos en materia de remediación ambiental” (GA). Un profesor de RNR negó la pertenencia de la ecotoxicología a las CA desde el criterio que sería más vinculable a “las ciencias químicas y la medicina que a las CA”; mientras que profesores de SAI aceptaron su pertenencia porque “trata de establecer asociación entre contaminantes ambientales y efectos en la salud de los organismos”. Se indicó que “ecología y cambio ambiental global” pertenecen a las CA porque “engloban muchas otras enlistadas” (RNR), aunque también se dijo que no pertenece a las CA porque “se basan en la biología y en el estudio de los elementos ambientales y su evolución en el tiempo” (EA).

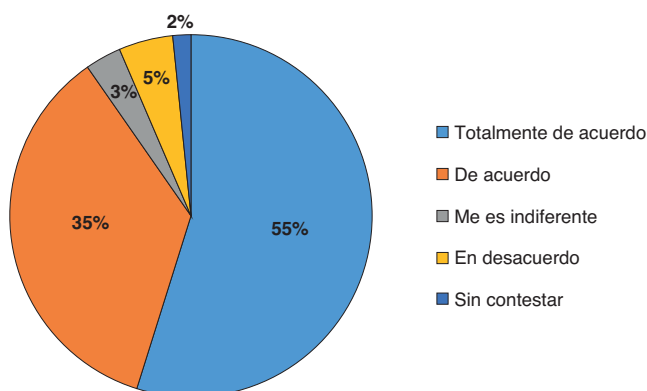
Un profesor indicó que gestión ambiental “es una línea de investigación muy común entre los que estudian CA” (EA), mientras que un profesor argumentó que no lo sería con base en que en su axiología tenían prioridad la solución de problemas y la gestión no cumple esa exigencia: “Lo concreto es más importante” (PyC). Otro entrevistado

niega la pertinencia del turismo ambiental a las CA: “No considero que deba serlo, puses se requiere tomar acciones, lejos de esperar a que todos conozcan el entorno (PyC)”, mientras que otro investigador indica que el “turismo ambiental permite comprender los efectos que tiene la actividad turística en los lugares en donde se desarrolla el turismo (GA)”, por lo que es parte de las CA. Varios profesores elaboraron sobre por qué la ecología política no es parte de las CA, uno argumentó que no le hacía sentido el sintagma; en cambio, “política ecológica tiene sentido en tanto que se refiere a la normativa y la toma de decisiones” (SAI); se mencionó que “la ecología no se suscribe a ideas o convicciones políticas” (PyC); también se indicó: “No entiendo qué es, por lo que me parece que no es vinculable a las CA” (EA) y “No, por mi formación quizá, porque es más una cuestión filosófica que técnica o formal” (RNR).

Mientras que desde el área de GA hacen parte a la ecología política de las CA debido a que “el modo de producción determina en gran medida la relación sociedad-ambiente (naturaleza), por ello su estudio tiene relevancia en las CA”. Por último, la filosofía ambiental también fue considerada como parte de las CA por un investigador de GA, pues “no solamente debe[mos] saber de filosofía, sino que también necesita[mos] ayuda de un biólogo, agroecólogo, economista o cualquier otra disciplina de acuerdo con lo que est[emos] trabajando”. De otras áreas escogieron la opción opuesta, aduciendo que “no me parece algo relevante para las CA” (RNR), que “sería muy teórica” (EA), que “está relacionada con la exposición subjetiva y análisis ético y moral de aspectos relacionados con el medio ambiente, y por lo tanto son posturas para socializar y concientizar sin compromiso de intervención en acciones de intervención científica y/o técnica” (PyC); que “las CA son recientes y por lo tanto no creo que exista demasiada información para esta área de interés; además, creo que las CA deben ser muy contundentes en su aplicación en vez de generar diferentes tipos de escuelas” (PyC). También, se indicó que “se requiere de mayor enfoque científico para que pueda seguirse como una línea de investigación” (SAI).

112

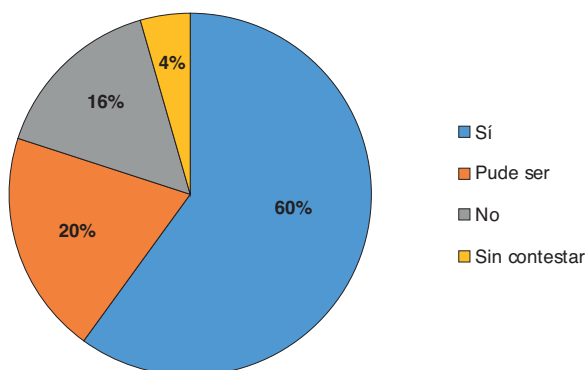
Gráfico 12. ¿Requieren de solidaridad epistemológica?



Fuente: elaboración propia.

La pregunta 18 presenta la frase: “Las CA requieren de una ‘solidaridad epistemológica’ que articule actores sociales (científicos, ambientalistas, productores, consumidores), así como conocimientos y saberes, en un proyecto común”, con base en Toledo (2003) y Pombo (2013), la cual se evalúa según el grado de acuerdo o desacuerdo del investigador. La mayoría de los encuestados estuvieron de acuerdo con la opción que es compatible tanto con la tecnociencia y con el saber ambiental de las preguntas 4 y 5 (**Gráfico 12**).

Gráfico 13. ¿Se considera usted un científico ambiental?



Fuente: elaboración propia.

113

La pregunta 19, “¿Se considera usted mismo un científico ambiental? ¿por qué?”, buscó una respuesta abierta. Las respuestas se agruparon en cuatro tipos, como se muestra en el **Gráfico 13**. Entre quienes respondieron que eran científicos ambientales indicaron que lo son porque investigan temas ambientales o porque ejecutan proyectos “holistas”, aunque uno de ellos reflexionó en que hace falta pasar más el discurso a la práctica, porque “somos una generación que sueña con ello, pero que no estamos dispuestos a salir de la comodidad de la práctica disciplinar en que fuimos formados”.

Quienes no se identifican como científicos ambientales indicaron: “Todavía no logro articular cabalmente en mis líneas de investigación y en mi desarrollo profesional todo lo que se requiere para integrar la multidisciplinaria”; “Me falta conocimiento social o humanístico”; “Aún no he logrado aplicar de manera interdisciplinaria las relaciones entre todos los factores del medio ambiente en las líneas de investigación que realizo”; “He comprendido que el aporte desde mi formación es acotado y que los problemas ambientales requieren de un abordaje interdisciplinario”. También dijeron: “En parte, mi línea de investigación no ha contemplado aspectos sociales”, “Todavía estoy aprendiendo, en dado caso, sería científico ambiental a medias o de tiempo parcial, porque no todos mis proyectos tienen que ver con las CA” y, “Esta es la pregunta más difícil. Me considero un científico de las CN. Como profesor participo en la construcción de las CA, empeñándome, a través de la docencia y de la dirección de tesis, en la formación de la siguiente generación de investigadores, quienes sí podrán

llegar a presumir de ser científicos ambientales”. Uno incluso no respondió la pregunta anterior debido a que no considera relevante tal identificación.

Conclusiones

Aunque el muestreo no fue representativo, abarcó al 78,9% de los profesores del PMPCA y permitió mostrar que, aunque estos participan en el mismo programa, sus concepciones sobre las CA son diferentes. De hecho, lo que muestra este cuestionario fue confirmado por la etnografía y las entrevistas, de lo que se darán ejemplos a continuación.

- 1) En las respuestas al cuestionario predominan las concepciones rígidas sobre la ciencia, pero algunos profesores conciben a la ciencia como algo flexible y adaptable a los problemas que aborda. Respecto a la relación entre ciencia y tecnología, cerca de la mitad diferencia ciencia y tecnología y coincide con una visión contemporánea sobre el sistema social científico-tecnológico (Olivé, 2007).
- 2) Más de la mitad de los profesores identificó ambiente con su sentido dualista. No obstante, en la siguiente pregunta, casi la totalidad de quienes respondieron el cuestionario estuvo de acuerdo con una caracterización no dualista de ambiente. Estos resultados confirmarían que el concepto ambiente está atravesado por diversas filosofías que, al ser implícitas, el mismo académico puede apelar contextualmente a un sentido o a otro (Morales Jasso, 2016). De hecho, en 2019, en la materia “Seminario Multidisciplinario” se discutió cuál es la diferencia entre condiciones ambientales y condiciones socioambientales. Para muestra tenemos la siguiente conversación:

- Lo socioambiental es menos biótico (estudiante de SAI).
- La educación es una condición socioambiental, pero no es ambiental, por ejemplo (profesor).
- Es integrar lo económico, por ejemplo (estudiante de EA).
- Es que hay dos tendencias, la que incluye lo social y la que lo excluye (estudiante de GA).
- La gente relaciona lo ambiental con lo natural (estudiante de RNR).
- Se indica socioambiental por esa razón.
- Debemos decir qué palabra usaremos en el trabajo.

De modo que se decidió usar “ambiental” como equivalente a lo que algunos del equipo entendían como socioambiental. A lo largo de la etnografía se encontraron estudiantes que ligaban lo ambiental a las dimensiones de la sustentabilidad: “social, económica y ambiental”, y entre estos había quienes aumentaban el número de dimensiones: por ejemplo, la dimensión política. Para 2021, en el Seminario del Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas, un profesor de RNR notó la diversidad de sentidos de ambiente entre profesores del PMPCA, al grado que expresó: “Sorprende que no esté claro el concepto de ambiente en

el posgrado” (Morales Jasso, 2022). Por más sistemáticos que sean sus datos y métodos, hace falta la sistematización filosófica.

- 3) Más de la mitad de los profesores que respondieron el cuestionario identificó a las CA con la multi y la interdisciplina, a pesar de las definiciones excluyentes que se les presentaron y la ilustración, lo que puede significar la interiorización previa de concepciones de multi e interdisciplina que interfirieron en sus respuestas. Aunque posteriormente casi la totalidad de los profesores identificó a las CA, nutriéndose tanto de las ciencias naturales como de las sociales. La etnografía y las entrevistas mostraron que la lógica disciplinaria atrapa y que, aunque el PMPCA conlleva la multidisciplinaria, esta no se discute sistemáticamente, de modo que, aunque “los asuntos ambientales y del desarrollo sostenible requieren aproximaciones desde diversas disciplinas” (Díaz-Barriga, citado en Nieto Caraveo, 2003). Ioni Hensler destacó que la generalidad del posgrado invita a los estudiantes a aprender de otras disciplinas y abrirnos a ellas; los criterios de multidisciplinaria no son los mismos entre las áreas ni entre profesores y estudiantes. Incluso no lo son entre profesores, pues mientras unos profesores proclaman que el Programa es multidisciplinario, otros aceptan que trabajar multidisciplinariamente es difícil y, excepto por ámbitos ya formalizados, indican que en el PMPCA no se trabaja multidisciplinariamente, lo que refuerza que existen diferentes conceptos de multidisciplinaria. Incluso hay ocasiones en que profesores renuncian a la multidisciplinaria y proponen vigilar que los trabajos de los estudiantes estén bien hechos, pues lo importante no es discutir si las tesis son multi o interdisciplinarias; lo que importa es resolver problemas.⁴ Esto encubre que, tradicionalmente, un “trabajo bien hecho” es un trabajo disciplinario y que para algunos de los profesores que proponen la interdisciplina, así como para los estudiantes que expusieron en el X aniversario del ENREM que procuran cultivarla, la interdisciplina es un cambio estructural, y un cambio estructural no proviene de una perspectiva pragmática irreflexiva. De modo que el criterio de multidisciplinaria tiende a las disciplinas con las que los directores y profesores se sienten cómodos; minimizándose la interacción con ciertas ciencias, lo que se puede relacionar con la herencia de una lucha por la pureza del oficio de las disciplinas. Como consecuencia, el ideal de algunos profesores de transitar a la interdisciplinaria se ve lejano (Morales Jasso, 2022).⁵
- 4) No hay un consenso sobre la ubicación de las CA en las ramas del conocimiento, generándose respuestas contradictorias, pues las CA no pueden ser una rama de las ciencias naturales y, al mismo tiempo, una rama de las ciencias sociales y humanidades. Solo podría serlo si es un saber ambiental o si se nutre de estas tres áreas, respuestas que sumarían un 56%. Si se caracteriza a las CA de una forma o de las otras esto repercutiría en su práctica, sus teorías y su metodología, por lo que aquí se puede ver parte de la raíz de las diferencias de

4. Visión también limitada, pues los problemas se construyen, y lo que no es un problema para una disciplina puede serlo para otra.

5. En Morales Jasso *et al.* (2022) se sintetizan las principales conceptualizaciones de interdisciplina, cuya discusión facilitaría transitar a ciencias ambientales interdisciplinarias.

concepción entre los profesores. Desde su planeación, se buscó que el PMPCA “tome en cuenta los factores del medio social y natural en que se inserta el objeto ambiental específico que busca conocer” (Nieto Caraveo, 2003). No obstante, una geógrafa, entonces estudiante de maestría, destacó que en el PMPCA los de ciencias sociales son cuestionados y no hay un balance entre el cuestionamiento que se hace a los estudiantes con formación de ciencias naturales y de ciencias sociales (Morales Jasso, 2022).

Aun así, el estudiante debe internalizar lo que explica un profesor en una clase sobre el ambiente o las CA, ya sea que se contraponga o sea compatible con lo que explica otro profesor en otra materia o con lo que dicen los miembros de su comité tutorial. De esta forma, las generaciones de científicos ambientales reproducen y continúan ideas, al tiempo que las cambian (Fortes & Lomnitz, 2005), como muestra la afirmación de Diego Díaz-Barriga, entonces estudiante de la maestría nacional, la cual integra lo social en lo ambiental al remarcar que los problemas ambientales responden a factores sociales:

“[...] nos han enseñado a ser reduccionistas y lineales en nuestro pensamiento, esto nos ha llevado a aislar los problemas ambientales de sus dimensiones sociales y económicas, lo que termina en la aplicación de ‘soluciones’ sintomáticas que fallan en resolver el problema que atacaban, convirtiéndose incluso en simples paliativos morales. El pensamiento sistémico nos permite modelar la realidad, el mundo y sus problemas como lo que son: sistemas complejos. Nos ayuda a [...] gracias a esto, diseñar las soluciones y saber en qué parte del sistema son necesarias. Aunque suene redundante y paradójico, los problemas ambientales son más sociales y económicos que ambientales, por lo tanto, sus soluciones así tendrían que ser y nosotros convertirnos en seres sistémicos” (Díaz-Barriga Yáñez, citado en Morales Jasso, 2022, p. 315).

Aunque se puede afirmar que la multidisciplinariedad o interdisciplinariedad en el PMPCA no se da de la misma forma entre distintas ciencias naturales e ingenierías que entre ciencias naturales y sociales, ha habido avances respecto a la integración de las ciencias sociales (Morales Jasso, 2022).

El 82% de los profesores consideran que hay diferencias entre las ciencias naturales y las CA y casi el 70% de los profesores supone que las CA no pueden reducirse metodológicamente a ciencias naturales. Lo que coincide con la conclusión de Morales Jasso & Sáenz Martínez (2024) sobre que en las CA se da “un campo de disputa entre la fratria de científicos naturales y tecnólogos y la de científicos sociales y humanistas, las cuales usan principios metodológicos distintos y proponen diferentes axiologías”. Sin embargo, de ser cierto, esto generaría problemas epistemológicos y metodológicos sobre las implicaciones de la incorporación de métodos de las ciencias sociales y humanidades que han de ser abordados en futuras investigaciones junto a la caracterización de las CA que permita profundizar en las diferencias que tienen

con las ciencias naturales. De hecho, un profesor que forma a científicos ambientales recalcó “no conozco a dos estudiantes de CA que las definan de la misma forma, cada quien le da el perfil que quiso” (Morales Jasso, 2022, p. 321).

Por su parte, las respuestas que dieron sobre las líneas de investigación y las materias que las componen a las CA muestran su amplitud, lo que permitiría explicar el desconocimiento de los mismos profesores a otras concepciones sobre las CA o su rechazo, ejemplificados por las líneas y materias que para ellos no deberían formar parte de un programa en CA. Una estudiante con formación de arquitecta sintetizó la percepción de otros estudiantes, cuando indicó que le costaba “entender la multidisciplinariedad del posgrado, pues está más cargado a las ciencias ‘duras’” (Morales Jasso, 2022, p. 311).

Todos los profesores encuestados colaboran en la formación de científicos ambientales. No obstante, algunos de los profesores no se consideran científicos ambientales o están indecisos si lo son o no debido a las implicaciones epistemológicas y a las tareas que, según su concepción, debe hacer un científico ambiental. Todas las tensiones develadas por el cuestionario se han discutido continuamente a través de la historia del PMPCA. Sin embargo, en palabras de un profesor de SAI, sorprende que todavía se den estas “discusiones interminables [...] pensé que ya lo habíamos superado” (Morales Jasso, 2022, p. 355). Para que realmente sean superadas es necesario hacer cuestionamientos más profundos que los que se han hecho.

A través del análisis a las respuestas al cuestionario, no es posible identificar qué tanto de las diferencias en las respuestas se deben al área del PMPCA o a la formación, para lo cual se habrán de realizar otros estudios. Aun así, en síntesis, las respuestas al cuestionario muestran que cualquier argumento sobre la imposibilidad de que los científicos ambientales dediquen una fracción de su tiempo e interés a los fundamentos filosóficos de las ciencias que cultivan ha de ser analizado y cuestionado, pues la teoría sobre qué son las CA, el ambiente y los problemas ambientales no pueden ser externos a las CA, ya que bases filosóficas deficientes afectan el desarrollo de las mismas a través de discusiones frecuentes que no son abordadas adecuadamente.

117

Este artículo permite corroborar en un programa de posgrado en CA la existencia de tensiones teóricas en las CA. Aunque aún es necesario corroborarlas en un contexto más amplio (otros programas de CA), los estudios CTS se beneficiarían de profundizar en el estudio histórico y antropológico del PMPCA.⁶ Los estudios CTS se beneficiarán de estudiar ciencias nuevas, como las CA, las cuales tienen problemas distintos a ciencias que tienen una mayor trayectoria, como la física, la matemática y la biología. Esto no debe significar sustituir el estudio de ciencias tradicionales por el de ciencias emergentes, sino fortalecer los estudios sociales de la ciencia. De hecho, derivado de los estudios antropológicos realizados en el PMPCA (de los cuáles el presente artículo solo sistematiza una parte), en 2023 se aprobó la inclusión de la materia

6. En próximas publicaciones se buscará profundizar en los resultados de la etnografía y las entrevistas realizadas.

optativa “Antropología de la ciencia y la tecnología” en la licenciatura en antropología de la UASLP, existente desde el 2002, con el fin de integrar a los antropólogos locales al desarrollo de los estudios CTS. Se espera que esto fortalezca localmente a los estudios CTS y a los estudios sobre las CA, pues uno de los propósitos de los estudios CTS es cerrar la brecha entre ciencias y humanidades, entre ciencias naturales y ciencias sociales (López Cerezo, 2017).

Financiamiento

Esta investigación fue financiada por una beca doctoral proporcionada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México.

Bibliografía

Bastos Cunha, R. (2022). Alta relevancia de temas socioambientales en la percepción de estudiantes, profesores e investigadores de ciencia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, 17(50), 13-36. Recuperado de: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/281>.

118 Bocco, G. & Urquijo Torres, P. S. (2013). Geografía ambiental: reflexiones teóricas y práctica institucional. *Región y Sociedad*, 25(56), 75–101. DOI: <https://doi.org/10.22198/rys.2013.56.a100>.

Bowler, P. J. (1999). *Historia Fontana de las ciencias ambientales*. Fondo de Cultura Económica.

Bunge, M. (2014). *La ciencia, su método y su filosofía*. Coyoacán: Nueva Imagen.

Camou Guerrero, A., García Frapolli, E., Moreno Calles, A. I., Paz, H. & Fuentes Junco, J. (2013). Complejidad e interdisciplina: bases para el entendimiento de los fenómenos ambientales. En A. Camou Guerrero, A. Castillo & E. García-Frapolli (Eds.), *Procesos de formación educativa interdisciplinaria: miradas desde las ciencias ambientales* (79-92). México DF: Universidad Nacional Autónoma de México.

Centro de Investigaciones en Ecosistemas (2005). *Proyecto de creación del Plan de estudios de la licenciatura en ciencias ambientales*. México DF: Universidad Nacional Autónoma de México.

Cubillos Quintero, L. F. (2020). La interdisciplinariedad como principio orientador del currículo integrado en la formación ambiental. En *La interdisciplinariedad en las ciencias ambientales: La problemática ambiental del territorio como categoría de investigación para los estudios ambientales* (279-331). Pereira: Editorial Universidad Tecnológica de Pereira.

Dancy, J. (1993). *Introducción a la epistemología contemporánea*. Madrid: Tecnos.

Drummond, J. A. & Barreto, C. G. (2020). *Introdução às ciências ambientais: autores, abordagens e conceitos de uma temática interdisciplinar*. Curitiba: Appris Editora.

Figueroa Hernández, J. A. (2003). *Naturaleza, ecología, ambiente. La espiral del conocimiento y su retorno*.

Follari, R. (2005). La interdisciplina revisitada. *Andamios. Revista de Investigación Social*, 1(2), 7-17. DOI: <https://doi.org/10.29092/uacm.v0i2.490>.

Follari, R. (2013). Acerca de la interdisciplina: posibilidades y límites. *Interdisciplina Revista del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades*, 1(1), 111–130. DOI: <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2013.1.46517>.

Fortes, J. & Lomnitz, L. (2005). *La formación del científico en México Adquiriendo una nueva identidad*. México: Siglo XXI & UNAM.

Giannuzzo, A. N. (2010). Los estudios sobre el ambiente y la ciencia ambiental. *Scientiæ Studia*, 8(1), 129-156. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-31662010000100006>.

Gortari, E. del V. de, Casas, A., Schondube, J., Camou, A. & Galán, C. (2013). La Licenciatura en Ciencias Ambientales de la UNAM, Campus Morelia: contexto y desarrollo. En A. Camou Guerrero, A. Castillo & E. García-Frapolli (Eds.), *Procesos de formación educativa interdisciplinaria: miradas desde las ciencias ambientales* (15-25). México DF: Universidad Nacional Autónoma de México.

Gutiérrez Yurrita, P. J., Escobedo Urías, D. C., López López, E. & López Reyes, M. Á. (2019). Estado del arte de la investigación ambiental en México. *Red del Medio Ambiente del Instituto Politécnico Nacional*.

Jaksic, F. M. (1997). Ecología, ecologistas y ciencias ambientales. *Revista Chilena de Historia Natural*, 70, 177-180. Recuperado de: https://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1997/2/Editorial_1997.pdf.

Jiménez Bautista, F. (2017). Paz ecológica y Paz gaia: Nuevas formas de construcción de paz. *Revista de Cultura de Paz*, 1, 7–29.

Jordanova, L. (1997). Earth science and environmental medicine: the synthesis of the late Enlightenment. En L. Jordanova & R. Porter (Eds.), *Images of the Earth Essays in the history of the environmental sciences* (127–151). British Society for the History of Science.

Jordanova, L. & Porter, R. (1997a). Introduction. En *Images of the Earth Essays in the history of the environmental sciences* (1-14). British Society for the History of Science.

Jordanova, L. & Porter, R. (1997b). Preface to the Second edition. En *Images of the Earth Essays in the history of the environmental sciences* (i-viii). British Society for the History of Science.

Klimovsky, G. (1997). Las desventajas del conocimiento científico Una introducción a la epistemología. Buenos Aires: A-Z Editora.

Kuhn, T. S. (1982). La tensión esencial. Estudios selectos sobre la tradición y el cambio en el ámbito de la ciencia. Fondo de Cultura Económica.

Leff, E. (1994). Sociología y ambiente: Formación socioeconómica, racionalidad ambiental y transformaciones del conocimiento. En E. Leff (Ed.), Ciencias sociales y formación ambiental (17-84). México DF: Gedisa & UNAM.

Leff, E. (2000). Los problemas del conocimiento y la perspectiva ambiental del desarrollo. México DF: Siglo XXI.

Leff, E. (2006). Aventuras de la epistemología ambiental: de la articulación de ciencias al diálogo de saberes. México DF: Siglo XXI.

Leff, E. (2015). De la multi a la inter y a la transdisciplina: especializaciones e hibridaciones entre ciencias sociales, ciencias ambientales y ecología humana. En A. Argueta Villamar & G. A. Peimbert Frías (Eds.), La ruptura de las fronteras imaginarias o de la multi a la transdisciplina (41-59). México DF: Siglo XXI & UNAM.

Lenoir, Y. (2013). Interdisciplinariedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización. Interdisciplina Revista Del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias En Ciencias y Humanidades, 1(1), 51-86. DOI: <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2013.1.46514>.

Lezama, J. L. (2010). Sociedad, medio ambiente y política ambiental. En J. L. Lezama & B. Graizbord (Eds.), Medio Ambiente (23-59). México DF: El Colegio de México.

López Cerezo, J. A. (2017). Ciencia, tecnología y sociedad. Organización de los Estados Americanos.

Morales Jasso, G. (2016). El concepto “ambiente”, una reflexión epistemológica sobre su uso y su estandarización en las ciencias ambientales. Nova Scientia, 8(17). DOI: <https://doi.org/10.21640/ns.v8i17.640>.

Morales Jasso, G. (2022). Construir el conocimiento interdisciplinario en el Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales. Historia, teoría y praxis [Tesis de doctorado]. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. DOI: <https://doi.org/10.21640/ns.v8i17.640>.

Morales Jasso, G., Benítez Ramírez, D. M., Romero Contreras, S., Diédhiou, I., Velázquez Delgado, G., Castillo López, G., Mendoza-Pérez, K., Algara Siller, M. & Olivares Illana, V. (2022). Multi, inter y transdisciplina, aportes para una mejor interpretación de sus significados. Nova Scientia, 14(29). DOI: <https://doi.org/10.21640/ns.v14i29.3066>.

Morales Jasso, G. & Sáenz Martínez, O. (2024). Antropología dialógica de la ciencia: Las ciencias sociales y las humanidades en dos Programas de Posgrado en Ciencias Ambientales. En A. Van't Hooft & A. Rodríguez López (Eds.), Colección antropología. San Luis Potosí: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Morales-Jasso, G., Martínez-Vargas, R. D., Badano, E. I. & Márquez-Mireles, L. E. (2022). ¿Qué son las ciencias ambientales? Una introducción a sus problemas epistémicos. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle*, 15(57), 01-28. DOI: <https://doi.org/10.26457/recein.v15i57.2852>.

Nieto Caraveo, L. M. (2003). Un nuevo espacio multidisciplinario de trabajo académico: El Posgrado en Ciencias Ambientales. *Universitarios Potosinos*, 10(5), 84-87.

Olivé, L. (2007). La ciencia y la tecnología en la sociedad del conocimiento: ética, política y epistemología. Fondo de Cultura Económica.

O'Sullivan, P. E. (1986). Environmental science and environmental philosophy — part 1 environmental science and environmentalism. *International Journal of Environmental Studies*, 28(2–3), 97–107. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207238608710314>.

Plencovich, M. C., Vugman, L., Coprdon, G. & Rodríguez, M. (2016). Las elusivas ciencias ambientales: aspectos epistemológicos y socio-históricos. *AMBIENS. La Revista Iberoamericana Universitaria en Ambiente, Sociedad y Sustentabilidad*, 2(3), 100-124. Recuperado de: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ambiens/article/view/1044>.

121

Pombo, O. (2013). Epistemología de la interdisciplinariedad. La construcción de un nuevo modelo de comprensión. *Interdisciplina. Revista Del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias Ciencias y Humanidades*, 1(1), 21-49. DOI: <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2013.1.46512>.

Red Colombiana de Formación Ambiental (2007). Las ciencias ambientales como un área de conocimiento. En O. Sáenz (Ed.), *Las ciencias ambientales: una nueva área del conocimiento* (13–27). Red Colombiana de Formación Ambiental.

Rodríguez, P. (1997). El retrato imposible: la etnografía de grupos cerrados. En Á. Aguirre Baztán (Ed.), *Etnografía Metodología cualitativa en la investigación sociocultural* (308–315). Buenos Aires: Alfaomega Marcombo.

Rohde, G. M. (2005). Epistemologia ambiental. Uma abordagem filosófico-científica sobre a efetuação humana alopoiética da Terra e de sus arredores planetários. COPESUL & EDIPUCRS.

Severiche Sierra, C. A., & Acevedo Barrios, R. L. (2013). Biogás a partir de residuos orgánicos y su apuesta como combustibles de segunda generación. *Ingenium Revista de La Facultad de Ingeniería*, 14(28), 6. DOI: <https://doi.org/10.21500/01247492.1330>.

Toledo, V. M. (2003). Segunda parte. En M. Boada & V. M. Toledo (Eds.), *El planeta, nuestro cuerpo La ecología, el ambientalismo y la crisis de la modernidad* (113-200). Secretaría de Educación Pública, Fondo de Cultura Económica & Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Warde, P., Robin, L. & Sörlin, S. (2018). *The environment: a history of the idea*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

**Capacidades estatales, apuntes desde la periferia.
Aportes y limitaciones de las capacidades financieras
para el estudio de instituciones estratégicas:
la Comisión Nacional de Energía Atómica (2006-2022) ***

**Capacidades estatais, notas da periferia.
Contribuições e limitações das capacidades financeiras
para o estudo das instituições estratégicas:
a Comissão Nacional de Energia Atômica (2006-2022)**

***State Capacities, Notes from the Periphery.
Contributions and Limitations of Financial Capacity
in the Study of Strategic Institutions:
The National Atomic Energy Commission (2006-2022)***

Lourdes Alvez Taylor  **

Este artículo expone los resultados iniciales de un análisis de las capacidades financieras de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) entre 2006 y 2022, y las limitaciones que los indicadores asociados a ellas presentan al momento de analizar procesos de inversión en ciencia y tecnología. Observando el derrotero de los recursos financieros del organismo en este período, así como la evolución de la inversión en ciencia y tecnología en la totalidad de la Argentina, se pretende abrir el debate respecto del estudio de las capacidades financieras y sus implicancias sobre las políticas de ciencia y tecnología, en un contexto de disputa entre diferentes imaginarios del desarrollo. Los resultados aquí expuestos forman parte de la primera etapa de un proyecto de investigación que tiene por objetivo estudiar la trayectoria de acumulación de capacidades estatales de la CNEA, a partir de la reactivación del Plan Nuclear Argentino en 2006. La selección de este caso se vincula con la significatividad en términos históricos y simbólicos que el organismo ha logrado construir en el sector nuclear, al tratarse de una institución que cuenta con reconocimiento regional y global por las capacidades relativas que ha desarrollado en sus más de setenta años de existencia.

123

Palabras clave: capacidades estatales; política nuclear; políticas de ciencia y tecnología; imaginarios del desarrollo

* Recepción del artículo: 07/05/2024. Entrega del dictamen: 18/06/2024. Recepción del artículo final: 24/06/2024.

** Licenciada en administración pública por la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Argentina. Becaria doctoral para temas estratégicos del CONICET, con sede de trabajo en el proyecto "Problemática energética y disputas sociales: actores, escenarios y conflictos en la Argentina actual" (Instituto de Ciencias, UNGS). Doctoranda en sociología de la Escuela Interdisciplinaria de Altos Estudios Sociales, perteneciente a la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Argentina. Correo electrónico: LAlvezTaylor@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0161-0308>.

Este artigo pretende apresentar os resultados iniciais de uma análise das capacidades financeiras da Comissão Nacional de Energia Atômica (CNEA) entre 2006 e 2022, e as limitações que os indicadores a elas associados apresentam na análise dos processos de investimento em ciência e tecnologia. Observando o curso dos recursos financeiros da organização neste período, bem como a evolução do investimento em ciência e tecnologia em toda a Argentina, pretende-se abrir o debate sobre o estudo das capacidades financeiras e suas implicações nas políticas de investimento em ciência e tecnologia, num contexto de disputa entre diferentes imaginários sobre o desenvolvimento. Os resultados aqui apresentados fazem parte da primeira etapa de um projeto de pesquisa que visa estudar a trajetória de acumulação de capacidades estatais da CNEA, a partir da reativação do Plano Nuclear Argentino em 2006. A seleção do caso foi vinculada ao importância em termos históricos e simbólicos que a organização conseguiu construir no setor nuclear, por ser uma instituição que tem reconhecimento regional e global pelas capacidades relativas que desenvolveu nos seus mais de setenta anos de existência.

Palavras-chave: capacidades estatais; política nuclear; políticas de ciência e tecnologia; imaginários sobre o desenvolvimento

This article presents the initial results of a study on the financial capacities of the National Atomic Energy Commission (CNEA, due to its initials in Spanish) between 2006 and 2022, with the aim of pondering upon the limitations that the indicators associated with them present when analyzing the investment processes in science and technology. Observing the course of CNEA's financial resources in this period, as well as the evolution of investment in science and technology throughout Argentina, it seeks to open a debate regarding the study of financial capabilities and its implications on the science and technology policies, in a context of dispute between different imaginaries of development. The results presented are a part of the first stage of a research project that intends to study the trajectory of State capacities accumulation within CNEA, beginning with the reactivation of the Argentine Nuclear Plan in 2006. The selection of this case is linked to its significance in historical and symbolic terms in the nuclear sector, being an institution that has regional and global recognition for the capacities it has developed in its more than seventy years of existence.

Keywords: State capacities; nuclear policy; science and technology policies; development imaginaries

Introducción

Los avances en el campo de la ciencia y técnica (CyT) se presentan como uno de los principales impulsores del desarrollo y los grandes procesos de acumulación de capital. Diversas investigaciones destacan que no solo ha sido central la intervención estatal en la conformación y el incentivo de mercados asociados con la innovación y los avances tecnológicos en gran escala, sino que los Estados también se han presentado como uno de los actores económicos más dispuestos a impulsar proyectos capital intensivos (Peano, 2018; Amsden, 1993, 2004; Mazzucato, 2013; Chang, 2004; Schteingart y Coatz, 2015).

Entre los diversos sectores que componen el campo de la CyT, al estudiar el caso argentino, el nuclear se presenta como uno de los tantos que han sido poco atractivos para la inversión privada. Sin embargo, se destaca porque su proceso productivo lo caracteriza como una “industria industrializante”; es decir, que cuenta con la capacidad de ser un catalizador para la modernización y especialización de diversas áreas del entramado productivo (Lugones y Vera, 2024). De esta forma, la promoción del sector realizada desde el Estado resultó en la creación de un ecosistema nuclear integrado por un conjunto de organismos estatales, empresas públicas y pymes, cuyo núcleo organizador es la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA).

La CNEA fue creada en 1950 mediante el Decreto 10.936 y se constituyó como una entidad autárquica en 1956 a través del Decreto-Ley 22.498. Rápidamente el organismo fue considerado como un instrumento para la dirección de la política nuclear, tanto en la formación de recursos humanos como para la modernización del equipamiento disponible para investigación. Sin embargo, hacia finales de la década de 1950 -tras la puesta en marcha de los primeros reactores de potencia en Estados Unidos e Inglaterra- comenzó a surgir el objetivo estratégico de guiar el desarrollo nucleoelectrónico y la trama productiva asociada con él, en un contexto en el que se proyectaba una ampliación en la demanda energética a causa del crecimiento industrial promovido por las políticas públicas implementadas durante este período (Hurtado, 2012; Lugones y Vera, 2024). El organismo rápidamente se consolidó como uno de los protagonistas de la intervención estatal en el modelo desarrollista, destacándose internacionalmente por su capacidad para definir la política nuclear y guiar el desarrollo del ecosistema productivo asociado a ella. Sin embargo, con la profundización de las políticas neoliberales y el avance de la desindustrialización en la Argentina, el organismo sufrió una paralización durante la década de 1990 (Oszlak, 1976; Peano, 2018).

Este artículo presenta algunos de los resultados de la primera etapa de avance de un proyecto de investigación que se propone estudiar la trayectoria de acumulación de capacidades estatales de la CNEA, a partir de la reactivación del Plan Nuclear Argentino en 2006.¹ Se entiende por capacidades estatales a la aptitud que poseen

1. El 26 de agosto de 2006, Julio De Vido, entonces ministro de planificación federal, inversión pública y servicios, dio un discurso a través del cual anunció la reactivación del Plan Nuclear Argentino. La reactivación se fundó sobre la base de un plan estratégico a mediano plazo, en el que se establecían dos pilares que guiarían el desarrollo nuclear durante los siguientes años: la generación masiva de energía nuclear (asociada

los organismos públicos para alcanzar el mayor grado de creación de valor público a través de sus políticas; cumpliendo con sus funciones, definiendo sus objetivos, alcanzando sus metas y resolviendo sus problemas de un modo sustentable (Repetto, 2004; Gonzáles Bazaldua, 2021; Hildebrand y Grindle, 1997; Skocpol, 1989). A partir de esta definición, se hace evidente que existe una serie de atributos necesarios para que los organismos logren acumular capacidades, así como determinados procesos que pueden favorecer su fortalecimiento o resultar en una pérdida de las capacidades que fueron adquiridas. De manera que, al momento de preguntarnos por las capacidades estatales de una institución en particular, resulta relevante considerar qué dimensiones aportan a la instrumentalización del análisis, pero también cuáles son las limitaciones que ellas presentan.

Así, el artículo tiene por objetivo exponer los resultados de una primera aproximación documental al análisis de los principales indicadores utilizados para estudiar las capacidades financieras de la CNEA entre 2006 y 2022, y las limitaciones que estos presentan al momento de analizar la trayectoria de los procesos de inversión en CyT. En las siguientes etapas de la investigación, el análisis será profundizado a partir de la realización de entrevistas a informantes clave del ecosistema nuclear, así como a partir de la complejización del análisis financiero al vincularlo con el estudio de la evolución de las capacidades burocráticas del organismo.

Para abordar este problema, se han estructurado tres apartados: en primer lugar, se realizan algunas consideraciones teórico-conceptuales y se presentan las decisiones metodológicas que fueron realizadas para el abordaje del caso. En segundo lugar, se presentan los resultados de la investigación, que fueron divididos en dos secciones, una en la que se presenta el comportamiento general de la inversión en el campo de la CyT en la Argentina entre 2006 y 2022, realizando una caracterización exploratoria de los actores que integran el sector; y otra en la que se aborda en profundidad el caso de la CNEA, estudiando la evolución de sus recursos financieros y el modo en el que fueron utilizados durante el mismo período. Finalmente, en tercer lugar se presentan las principales reflexiones de esta primera etapa de investigación, orientadas a abrir el debate en torno a la consideración que se realiza sobre las capacidades financieras y sus limitaciones al momento de evaluar el desempeño de las instituciones públicas en áreas estratégicas para el desarrollo.

con la finalización de la central Atucha II; la puesta en marcha de la Planta Industrial de Agua Pesada; la extensión de vida de la central Embalse; el establecimiento de una cuarta central nuclear; el reinicio de las actividades de enriquecimiento de uranio; el impulso de la minería de uranio; y la finalización del estudio de factibilidad e ingeniería básica correspondiente al proyecto CAREM) y la aplicación de la tecnología nuclear en salud e industria (asociada a la producción de radioisótopos; la expansión y modernización de los centros de medicina nuclear; y una mayor inversión y fomento a los proyectos de investigación y desarrollo). La evolución específica del plan estratégico y sus implicancias sobre los proyectos de la CNEA serán analizadas en profundidad en futuros trabajos.

1. Las capacidades financieras en clave periférica: consideraciones teórico-conceptuales y metodológicas para el análisis

El desarrollo es un concepto complejo que abarca una serie de imaginarios y definiciones que pueden resultar contradictorios entre sí. Los imaginarios contruidos en torno al desarrollo pueden ser entendidos como una serie de disposiciones que se realizan respecto de cómo debería ser la sociedad, siendo el resultado de las luchas de poder que se dan en un determinado momento histórico entre los diversos actores sociales, económicos, políticos y gubernamentales. De esta forma, es posible considerar al desarrollo como un concepto en disputa en el que se tensionan cuestiones vinculadas con las normas y los valores que producen, transforman e imponen una estructura social determinada (Esteve, 2011; Serrani, 2012; Manzanal, 2014). En este sentido, respecto del desarrollo económico de las naciones, existen imaginarios que consideran que los procesos de acumulación de capacidades se encuentran ligados a estrategias de intervención que son guiadas desde el sector público, mientras que otros evalúan que el desarrollo virtuoso es aquel dirigido desde una estrategia de carácter privado.

A los fines de este artículo, resulta relevante recuperar los imaginarios que desde finales de la década de los 60 se nutrieron de los aportes de académicos como Jorge Sábato, Oscar Varsavsky y Amílcar Herrera, entre otros, quienes impulsaron el Pensamiento Latinoamericano en Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (PLACTED); debido a que las definiciones contenidas por estos imaginarios sirvieron de marco para gran parte de las elecciones realizadas desde la política nuclear durante las primeras décadas de existencia de la CNEA. Así, estos imaginarios, asociados a la problematización del desarrollo y la acumulación de capacidades científico-tecnológicas desde la periferia, se constituyeron como la base de una cultura nuclear que continúa teniendo una relevancia central en los sentidos y valoraciones impulsadas actualmente por parte del ecosistema. En este sentido, una de las mayores preocupaciones del PLACTED se vinculó con la identificación de los factores que impedían un efectivo desarrollo económico por parte de los países de la región. La limitación identificada por estos académicos se vinculó con la existencia de una escasa capacidad de los Estados latinoamericanos para realizar un diseño de políticas de CyT orientado al desarrollo nacional. Es decir, una política que respondiera a las necesidades productivas propias del país, de manera que tuviera la capacidad de coordinar los esfuerzos de la política en CyT con la de otros sectores productivos, orientándola hacia el establecimiento de mecanismos de articulación público-privada que guiaran los procesos de acumulación científico-tecnológica, lo que hubiera permitido iniciar procesos virtuosos de retroalimentación que favorecieran la autonomía tecnológica y productiva de la región (Hurtado, 2018; Serrani, 2012).

En sintonía con el diagnóstico desarrollado por PLACTED, la idea de ventajas institucionales comparativas propuesta por Hall y Soskice (2001) aporta a la consideración de que la producción más eficiente, o el desarrollo de determinados tipos de actividad, responden en gran medida al sostén institucional que ofrece cada economía. De manera que, cuando se considera el ámbito de la especialización de procesos o productos, existen determinadas características institucionales que favorecen procesos de innovación radical o acumulativa. Sin embargo, los

autores consideran que cualquier proceso de innovación a gran escala requiere de la colaboración entre diferentes actores de la economía, que necesitan de la configuración de contextos institucionales muy diferentes para prosperar. Y frente a este desafío, el Estado se presenta como un actor con un particular peso en la economía, ya que tiene la capacidad de utilizar a sus diferentes organismos para promover el avance tecnológico y configurar mercados a través del establecimiento de regulaciones, compras, e incentivos de diferente naturaleza (Mazzucato, 2013; Hall y Soskice, 2001).

En definitiva, para esta investigación resulta de interés indagar sobre el vínculo entre la política nuclear implementada a partir de la reactivación del Plan Nuclear Argentino y el contexto institucional del ecosistema, considerando cómo estos dos factores incidieron sobre el proceso de acumulación de capacidades por parte de la CNEA a partir de 2006. Desde ya, esta no es la cuestión que será abordada en este artículo, pero su consideración es central para comprender la perspectiva desde la cual fue realizado el análisis que será expuesto.

Para analizar las estrategias de desarrollo productivo e innovación debe considerarse su inserción tanto el contexto histórico -considerando las tensiones que ello implica en términos del escenario institucional en el que se diseñan las políticas- como en la estructura industrial presente -considerando su posición en el mercado global, tanto en el eje centro-periferia como respecto de su posición frente a los principales competidores en materia económica- (Andreoni, 2017). Esto resulta fundamental, ya que las asimetrías de poder a nivel geopolítico tienen un gran impacto sobre la política industrial que efectivamente pueden implementar los países. Cuestión que queda en evidencia, por ejemplo, al considerar las restricciones y limitaciones respecto del uso de determinadas tecnologías e instrumentos de política que se les imponen a los países periféricos en el establecimiento de acuerdos bilaterales y tratados internacionales (Chang y Andreoni, 2020), cuyas implicancias sobre la política nuclear de América Latina fueron analizadas en profundidad por diversos autores (Vera, 2020, 2021; Colombo *et al.*, 2017; Hurtado, 2012).

De esta forma, así como existen diversas definiciones respecto de los imaginarios de desarrollo, existen diferentes instrumentos de legitimación asociados a cada una de ellas. En este sentido, las dimensiones y los atributos que se utilizan para analizar las trayectorias de acumulación de capacidades estatales deben ser considerados como parte de la disputa por el sentido en el análisis de los procesos de desarrollo. Así, no puede ignorarse que el sobredimensionamiento de la capacidad explicativa de los indicadores asociados a las capacidades financieras de los organismos públicos no es más que otro resultado del proceso de financiarización que atraviesan los Estados desde las últimas décadas del siglo XX (Pagliari y Young, 2020).

En este sentido, los debates actuales en torno al desarrollo y el avance de las políticas en CyT deben reconocer que existe una heterogeneidad estructural respecto de la capacidad de producción que poseen los países con diferentes posiciones en el eje centro-periferia, y por ello deberían asignarles diferentes grados de relevancia a los indicadores utilizados al momento de evaluar políticas públicas. Recuperando la perspectiva de PLACTED, para los países periféricos el desarrollo no puede

considerarse únicamente en términos de productividad y crecimiento, sino también respecto del impacto que las políticas industriales tienen sobre la pobreza y las características de los empleos generados. Pero, a su vez, los debates en torno a estas cuestiones deben profundizarse, debido a que la disputa en torno al concepto de desarrollo incide sobre cada uno de los aspectos sociales y económicos ligados a él. Así, problematizar la creación de empleos se vincula con una conceptualización particular sobre su calidad, no solo en términos del salario obtenido, sino también respecto de los esfuerzos físicos y mentales que se realizan frente a las ganancias materiales, emocionales e intelectuales obtenidas (Andreoni y Chang, 2017).

Las consideraciones teórico-conceptuales expuestas hasta aquí resultaron fundamentales para el análisis que será expuesto en el siguiente apartado. El proyecto de investigación, en el marco del cual se desarrolló esta primera etapa de investigación, sigue una estrategia metodológica de orientación cualitativa que pretende analizar el caso de la CNEA en el período 2006-2026 en profundidad, indagando sobre la configuración de las relaciones sociales entre actores que se establecen tanto al interior del organismo como entre él y el entorno en el que implementa sus políticas. De este modo, se considera la articulación de diversas técnicas de investigación orientadas a examinar las posiciones que adoptan los actores en relación con determinadas problemáticas, distinguiendo las valoraciones y racionalidades a partir de las que interpretan los hechos, así como sus perspectivas y proyectos (Ragin, 2007; Gallart, 1993; Vasilachis, 2009; Archenti *et al.*, 2007).

El enfoque particular de la investigación se encuadra dentro de los estudios de caso intrínsecos, por lo que se pretende analizar los rasgos distintivos que favorecieron el proceso de acumulación y consolidación de capacidades estatales por parte de la CNEA. La selección del caso se vincula con la significatividad en términos históricos y simbólicos que el organismo ha logrado construir en el sector nuclear, al tratarse de una institución que cuenta con reconocimiento a nivel regional y global por las capacidades relativas que ha desarrollado en sus más de 70 años de existencia.

129

En este marco, la primera etapa de la investigación -en la que se produjeron los avances expuestos en este artículo- se centró en la reconstrucción de la trayectoria del organismo entre 2006 y 2022 a través de la revisión documental, teniendo el objetivo de consolidar una aproximación exploratoria de la trayectoria de la CNEA, que en las siguientes etapas del proceso de investigación será profundizada a través de la realización de entrevistas a diversos actores vinculados con el ecosistema nuclear.

Para la construcción de los resultados expuestos a continuación, resultaron fundamentales tres fuentes primarias:

- El Anuario Estadístico de Ciencia y Técnica (serie 2006-2022), publicado por el ex Ministerio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCYT), ofreció la información a partir de la cual se reconstruyó la caracterización de la situación general de la inversión y los actores involucrados en la ejecución de proyectos de CyT en todo el país.

- La Cuenta de Inversión (serie 2006-2022), publicada por la Contaduría General de la Nación, permitió recuperar la información referida a la ejecución presupuestaria a nivel nacional y de la CNEA en particular. Resulta relevante señalar que desde el enfoque utilizado se considera importante evaluar la trayectoria en base a la ejecución presupuestaria, ya que representa los recursos financieros que efectivamente fueron utilizados en cada ejercicio. A diferencia de los datos contenidos en el presupuesto nacional, que pueden ser modificados a la suba o a la baja al momento de la ejecución. De esta forma, siempre que se hable de los recursos o presupuesto asignado a la función CyT o la CNEA, se habla de los valores ejecutados en cada período, a menos que se especifique lo contrario (por ejemplo, crédito vigente o crédito original).
- La Memoria y Balance Institucional (serie 2006-2020), publicada por la CNEA, ofreció información adicional que resulta relevante para la interpretación de los resultados de la Cuenta de Inversión.

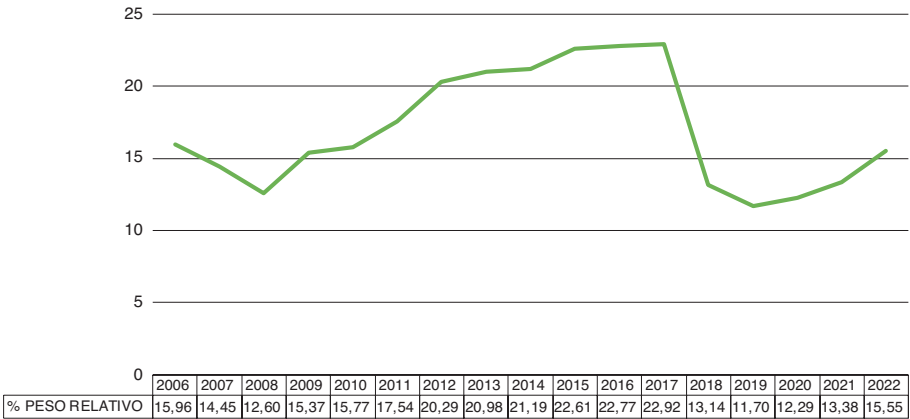
2. La evolución de las capacidades financieras en un período de tensión entre imaginarios del desarrollo (2006-2022)

2.1. La inversión en ciencia y tecnología en la Argentina (2006-2022)

Para el análisis de las capacidades financieras potenciales que posee el sector de CyT a nivel nacional deben ser consideradas dos cuestiones: en primera instancia, el peso de la función CyT al interior del presupuesto ejecutado por el Estado nacional y la evolución de los recursos asignados a ella; en segunda instancia, la caracterización de la inversión realizada en proyectos vinculados con la CyT en todo el país, lo que no solo implica proyectos ejecutados al interior de los organismos que integran la función CyT en términos presupuestarios, sino a la totalidad de los actores del sector, es decir: organismos públicos, universidades públicas y privadas, empresas y organizaciones sin fines de lucro.

En la **Figura 1** se presenta el peso de la función CyT al interior del presupuesto ejecutado, lo que permite considerar la relevancia que se le otorgó a esta función frente a las que se les asigna inversión estatal en el presupuesto. Es posible afirmar que entre 2009 y 2017 tuvo lugar una tendencia al alza en la participación de la función en el gasto realizado por el Estado nacional. Por su parte, en coincidencia con el inicio de una crisis macroeconómica que tuvo impactos sobre el rumbo de diversas políticas públicas, en 2018 la inversión realizada en la función sufre caída que resulta en una pérdida de casi un 10% de su peso relativo, que finalmente en 2019 alcanza el mínimo de la serie estudiada (11,7%). Por su parte, si bien en el período 2020-2022 se evidencia una recuperación del peso relativo de la función, el 15,55% alcanzado al finalizar la serie resulta menor que el valor con el cual inició (15,96%). Aun así, para la totalidad de la información relativa al presupuesto nacional que será presentada, no deben ignorarse las consecuencias que la pandemia del COVID-19 tuvo sobre la ejecución presupuestaria de 2020 y 2021.

Figura 1. Peso de la función CyT en el total del presupuesto ejecutado (2006-2022)



Fuente: elaboración propia sobre la base de la Cuenta de Inversión, serie 2006-2022 (Contaduría General de la Nación).

La tendencia evidenciada en la **Figura 1** permite considerar una de las ventajas que ofrecen los indicadores financieros para el análisis de las capacidades estatales, ya que favorecen la identificación de cambios y continuidades en procesos de políticas que pueden ser guiados por objetivos e imaginarios totalmente diferentes. En este sentido, los gobiernos que ocuparon el Estado nacional entre los períodos 2003-2015 (Frente para la Victoria) y 2019-2024 (Frente de Todos) tuvieron un discurso fuertemente ligado con la valorización de los imaginarios del desarrollo asociados a la intervención pública como impulsora del desarrollo científico-tecnológico, mientras que el gobierno que lo ocupó entre 2015 y 2019 (Coalición Cambiemos) valoraba una concepción de intervención sobre el sector asociada con la centralidad del accionar privado para la obtención de un desarrollo virtuoso. Sin embargo, en los primeros años de la serie analizada (2006-2008), la función CyT pierde relevancia al interior del presupuesto ejecutado por el Estado nacional. A su vez, recién en el segundo año del gobierno de la Coalición Cambiemos se produce un claro corte en la tendencia al alza iniciada en 2009.

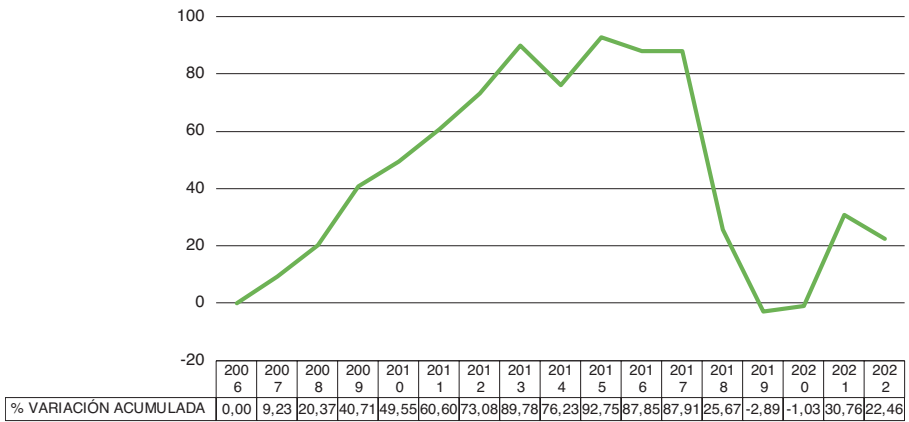
Sin embargo, las variaciones en el peso de la función CyT al interior del presupuesto no necesariamente implican que los recursos asignados a ella experimenten los mismos cambios. Para realizar esta consideración, resulta necesario estudiar las variaciones que experimentaron año a año sus recursos financieros. De esta forma, tomando en consideración el efecto multiplicador de la variación interanual,² se realizó

2 Realizando el cálculo en base a la fórmula $Vacumulada = (\prod_{i=1}^n (1 + Vi)) - 1$, donde Vi representa el coeficiente de variación interanual en el presupuesto frente a la inflación, y $\prod_{i=1}^n$ representa el producto de la acumulación de cada uno de los factores desde $i = 2006$ hasta n , el final de la serie.

una aproximación al porcentaje de variación real del presupuesto ejecutado por la función CyT a partir de 2006. Para ello se consideró en una primera instancia la variación interanual del presupuesto nominal utilizado por el organismo, para luego compararla con el porcentaje de variación interanual que la inflación (considerando el Índice de Precios al Consumidor) tuvo en el mismo período, a partir de lo cual se obtuvo un coeficiente de variación real interanual que fue utilizado para el cálculo de la variación acumulada. En relación con esto último, con el objetivo de realizar el análisis más adecuado posible, la reconstrucción de la variación interanual de la inflación se realizó considerando los datos oficiales del INDEC para 2006 y el período 2016-2022, mientras que, para el período en el que la información del organismo se encuentra cuestionada (2007-2015),³ se recuperaron los datos publicados por la consultora Buenos Aires City, que siguen la metodología previa del INDEC.

Así, en la **Figura 2** se exponen los resultados del cálculo del porcentaje de variación acumulada del presupuesto utilizado por la función CyT. A diferencia de la tendencia que se evidencia al comparar la representatividad de la función en la totalidad del presupuesto, observando la variación año a año de los recursos utilizados, se aprecia una clara tendencia al alza que se inicia desde el comienzo de la serie, que en 2014 sufre una caída pero que alcanza su pico máximo en 2015, con una variación real del 92,75% respecto de los recursos asignados en 2006.

Figura 2. Variación acumulada del presupuesto de la función CyT frente a la inflación (2006-2022)



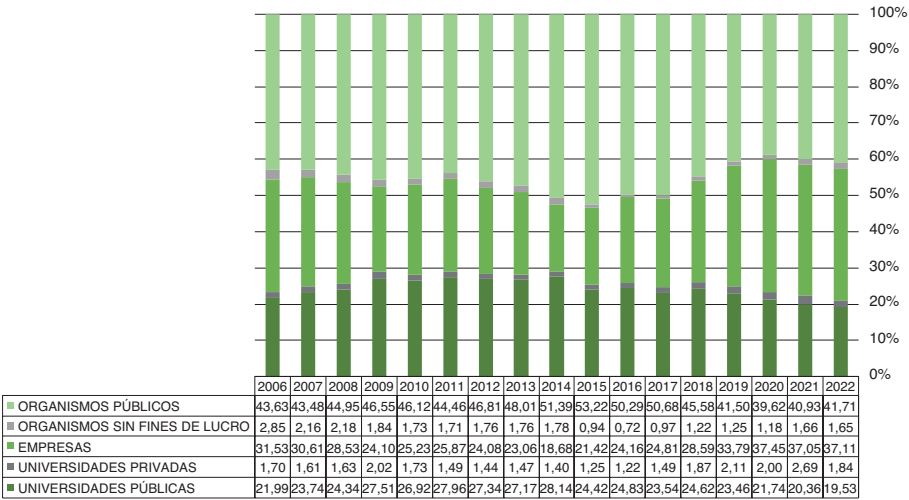
Fuente: elaboración propia sobre la base de la Cuenta de Inversión, serie 2006-2022 (Contaduría General de la Nación).

3. En 2007 se removió a las autoridades previas del INDEC y se modificó la metodología a partir de la cual se calculaba la evolución de los precios, por lo que las mediciones oficiales de la inflación se encuentran cuestionadas durante este período.

Por su parte, si bien en 2016 se produce una leve caída en los recursos, se da un claro quiebre en la tendencia entre 2018 y 2019, cuando se alcanza el pico mínimo de -2,89% de variación acumulada; es decir, los recursos utilizados por la función fueron menores a los asignados en el inicio de la serie. Finalmente, lo que al observar el presupuesto general de la función CyT frente al presupuesto general se presentaba como una tendencia creciente entre 2020 y 2022, al considerar la evolución de los recursos financieros propios de la función no se presenta tan claramente, ya que la serie finaliza con una nueva caída, que posiciona los recursos asignados a un valor similar a los de 2008.

Por otro lado, una cuestión relevante a considerar en las discusiones respecto de si el sector de CyT debe ser guiado por una intervención de carácter público o privado se relaciona, justamente, con la configuración específica que adquiere al interior de cada país. Así, en la **Figura 3** se presenta el peso de cada actor en la ejecución de la inversión realizada sobre los proyectos de CyT en la Argentina, lo que permite observar el peso de cada uno en la implementación de proyectos.

Figura 3. Inversión en proyectos de CyT por sector de ejecución (2006-2022)



Fuente: elaboración propia sobre la base del Anuario Estadístico de Ciencia y Técnica, serie 2006-2022 (MINCYT).

Una primera cuestión que se destaca al considerar la participación del Estado como un único actor (organismos y universidades públicas) es que indiscutiblemente se presenta como el mayor ejecutor de proyectos de CyT durante la totalidad de la serie, alcanzando un pico del 75,81% en 2014. A los fines analíticos, sin embargo, resulta relevante considerar la evolución de cada uno de los actores individualmente, ya que esta diferenciación pone en relieve la evolución del sector empresarial. De esta forma, puede señalarse que, en una primera instancia, el empresariado exhibe una tendencia

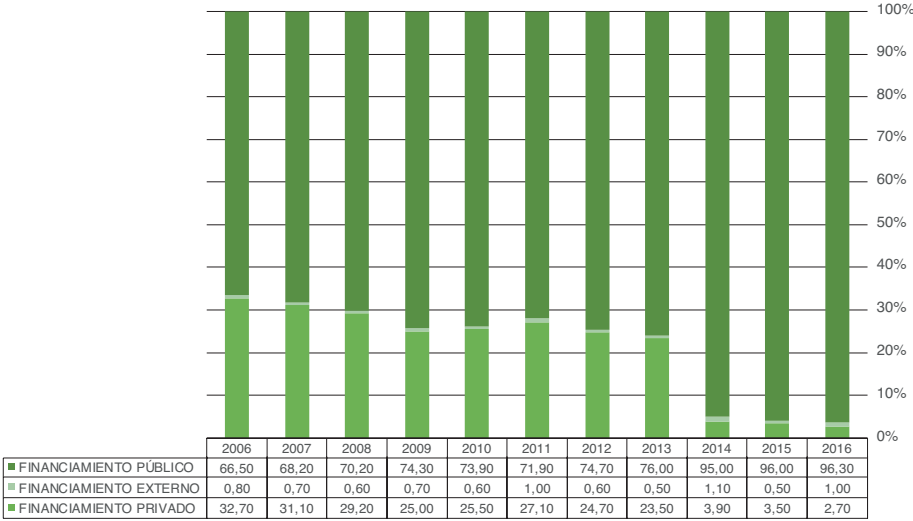
a la baja en su participación entre 2006 y 2014, y desde 2015 comienza a ganar peso hasta que, a partir de 2018, logra posicionarse como el segundo actor con mayor participación en la ejecución de proyectos de CyT. Lo que podría evidenciar un cambio en la correlación de fuerzas en el debate en torno a la naturaleza que debe asumir la intervención en CyT.

En este sentido, respecto de la **Figura 3** existen dos movimientos concomitantes que resulta relevante destacar: en primer lugar, si bien las universidades privadas experimentan un leve crecimiento en su participación a partir de 2017 (pasando del 1,22% en 2016 a su máximo de 2,69% en 2021), tras un período de tendencia a la baja entre 2011 y 2016, las universidades públicas se presentan como el tercer actor más relevante en la ejecución de proyectos de CyT a lo largo de esta serie. No obstante, durante la primera mitad de la serie (particularmente entre 2009 y 2017), las universidades públicas lograron configurarse como el segundo actor con mayor peso en la ejecución de la inversión realizada, exhibiendo una tendencia creciente en su participación desde 2006 hasta 2014; para presentar una tendencia oscilante entre la suba y la baja en la participación entre 2015 y 2018. De manera que no es hasta 2020 que se presenta una marcada caída en la participación de las universidades públicas, tendencia que se sostiene durante los últimos años de la serie.

En segundo lugar, si bien durante toda la serie los organismos públicos se presentan como el principal actor en la ejecución de proyectos, es posible identificar tendencias claramente diferenciadas en su trayectoria: un crecimiento en la participación entre 2008 y 2015 (subiendo del 44,95% al 53,22%); una tendencia a la baja, que en un inicio presenta una caída al 50,29% en 2016, hasta alcanzar el mínimo de 39,62% en 2020; y finalmente una leve recuperación entre 2021 y 2022. En paralelo, como ya se mencionó anteriormente, el empresariado comienza a exhibir una incipiente alza en su participación a partir de 2016, una clara tendencia entre 2018 y 2020, año en el que se alcanza el pico de 37,45%, y entre 2021 y 2022 exhibe un estancamiento en el que se reduce marginalmente la participación.

Aunque la producción de esta información fue discontinuada y no es posible contar con una serie oficial que abarque la totalidad del período analizado, resulta particularmente relevante considerar la representatividad de cada sector en el financiamiento de la inversión en proyectos de CyT, dado que el hecho de que un proyecto sea ejecutado por una empresa privada no implica que el financiamiento de su inversión también sea privado. En este sentido, la **Figura 4** permite ilustrar una clara tendencia en el financiamiento de proyectos de CyT en la década 2006-2016: el sector privado redujo su participación en el orden de un 10% entre 2006 y 2013, para luego desplomarse en los últimos tres años del período, alcanzando un mínimo de 2,7% en el financiamiento de los proyectos ejecutados en 2016.

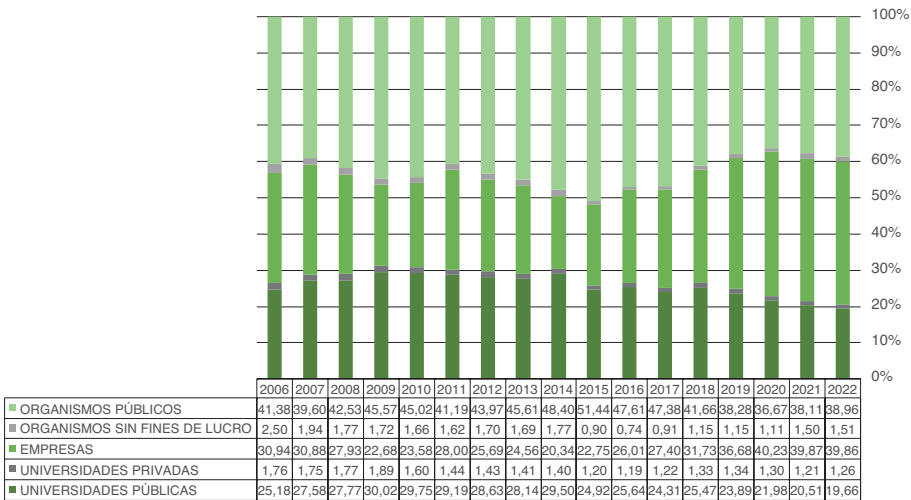
Figura 4. Financiamiento de la inversión en proyectos de CyT (2006-2016)



Fuente: elaboración propia sobre la base del Anuario Estadístico de Ciencia y Técnica, serie 2006-2016 (MINCYT).

Con la finalidad de complementar este análisis, es valioso analizar las tendencias que se presentaron en la ejecución de proyectos de I+D a nivel nacional. Así, en la **Figura 5** es posible observar el peso de cada actor en la ejecución de los proyectos, que exhiben una tendencia similar a la de los proyectos de CyT. De todas formas, si bien se presenta una clara participación mayoritaria del Estado durante la serie -alcanzando un pico del 77,94% en 2014-, al considerar el peso relativo individual de los actores, los organismos públicos únicamente lograron posicionarse como el actor principal a partir de 2019. Aunque al considerar la totalidad del sector público este representa el 58,62% de la ejecución de proyectos de I+D en 2022, en la consideración individual de los actores el empresariado se presenta como el de mayor peso relativo para este mismo año, con el 39,86% (menor que su pico del 40,23% en 2020).

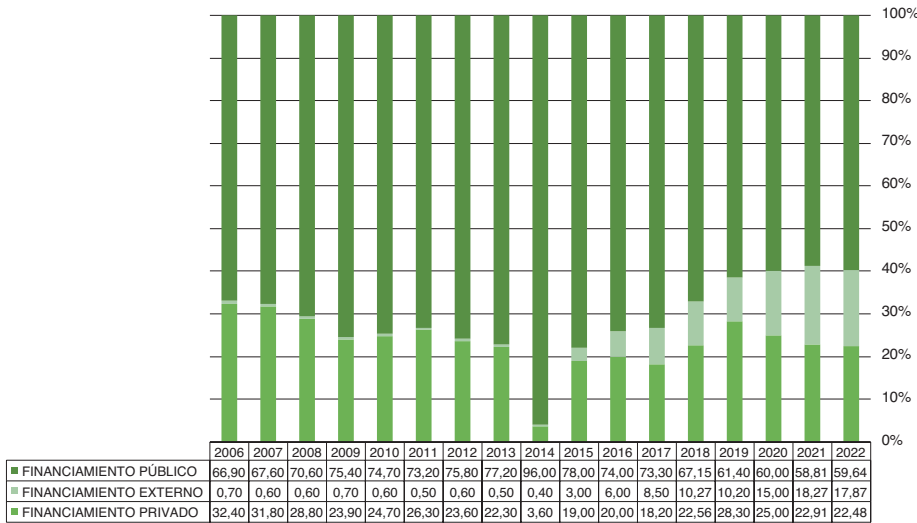
Figura 5. Inversión en proyectos de I+D por sector de ejecución (2006-2022)



Fuente: elaboración propia sobre la base del Anuario Estadístico de Ciencia y Técnica, serie 2006-2022 (MINCYT).

Por su parte, en la **Figura 6** se presenta el financiamiento de la inversión en I+D para la totalidad del período 2006-2022. Aunque al considerar la inversión en CyT (2006-2016) el crecimiento notable del sector público en 2014 se sostiene durante los ejercicios posteriores, al analizar la tendencia de la inversión en I+D los valores de 2014 se presentan como una excepcionalidad, mientras que hasta 2018 no se produce una reducción significativa de la inversión realizada desde el sector público -aunque sí se observa una leve caída a partir de 2016, que podría considerarse como una tendencia análoga a la sufrida por el presupuesto de la función CyT-. Sin embargo, esta tendencia no es acompañada por un gran crecimiento del financiamiento privado, el cual, si bien crece, presenta valores similares a los del período previo (sin poder superarse en ningún momento el pico de 32,4% en 2006, lo que implica que para la totalidad de la serie se aprecia una caída en su participación). En cambio, lo que se observa es una notable tendencia al alza en el financiamiento externo en la inversión, el cual hasta 2014 representaba menos del 1% y en 2021 alcanza su pico de 18,27%.

Figura 6. Financiamiento de la inversión en proyectos de I+D (2006-2022)



Fuente: elaboración propia sobre la base del Anuario Estadístico de Ciencia y Técnica, serie 2006-2022 (MINCYT).

En síntesis, si bien la función de I+D evidencia una mayor presencia del sector privado en la ejecución de la inversión, el sector público es el que mayor proporción de recursos aporta para el financiamiento de la inversión realizada, lo que no necesariamente implica que exista una mayor cantidad de proyectos financiados por el sector público, pero sí permite afirmar que el sector público es el que más capital aporta en el total de la inversión realizada. Por su parte, comparando el comportamiento del financiamiento en la inversión de I+D frente al de CyT, puede afirmarse que, al menos para el período con el que se cuenta con datos oficiales, ambos presentan grados similares de participación del sector público hasta 2014. Período en el que, en el caso de los proyectos de CyT, el sector público sostiene la extraordinaria participación en el financiamiento, a diferencia de lo ocurrido en el financiamiento en I+D, el cual regresó a los niveles previos de participación.

137

En relación con la excepcionalidad de 2014, resulta interesante considerar los datos expuestos en la **Figura 2**, a partir de los cuales se observa que, en realidad, el presupuesto asignado a la función CyT fue menor al asignado en 2013 y 2015. La notable participación del financiamiento público en los proyectos de 2014 puede deberse más a una retracción del financiamiento privado que a un aumento de los recursos invertidos desde el sector público.

Si bien a partir de 2018 la función CyT perdió relevancia al interior del gasto público ejecutado a nivel nacional, y los recursos fueron cada vez menores hasta el 2020, el sector público continuó presentándose como el principal financiador de la inversión tanto en CyT como en I+D en las dos series reconstruidas. Por su parte, la ejecución

de proyectos de CyT evidencia una tendencia más clara en favor de la intervención de carácter público (tanto por parte de organismos estatales como universidades públicas), mientras que en el sector específico de I+D ha comenzado a ganar un mayor peso la ejecución de carácter privado.

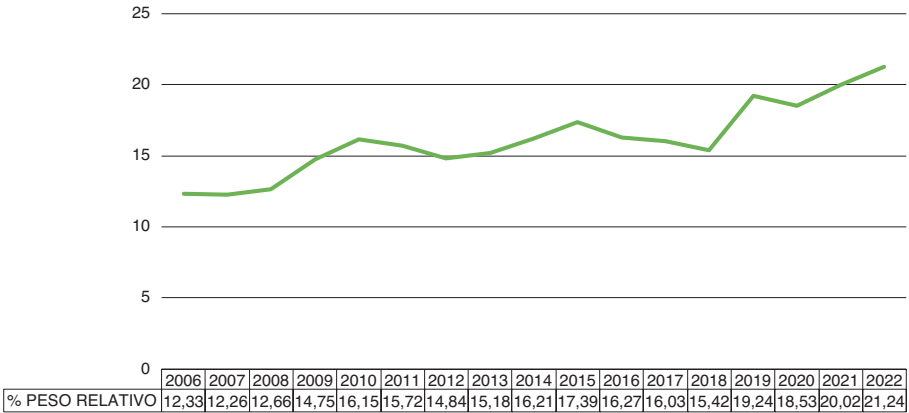
2.2. Las capacidades financieras de la CNEA (2006-2022)

La consideración de las capacidades financieras de un organismo requiere de un estudio diacrónico, holístico y comparado sobre la disponibilidad y capacidad de ejecución de los recursos. Este apartado presentará algunos de los indicadores que se consideraron como los más relevantes para la consideración de las capacidades financieras de la CNEA en el período estudiado. En primera instancia, luego de haber expuesto las características del sector de CyT en la Argentina, resulta de interés considerar la relevancia del organismo al interior de la función CyT.

De esta forma, en la **Figura 7** se presenta la evolución del peso relativo del presupuesto ejecutado por la CNEA entre 2006 y 2022, en comparación con el presupuesto ejecutado por la totalidad de la función CyT. Si bien existen algunos momentos de leve caída, a lo largo de toda la serie la CNEA presenta una representatividad creciente al interior del presupuesto asignado a su función. Así, si bien el organismo sufre una pequeña caída en su relevancia en 2007, a partir de 2008 inicia una clara tendencia ascendente, que vuelve a presentar algunas caídas, particularmente en 2012 y entre 2016 y 2018, tendencia que puede explicarse considerando las etapas de desarrollo de los proyectos principales del organismo en este período. En este sentido, debe considerarse que las actividades vinculadas con la asistencia en la puesta en marcha de Atucha II finalizaron en 2014, mientras que durante los primeros años de la serie los proyectos CAREM y RA-10 se encontraban en etapas de diseño y planificación (e iniciaron sus obras en 2014 y 2016, respectivamente).

Respecto de esto último, no debe ignorarse que durante el ejercicio 2018 se acumuló una deuda con la empresa contratista de la obra vinculada al proyecto CAREM, cuestión que fue detallada en un artículo previo (Alvez Taylor, 2024) y resultó en que para saldar la situación se asignaran partidas extraordinarias en la ejecución presupuestaria de 2019. Así, a partir de la fuerte caída de los recursos asignados a la función CyT en ese año (**Figura 2**), la CNEA presenta un notable crecimiento en su peso relativo debido a los proyectos capital intensivos que se ejecutaron durante este período.

Figura 7. Peso de la CNEA al interior de la función CyT (2006-2022)



Fuente: elaboración propia sobre la base de la Cuenta de Inversión, serie 2006-2022 (Contaduría General de la Nación).

En síntesis, a pesar de que entre 2016 y 2018 se presenta una tendencia descendente en la participación de la CNEA en el presupuesto asignado a la función CyT, las características propias de la etapa de construcción de infraestructura, en la que se encuentran en la actualidad sus proyectos de desarrollo e ingeniería, explican el particular crecimiento del organismo al interior de la función en 2019, año en el que se presentó el pico mínimo en los fondos asignados a la CyT. Esta característica explica la leve caída del peso del organismo al interior de la función en 2020, debido a las restricciones que el Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio (ASPO) establecido por el gobierno nacional implicaron para la continuidad de la obra pública. Sin embargo, como desde el gobierno del Frente de Todos se consideró que esta clase de inversiones poseen una característica virtuosa sobre la creación de empleos y la reactivación económica, hacia 2021 se definió como prioritario retomar su avance. Esto implicó que los proyectos de la CNEA se configuraran como centrales al interior de la función, resultando en que vuelva a producirse una tendencia ascendente en el peso relativo del organismo, que al finalizar la serie representa el 21,24% del gasto ejecutado en CyT. En síntesis, puede considerarse que a lo largo de la serie analizada la CNEA aumentó notablemente su relevancia entre los organismos de naturaleza similar a ella, al menos al considerar el grado de inversión captada por el organismo, la cual creció casi en un 10% en relación con el gasto asignado a la totalidad de la función.

Por otro lado, antes de continuar con el análisis sobre la capacidad de apropiación de los recursos que posee el organismo -considerándola como su capacidad potencial de utilizar los recursos en función de sus objetivos-, resulta relevante analizar su capacidad de ejecución; es decir, su capacidad de utilizar los recursos que le fueron asignados. Así, en la **Figura 8** se presenta el grado de ejecución presupuestaria de la CNEA, considerando tanto el crédito vigente (o sea, el presupuesto final con el que

contó el organismo luego de que se realizaran adecuaciones en el ejercicio) como su crédito original (el establecido por la Ley de Presupuesto correspondiente a cada ejercicio).

Figura 8. Grado de ejecución presupuestaria CNEA, considerando el crédito vigente y el crédito original (2006-2022)



Fuente: elaboración propia sobre la base de la Cuenta de Inversión, serie 2006-2022 (Contaduría General de la Nación).

140

En este sentido, puede apreciarse que, al evaluar la capacidad de ejecución respecto del crédito vigente, la CNEA presenta un grado de ejecución que puede considerarse alto y estable, ya que mayoritariamente oscila en valores cercanos al 87% y 93%, con algunos picos al alza o la baja que se alejan eventualmente de esos valores, pero no marcan una tendencia sostenida (97,44% en 2006, 83,89% en 2016, 80,11% en 2020 y 96,35% en 2021).

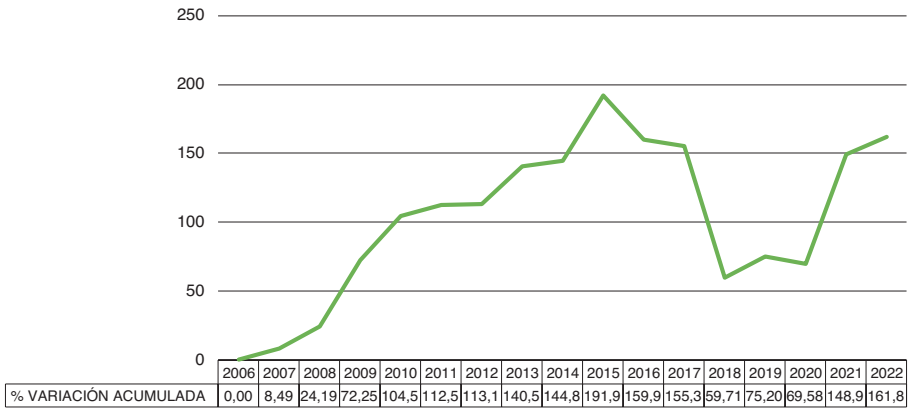
No obstante, si bien es importante considerar el grado de ejecución en relación con el crédito vigente, ya que representa el presupuesto final asignado al organismo, también es relevante considerar su grado de ejecución en relación con el crédito original, ya que la existencia de diferencias muy marcadas entre estos grados de ejecución podrían indicar comportamientos presupuestarios anormales. Por ejemplo, si un organismo tiene un alto grado de ejecución respecto del crédito vigente, pero un bajo nivel respecto del crédito original, eso podría explicarse porque se le retiraron partidas presupuestarias que le correspondían, de manera que, en realidad, la capacidad del organismo respecto de la ejecución y apropiación de sus recursos financieros no es tan alta.

Pero el caso de la CNEA parecería indicar lo contrario, exceptuando el período 2008-2010, la ejecución presupuestaria sobre el crédito original siempre es mayor a la del crédito vigente. Inclusive, entre 2006 y 2007 y a partir de 2018, el grado de ejecución frente al crédito original es mayor al 100%, lo que implica que el presupuesto que

efectivamente ejecutó el organismo fue mayor al que había sido asignado por la Ley de Presupuesto. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que esto no necesariamente implica que en todos los casos se le hayan asignado más recursos en términos reales, sino que también puede tratarse de una respuesta a un proceso inflacionario, como podría decirse respecto de 2022, en el que la inflación anual fue del 94,8% (INDEC, 2023).

Avanzando en el análisis presupuestario, en la **Figura 9** se presenta la variación acumulada del presupuesto de la CNEA frente a la inflación, a partir del cual es posible identificar algunas tendencias claramente diferenciadas: entre 2006 y 2015 se da un marcado crecimiento, seguido por una caída en 2016 y 2017 que se acentúa notablemente en 2018; y finalmente puede volver a establecerse un claro corte en la tendencia a partir del 2021, donde vuelve a apreciarse un crecimiento que posiciona al organismo en un nivel de apropiación de recursos levemente superior al de 2016. Al considerar el porcentaje de variación acumulada del presupuesto de la CNEA, es posible observar una tendencia similar a la sufrida por la totalidad de la función CyT respecto de la notable caída en 2018, pero con una recuperación más rápida y sostenida hacia el final de la serie (**Figura 2**).

Figura 9. Variación acumulada del presupuesto total CNEA frente a la inflación (2006-2022)



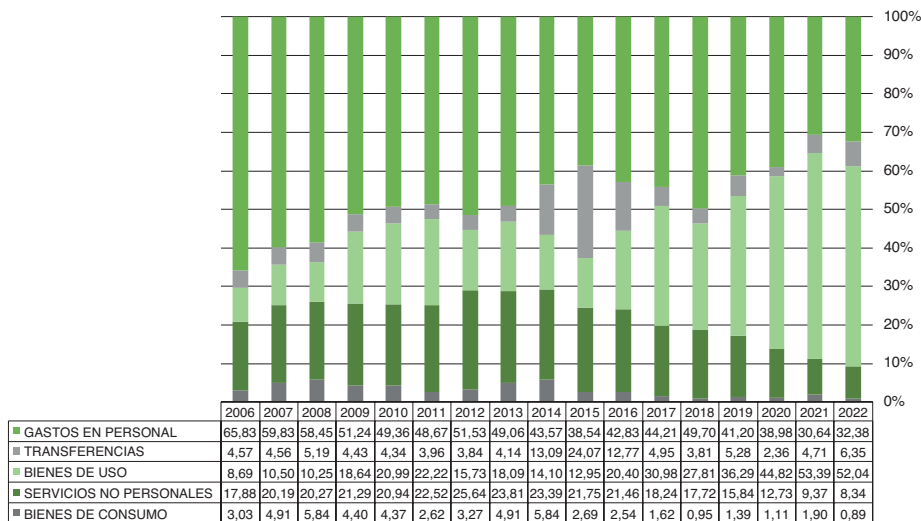
Fuente: elaboración propia sobre la base de la Cuenta de Inversión, serie 2006-2022 (Contaduría General de la Nación).

Por su parte, para avanzar en la consideración de las capacidades potenciales de apropiación que posee la CNEA, resulta importante observar la composición de sus gastos. Los que se presentan como un elemento que permite analizar las prioridades que se establecieron al interior del organismo, al indagar sobre qué objetos se priorizó sostener el gasto, teniendo en cuenta que entre 2016 y 2020 los recursos fueron cada vez menos en términos reales. En este sentido, si bien es posible avanzar en un mayor nivel de entendimiento sobre las capacidades financieras de las que

dispone potencialmente la CNEA estudiando los cambios en la composición de su gasto, y considerando las implicancias que ello tiene en relación con los objetivos organizacionales, no es posible analizar las capacidades de apropiación reales del organismo únicamente observando la evolución de estos indicadores. Esto, en cambio, requiere del avance en una segunda etapa de investigación en la que se considerará el grado de autonomía del organismo en la definición de sus objetivos y en la decisión sobre la utilización de sus recursos, lo que permitirá evaluar efectivamente su capacidad de apropiación.

En una primera instancia, la **Figura 10** permite observar la evolución de la composición del gasto por objeto de la CNEA, la que de modo general evidencia una clara tendencia a la baja en el peso de los gastos en personal frente al total de los recursos utilizados, los que se redujeron a la mitad entre 2006 y 2022 (pasando del 65,83% al 32,38%).

Figura 10. Composición del gasto por objeto de la CNEA (2006-2022)



Fuente: elaboración propia sobre la base de la Cuenta de Inversión, serie 2006-2022 (Contaduría General de la Nación).

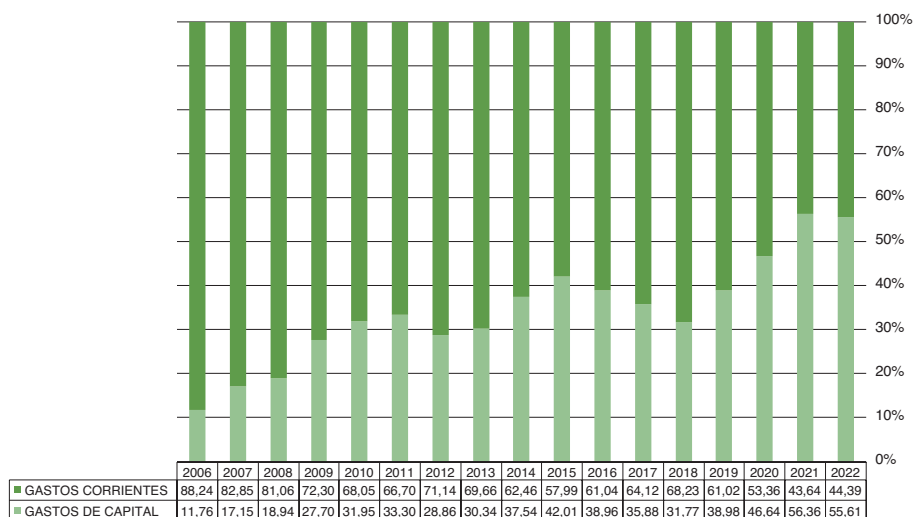
Si bien esta tendencia a la baja en el peso de los gastos en personal tiene lugar durante toda la serie, en 2019 comienza a producirse una caída sostenida, que tras el mínimo de 30,64% en 2021 tiene una leve recuperación en 2022. Durante la primera etapa de la serie, esta baja en la representatividad de los gastos en personal es acompañada por un crecimiento de los gastos bienes de uso, particularmente entre 2009 y 2011 y a partir de 2016, así como en servicios no personales, particularmente entre 2011 y 2016.

Los gastos en servicios no personales comprenden la inversión realizada en servicios técnicos; mantenimiento, reparación y limpieza; otros servicios (que incluyen pasantías y becas); servicios básicos (agua, gas, electricidad, teléfonos, Internet); alquileres y servicios comerciales, entre otros (Subsecretaría de Presupuesto, 2016). Este objeto del gasto presenta una tendencia creciente en los primeros años de la serie, particularmente hasta 2012, cuando alcanza su pico de 25,64%, momento a partir del cual comienza a presentar una tendencia a la baja, pero hasta 2016 continúa representando más del 20% de los gastos del organismo. La tendencia creciente de este objeto en la primera etapa de la serie podría explicarse por la propia evolución de la reactivación del Plan Nuclear Argentino, que en su etapa inicial requirió particularmente del tipo de servicios considerados al interior de este objeto del gasto, como pueden ser, por ejemplo, la modernización de las instalaciones de la CNEA, el crecimiento de las becas de formación y perfeccionamiento ofrecidas por el organismo, así como los gastos vinculados con la realización de estudios de impacto ambiental, que fueron requeridos para el inicio de las construcciones de los proyectos CAREM y RA-10.

El objeto bienes de uso comprende los fondos destinados a construcciones y adquisición de maquinarias y equipos, entre otros (Subsecretaría de Presupuesto, 2016). De este modo, su leve crecimiento en los períodos iniciales de la serie también puede vincularse con las primeras etapas de la reactivación, a través de la construcción de nuevas edificaciones y la modernización del equipamiento técnico utilizado para investigación y desarrollo, mientras que el crecimiento experimentado a partir de 2016, y particularmente en 2021, se vincula con el avance de las obras civiles anteriormente mencionadas, de manera que entre 2021 y 2022 más de la mitad de los recursos utilizados por la CNEA fueron destinados a este objeto del gasto.

143

Esta tendencia se corrobora al considerar la composición del gasto por naturaleza (**Figura 11**), en el cual se observa un crecimiento en la relevancia de los gastos en capital a partir de 2009, pero que asume protagonismo al finalizar la serie, cuando finalmente entre 2021 y 2022 se invierte la relación de centralidad en el gasto y los gastos corrientes pasan a representar menos de la mitad de los recursos ejecutados.

Figura 11. Composición del gasto por naturaleza de la CNEA (2006-2022)

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Cuenta de Inversión, serie 2006-2022 (Contaduría General de la Nación).

144

Resulta relevante señalar que a lo largo de la serie más del 90% de los gastos de capital de la CNEA se destinó a inversión real directa (con una tendencia mayoritaria del orden del 97%, pero con un promedio de la serie del 92,39% por una baja en favor de las transferencias de capital entre 2014 y 2016). Por su parte, a lo largo de la serie los gastos en consumo representaron en promedio un 93,93% de los gastos corrientes; es decir, la mayoría de los gastos corrientes fueron erogaciones vinculadas al pago de salarios, bienes y servicios.

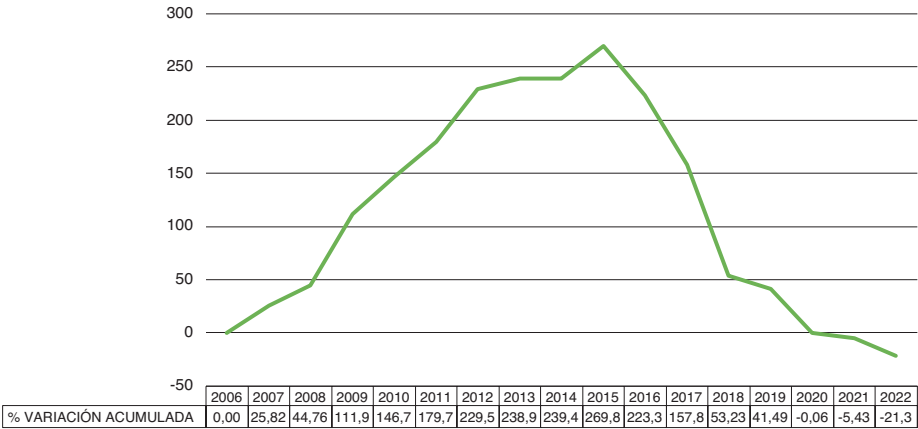
El análisis sobre la composición del gasto permite realizar consideraciones sobre el modo en que se eligió distribuir los recursos con los que contó el organismo en cada momento. En este sentido, ofrece una aproximación a la centralidad que se le asignó a determinadas cuestiones frente a otras, lo que puede permitir identificar que, por ejemplo, a partir de 2021 los proyectos ligados a la inversión real directa cobraron un mayor protagonismo en la agenda del organismo, lo que podría vincularse con una necesidad de reactivación de la economía impuesta desde niveles superiores de la administración gubernamental, o al devenir natural de las obras que ya se habían iniciado en los años previos. Sin embargo, poca es la información que la composición del gasto pueda ofrecer respecto de los recursos que efectivamente se destinan a cada una de las cuestiones consideradas.

En este sentido, si bien la **Figura 9** evidencia que el presupuesto general de la CNEA comienza a tener una evolución positiva a partir de 2021, luego del período de caída iniciado en 2016, las **Figuras 10 y 11** ofrecen un nuevo elemento a ser tomado en consideración: que esta recuperación no necesariamente impactó de igual forma sobre los destinos que se le pueden dar a esos recursos. En cambio, a

partir del protagonismo asumido por los bienes de uso, daría la impresión de que la recuperación del presupuesto puede haber estado vinculada con la centralidad que se le asignó a la inversión real directa, mientras que otros objetos centrales para el desarrollo sustentable del organismo pueden no haber contado con el mismo grado de recuperación.

Realizando esta consideración, resulta relevante avanzar en una segunda instancia de análisis, en la que se considera la evolución de los recursos asignados a cada objeto frente a la inflación. Para ello nos centraremos en los tres objetos del gasto que se presentaron como los más relevantes en el organismo: los servicios no personales, los bienes de uso y los gastos en personal. De esta forma, en la **Figura 12** se presenta el porcentaje de variación acumulada del presupuesto ejecutado por el gasto en servicios no personales, en el que pueden apreciarse dos tendencias claramente diferenciadas. En primer lugar, entre 2006 y 2015 se produce una clara tendencia alcista, la cual se quiebra en 2016, momento a partir del cual se inicia una caída en los recursos que, a partir de 2020, comienza a evidenciar un resultado negativo. Es decir, los recursos destinados a servicios no personales a partir del 2020 son menores -en términos reales estimados a partir de la variación nominal frente a la evolución de la inflación- a los utilizados en 2006.

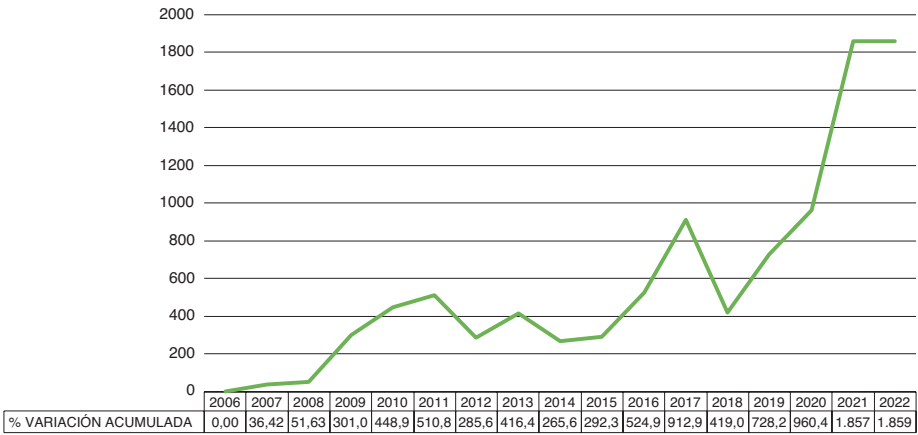
Figura 12. Variación acumulada del gasto en servicios no personales frente a la inflación (2006-2022)



Fuente: elaboración propia sobre la base de la Cuenta de Inversión, serie 2006-2022 (Contaduría General de la Nación).

Por su parte, en la **Figura 13** se exhibe la evolución del presupuesto ejecutado en bienes de uso, objeto del gasto que, incluso considerando la variación acumulada de su presupuesto frente a la inflación, presenta una tendencia similar a la que era posible vislumbrar a partir del análisis en la composición de los gastos. Así, si bien durante la primera etapa de la serie no es posible identificar una tendencia clara de evolución, sí se observa el crecimiento en los recursos asignados entre 2009 y 2011.

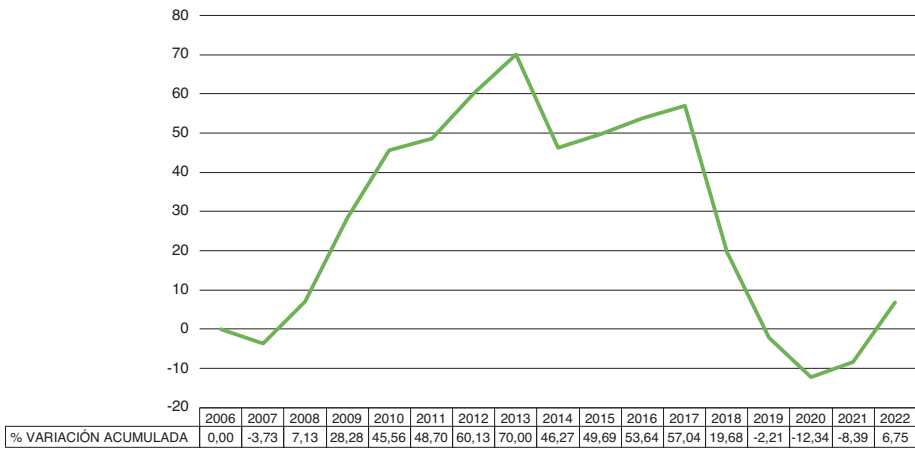
Figura 13. Variación acumulada del gasto en bienes de uso frente a la inflación (2006-2022)



Fuente: elaboración propia sobre la base de la Cuenta de Inversión, serie 2006-2022 (Contaduría General de la Nación).

A su vez, al igual que en el caso de los servicios no personales, aquí también se produce un quiebre en la tendencia a partir de 2016, pero se da en el sentido contrario, evidenciando una clara tendencia al alza en los recursos asignados, recursos que de todas formas también sufren una importante caída en 2018, y que no pueden recuperarse hasta 2020. En este sentido, a pesar de que en 2019 se asignaron partidas extraordinarias para pagar la deuda que se había contraído con la empresa contratista de la obra del CAREM, ellas no fueron suficientes para igualar el grado de inversión que se había alcanzado en 2017, cuestión que también podía apreciarse al considerar la variación acumulada del presupuesto total de la CNEA (**Figura 9**). Lo que en las **Figuras 10 y 11** se apreciaba como una leve caída de la relevancia de los gastos de capital y en bienes de uso en 2022 respecto del 2021, aquí se presenta como un estancamiento de los recursos en términos reales. Por último, en la Figura 14 es posible observar la variación acumulada del gasto en personal de la CNEA, que presenta una evolución menos estructurada que la experimentada por los dos objetos expuestos anteriormente. Así, en un primer momento, entre 2008 y 2013 se experimenta una tendencia al alza en los recursos destinados a este objeto del gasto, momento en el que se alcanza el pico máximo de la serie con un 70% de variación acumulada respecto del 2006.

Figura 14. Variación acumulada del gasto en personal frente a la inflación (2006-2022)



Fuente: elaboración propia sobre la base de la Cuenta de Inversión, serie 2006-2022 (Contaduría General de la Nación).

Este crecimiento es seguido por una fuerte caída en 2014 y una posterior recuperación leve. De todas formas, esta tendencia hacia la recuperación se quiebra en 2018, año en el que los gastos en personal experimentan una caída del 37,35% respecto del punto alcanzado en 2017. En este sentido, las consecuencias de la crisis macroeconómica iniciada en 2018 pueden apreciarse en la evolución real del presupuesto de la CNEA considerando diversos focos de análisis. No obstante, a diferencia de lo ocurrido con los recursos asignados a los bienes de uso, los gastos en personal continúan presentando una tendencia a la baja hasta 2020, cuyos resultados en términos negativos están presentes hasta 2021 inclusive.

Así, a pesar de la leve recuperación de 2021 y 2022 respecto de los años previos, la caída sufrida entre 2018 y 2020 da como resultado para la totalidad del período una variación acumulada del 6,75% del gasto en personal frente a la inflación, mientras que, entre 2006 y 2020, la planta de personal tanto permanente como contratado por la CNEA creció un 81,97% (CNEA, serie 2006-2020), lo que pone de relieve la notable caída en términos reales que experimentaron los sueldos de los trabajadores, la cual es posible inferir a partir de la distancia entre el crecimiento de la planta frente a la evolución de los gastos en personal.

Conclusiones: capacidades estatales, ¿desde dónde?

Este artículo se propuso exponer algunos de los resultados de una primera etapa de investigación sobre el proceso de acumulación de capacidades de la CNEA a partir de 2006. Específicamente resultó de interés presentar un análisis en profundidad de

algunos indicadores utilizados en el estudio de las capacidades financieras de los organismos públicos.

En los análisis realizados desde un enfoque de capacidades, los indicadores financieros son valorados en tanto permiten ilustrar las capacidades de apropiación y ejecución de los recursos por parte de un determinado organismo. A su vez, ofrecen una imagen respecto de las prioridades que se establecen para la ejecución de los recursos, las que pueden -o no- coincidir con los objetos del gasto que son presentados como prioritarios en las declamaciones públicas que se realiza desde la conducción de los organismos o desde el propio Estado nacional.

En este sentido, se considera que el comportamiento de la inversión pública es uno de los aspectos que permite identificar tendencias en la política pública impulsada por los gobiernos de turno. En el caso argentino, durante el período analizado podrían establecerse tres cortes respecto del establecimiento de gobiernos que tuvieron un discurso público en el que se presentaron definiciones e imaginarios del desarrollo diferenciados. En primer lugar, entre 2003 y 2015 los gobiernos del Frente para la Victoria impulsaron un discurso ligado a la importancia de la intervención pública para el desarrollo económico. En segundo lugar, entre 2015 y 2019 el gobierno de la Coalición Cambiemos impulsó un discurso en el que se valoraba una estrategia de desarrollo de carácter privado, por lo que los actores empresariales se presentaban como quienes guiarían el sentido de la intervención en CyT. Finalmente, en tercer lugar, entre 2019 y 2024 el gobierno del Frente de Todos volvió a recuperar discursivamente los imaginarios que habían sido impulsados durante el período 2006-2015. Sin embargo, las declamaciones que se realizan no necesariamente tuvieron un impacto definitorio sobre el rumbo de las políticas o las configuraciones de los sectores de la economía, lo que pudo observarse claramente en el análisis de los resultados expuestos en este artículo, cuyas tendencias no siempre coincidieron con los imaginarios del desarrollo impulsados discursivamente por cada uno de los gobiernos que ocuparon el Estado Nacional.

En primer lugar, respecto de la centralidad de la función CyT en el presupuesto nacional, en 2018 se produce un quiebre en la tendencia al alza, la cual en 2020 comienza a recuperarse nuevamente, pero sin alcanzar los valores del inicio de la serie. De todas formas, al analizar la variación del presupuesto asignado a la función, a partir de 2016 comienza a evidenciarse una leve caída que se profundiza con la crisis macroeconómica de 2018 y que, si bien se recupera entre 2020 y 2021, nuevamente sufre una caída en 2022.

Al analizar el financiamiento de la inversión en proyectos de I+D ejecutados por todos los actores del sector, se puede afirmar que durante toda la serie el Estado es el actor que más financiamiento ofrece, a pesar de que a partir de 2018 comienza a reducir su participación frente al crecimiento del financiamiento externo, principalmente, y el financiamiento privado en menor medida. Sin embargo, al analizar la ejecución de la inversión realizada en proyectos de I+D -si se observa la participación individual de los actores-, a partir de 2020 el empresariado se presenta como el principal ejecutor de proyectos, tendencia que no se reproduce al considerar la totalidad del sector de CyT, en el que los organismos públicos continúan presentándose como los actores que

más inversión ejecutan, seguido por el empresariado, que a partir de 2018 comienza a crecer particularmente, y las universidades públicas, cuya participación cae a partir de 2019.

En este sentido, al considerar al Estado como un único actor (organismos públicos y universidades públicas), éste se presenta como el actor con mayor peso en la ejecución de proyectos tanto de I+D como de CyT en general, lo que parecería indicar que, a pesar de que el empresariado ha comenzado a ganar lugar, la intervención en el sector continúa siendo principalmente dirigida desde el Estado, ya que es el principal inversor y ejecutor. Así, puede considerarse que las tendencias en la configuración de los mercados evidencian procesos que tienen resultados más allá de los cambios discursivos o de tinte político que se producen en las esferas superiores de la conducción del Estado. Si bien no se aprecian quiebres contundentes en la configuración del sector de CyT, los cambios que se produjeron en la serie comienzan a tener lugar a partir de 2018, y su evolución continúa más allá de 2019.

La caracterización del sector resulta central al momento de iniciar estudios que pretenden analizar los procesos de acumulación de capacidades por parte de organismos de CyT, ya que estos se encuentran imbricados en un contexto político y cultural particular que encuadra las discusiones en torno al modo en que debería ser dirigido el propio desarrollo del sector de CyT. Analizando la composición actual del sector, resulta evidente que no es posible configurar un mercado para el desarrollo de CyT -ya sea guiado por una intervención de carácter público o privado- sin que exista una planificación integral de la política industrial, debido a que se trata de un sector que es mayoritariamente guiado por los instrumentos financieros que ofrecen las políticas públicas. Es necesario preguntarse por los motivos que resultan en que el empresariado local no asuma una mayor participación en el sector, ya que estos motivos podrían limitar la capacidad del Estado para desarrollar instrumentos que efectivamente incentiven una sinergia entre la política industrial y la política de CyT. Así, se presenta como una cuestión de gran relevancia la indagación sobre el vínculo entre las políticas públicas implementadas y el contexto institucional en el que se desarrollan.

149

En segundo lugar, respecto del análisis específico de la CNEA, pudo demostrarse que se trata de un organismo con un alto nivel de capacidad de ejecución de sus recursos, pero cuya capacidad de apropiación en relación con sus objetivos se merece un mayor nivel de análisis, que podrá ser realizado a partir del avance en la etapa de realización de entrevistas. En este sentido, el presupuesto del organismo atraviesa tres etapas: una de crecimiento entre 2006 y 2015, una de caída entre 2016 y 2020, y una nueva etapa de crecimiento entre 2021 y 2022. Sin embargo, el modo en que el gasto fue utilizado mutó notablemente a lo largo de la serie, con una mayor preminencia de los gastos en personal, y un equilibrio entre los gastos en bienes de uso y servicios no personales hasta 2018, y una toma de protagonismo de los gastos en bienes de uso frente a los otros dos objetos a partir de 2019, con una profundización del fenómeno entre 2021 y 2022. De esa forma, al analizar la evolución del presupuesto asignado a cada uno de estos objetos del gasto, puede afirmarse que gran parte de la recuperación de los recursos en los últimos años de la serie se vinculó con la centralidad que se le asignó a la inversión real directa.

Respecto de este comportamiento surgen dos hipótesis, puede vincularse con la evolución propia de los principales proyectos del organismo, o con la importancia que se le asignó a la reactivación de la obra pública en la salida de la pandemia de COVID-19. Cabe preguntarse si la decisión de destinar tantos fondos a los gastos en capital fue una que se tomó desde el organismo, o si fue impuesta desde niveles superiores de la gestión gubernamental, lo que podría tener implicancias totalmente diferentes en términos de autonomía y capacidad de apropiación de los recursos. De igual forma, cabe preguntarse si esta decisión fue impulsada porque se consideró relevante la culminación de estos proyectos de gran potencial científico-tecnológico, o si primó más el interés por finalizar la obra pública al considerarla catalizadora de la reactivación económica. En este sentido, el rezago de los gastos en personal frente a la recuperación de los bienes de uso da lugar a preguntarse sobre la importancia que se le dio al fortalecimiento de la sustentabilidad del organismo, ya que en 2022 se destinó a este fin un nivel de recursos más bajo que en 2008, mientras que se contaba con una planta de personal mucho más grande.

A la luz de estos resultados, surge la necesidad de considerar que los indicadores financieros pueden invisibilizar muchas cuestiones vinculadas con los procesos de aprendizaje y acumulación de capacidades que se dan en las organizaciones, por lo que un correcto análisis de las capacidades financieras requiere de una aproximación de carácter cualitativo. ¿Desde qué lugar son tomadas las decisiones sobre el destino de los recursos? ¿Qué valoraciones y perspectivas de desarrollo son priorizadas al momento de tomar estas decisiones? ¿Existen estrategias implementadas por las burocracias para que sea posible continuar cumpliendo las metas y objetivos planteados, aunque el organismo esté atravesando períodos de caída de recursos? ¿Cómo inciden las recompensas materiales y emocionales que reciben las y los trabajadores sobre la sustentabilidad de las organizaciones estratégicas? Estas cuestiones no pueden ser estudiadas a través de los indicadores financieros y burocráticos tradicionalmente utilizados en los procesos de evaluación de políticas públicas, y sin embargo resultan fundamentales para comprender su devenir histórico.

A quienes problematizamos las políticas de CyT y el desarrollo desde la periferia se nos presenta el desafío de construir mecanismos de valoración y evaluación que permitan orientar el diseño de políticas públicas sin atentar contra la propia sustentabilidad de sus objetivos. Tomando en cuenta la inserción periférica de la Argentina en el capitalismo global, así como la existencia de una disputa en torno al sentido que se produce al interior del campo de la CyT -ya que las intervenciones realizadas resultan en que algunos actores económicos, políticos, técnicos y sociales se vean beneficiados y otros perjudicados-, al momento de analizar la trayectoria de políticas públicas resulta valioso cuestionar a los propios indicadores utilizados en el análisis, reconociéndolos como una cristalización de los imaginarios sobre el desarrollo que se impulsan desde una u otra perspectiva, lo que implica que poseen diferentes ventajas y limitaciones en la construcción de una imagen que sea representativa de los procesos complejos que tienen lugar en la realidad.

Bibliografía

Alvez Taylor, L. I. (2024). La construcción de capacidades estatales en instituciones estratégicas: el caso CNEA (2012-2019). *Administración y Desarrollo*, 54(1), 1-26. DOI: <https://doi.org/10.22431/25005227.vol54n1.1>.

Amsden, A. (1993). Industrialización a través del aprendizaje. *Investigación Económica*, 53(204), 11-36. Recuperado de: <http://www.jstor.org/stable/42777404>.

Amsden, A. (2004). La sustitución de importaciones en las industrias de alta tecnología: Prebisch renace en Asia. *Revista de la CEPAL*, 82, 75-90. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/d864e28c-acab-4fdd-8931-86c2f9cf4909/content>.

Andreoni, A. (2017). Varieties of industrial policy: Models, packages and transformation cycles. En A. Noman & J. Stiglitz (Eds.), *Efficiency, finance and varieties of industrial policy. Guiding 4 resources, learning and technology for sustained growth*. Nueva York: Columbia University Press.

Andreoni, A. & Chang, H. J. (2017). Bringing production and employment back into development: Alice Amsden's legacy for a new developmentalist agenda. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 10(1), 173-187. DOI: <https://doi.org/10.1093/cjres/rsw029>.

Archenti, N. *et al.* (2007). *Metodología de la investigación social*. Buenos Aires: Emecé.

Chang, H. J. (2004). Retirar la escalera. La estrategia de desarrollo en perspectiva histórica. Madrid: Catarata.

Chang, H. J. & Andreoni, A. (2020). Industrial policy in the 21st century. *Development and Change*, 51(2), 324-351. DOI: <https://doi.org/10.1111/dech.12570>.

Colombo, S., Guglielminotti, C. & Vera, M. N. (2017). "El desarrollo nuclear de Argentina y el régimen de no proliferación". *Perfiles latinoamericanos*, 25(49), 119-139. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-76532017000100119&script=sci_abstract&lng=en.

Comisión Nacional de Energía Atómica (s/f). *Memoria y Balance Institucional (serie 2006-2020)*. Recuperado de: <https://www.cnea.gob.ar/nuclea/handle/10665/776>.

Contaduría General de la Nación (s/f). *Cuenta de inversión (serie 2006-2022)*. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/economia/sechacienda/cgn/cuentainversion>.

Esteva, G. (2011). Más allá del desarrollo: la buena vida. *Aportes Andinos*, 28, 1-6. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10644/2802>.

Gallart, M. A. (1993). La integración de métodos y la metodología cualitativa. Una reflexión desde la práctica de la investigación. En F. Forni, M. A. Gallart & I. Vasilachis

(Comps.), *Métodos cualitativos II. La práctica de la investigación* (107-152). Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

González Bazaldúa, H. A. (2021). Capacidades: (otra vez) un análisis conceptual y metodológico. *Intersticios sociales*, (21), 9-43. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/journal/4217/421766332002/html/>.

Hall, P. & Soskice, D. (2006). Variedades de capitalismo: algunos aspectos fundamentales. *Desarrollo Económico*, 45(180), 573-588. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3655881>.

Hilderbrand, M. & Grindle, M. (1997). *Building Sustainable Capacity in the Public Sector: What Can Be Done?* En M. Grindle (Ed.), *Getting Good Government. Capacity Building in the Public Sector of Developing Countries*. Boston: Harvard University Press.

Hurtado, D. (2012). Cultura tecnológico-política sectorial en contexto semiperiférico: el desarrollo nuclear en la Argentina (1945-1994). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 7(21), 163-192. Recuperado de: <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/673>.

Hurtado, D. (2018). Políticas de ciencia, tecnología y desarrollo, ciclos neoliberales y procesos de des-aprendizaje en América Latina. *Unión de Universidades de América Latina y el Caribe - UDUAL*, (75), 7-18. Recuperado de: <http://udualerreu.org/index.php/universidades/article/view/500/479>.

Lugones, M. J. & Vera, M. N. (2024). Los programas nucleoelectrónicos de Argentina, Brasil y México. Un estudio comparativo de estrategias de desarrollo tecnológico. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad -CTS*, 19(57), 79-104. DOI: <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-349>.

Manzanal, M. (2014). “Desarrollo, una perspectiva crítica desde el análisis del poder y del territorio”. *Realidad económica*, (283). Recuperado de: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/35139>.

Mazzucato, M. (2013). *El Estado emprendedor*. Barcelona: RBA.

Ministerio Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (s/f). *Anuario Estadístico de Ciencia y Tecnología (serie 2006-2022)*. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/indicadorescti/documentos-de-trabajo/anuarios>.

Oszlak, O. (1976). Política y organización estatal de las actividades científico técnicas en la Argentina: crítica de modelos y prescripciones corrientes. *Estudios Sociales*, 2. Recuperado de: <https://repositorio.cedes.org/handle/123456789/3302>.

Pagliari, S. & Young, K. (2020). How Financialization is Reproduced Politically. En P. Mader, D. Mertens & N. van der Zwan (Eds.), *The Routledge International Handbook of Financialization*. Londres: Routledge.

Peano, M. (2018). La CNEA “Residual”: análisis comparativo de las capacidades y funciones de la Comisión Nacional de Energía Atómica dentro del sector nuclear en los períodos 1995-1999 y 2007-2011. San Martín: UNSAM. Recuperado de: https://ri.unsam.edu.ar/bitstream/123456789/300/1/TMAG_IDAES_2018_PM.pdf.

Ragin, C. (2007). La construcción de la investigación social. Introducción a los métodos y su diversidad. Bogotá: Siglo del Hombre Editores.

Repetto, F. (2004). Capacidad estatal: requisito necesario para una mejor política social en América Latina. Documento de Trabajo INDES-BID, I(52). Recuperado de: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Capacidad-Estatal-Requisito-para-el-Mejoramiento-de-la-Pol%C3%ADtica-Social-en-Am%C3%A9rica-Latina.pdf>.

Schteingart, D. & Coatz, D. (2015). ¿Qué modelo de desarrollo para la Argentina? Boletín Informativo Techint, 349, 49-88. Recuperado de: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/62843?show=full>.

Serrani, E. (2012). El desarrollo económico y los estudios sobre el Estado y los empresarios. Un constante desafío para las Ciencias Sociales. Papeles de Trabajo, 6(9), 137-151. Recuperado de: <https://revistasacademicas.unsam.edu.ar/index.php/papdetrab/article/view/253>.

Skocpol, T. (1989). El Estado regresa al primer plano. Revista Zona Abierta, 50. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=44918>.

Subsecretaría de Presupuesto (2016). Manual de Clasificaciones Presupuestarias para el Sector Público Nacional. Buenos Aires. Recuperado de: <https://www.economia.gob.ar/onp/documentos/manuales/clasificador16.pdf>.

Vasilachis, I. (2009). Los fundamentos ontológicos y epistemológicos de la investigación cualitativa. Forum, 10(2). <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/112261>.

Vera, M. N. (2020). Científicos, Militares y Política Exterior en el desarrollo de Tecnologías Estratégicas en la semiperiferia: aproximación al estudio de los programas tecnopolíticos nucleares de Argentina, Brasil y México en clave comparada (1950–1991) [Tesis de doctorado]. San Martín: UNSAM. Recuperado de: <https://ri.unsam.edu.ar/handle/123456789/1585>.

Vera, M. N. (2021). Potenciando ideas: una propuesta de análisis para discutir el desarrollo de tecnología nuclear en Argentina y México (1950-1991). Foro internacional, 61(1), 127-161. DOI: <https://doi.org/10.24201/fi.v61i1.2660>.

Agendas de investigación y financiación de la ciencia y la tecnología: el caso de un instrumento de financiamiento interno en un instituto del INTA *

Agendas de pesquisa e financiamento de ciência e tecnologia: o caso de um instrumento de financiamento interno em um instituto do INTA

Research Agendas and Science and Technology Funding: The Case of an Internal Funding Instrument at an INTA Institute

Paula Schuff  y Matthieu Hubert  **

El financiamiento es uno de los principales instrumentos de que disponen los Estados nacionales para orientar las agendas de investigación hacia la producción de conocimientos científicos y técnicos innovadores. Este artículo analiza el rol del financiamiento en el desarrollo de las agendas de investigación científica y tecnológica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Argentina. Para ello, estudia el caso de la introducción de un programa de financiamiento interno, sus condiciones y efectos en las agendas de los grupos de un instituto de investigaciones en biotecnología que forma parte del INTA. Muestra, en particular, que la introducción del programa marcó un hito en la gobernanza del instituto y en la capacidad institucional de orientar, incluso parcialmente, las agendas de sus grupos de investigación. Analiza, desde el punto de vista de los investigadores y las investigadoras, las incertidumbres y tensiones generadas por la introducción de este instrumento de financiamiento, diferenciando dos modelos de investigación: uno basado en la autonomía científica y el otro basado parcialmente en el establecimiento de prioridades institucionales.

155

Palabras clave: agendas; financiamiento; investigación científica; política de ciencia y tecnología; sector agropecuario

* Recepción del artículo: 09/11/2023. Entrega del dictamen: 31/01/2024. Recepción del artículo final: 10/06/2024.

** *Paula Schuff*: investigadora del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina. Asistente de investigación y desarrollo. Correo electrónico: schuff.paulaveronica@inta.gov.ar. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5107-059X>. *Matthieu Hubert*: investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y del Laboratorio de Investigaciones en Ciencias Humanas (LICH) de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Argentina. Correo electrónico: mhubert@unsam.edu.ar. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0761-131X>.

O financiamento é um dos principais instrumentos disponíveis aos Estados nacionais para orientar as agendas de pesquisa para a produção de conhecimento científico e técnico inovador. Este artigo analisa o papel do financiamento no desenvolvimento das agendas de pesquisa científica e tecnológica do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA) da Argentina. Para isso, estuda o caso da introdução de um programa de financiamento interno, suas condições e efeitos sobre as agendas dos grupos de um instituto de pesquisa em biotecnologia, que faz parte do INTA. Em particular, mostra que a introdução do programa foi um marco na governança do instituto e na capacidade institucional de orientar, mesmo que parcialmente, as agendas de seus grupos de pesquisa. Analisa, do ponto de vista dos pesquisadores, as incertezas e tensões geradas pela introdução desse instrumento de financiamento, diferenciando dois modelos de pesquisa: um baseado na autonomia científica e outro baseado parcialmente no estabelecimento de prioridades institucionais.

Palavras-chave: agendas; financiamento; pesquisa científica; política de ciência e tecnologia; setor agrícola

Funding is one of the main instruments available to national governments to guide research agendas towards the production of innovative scientific and technical knowledge. This article analyses the role of funding in the shaping of the scientific and technological research agendas of the National Institute of Agricultural Technology (INTA, due to its initials in Spanish) in Argentina. It studies the case of the introduction of an internal funding program, its conditions and effects on the agendas of the groups of a biotechnology research institute, which is part of INTA. The program's introduction marked a milestone in the governance of the institute and in its institutional capacity to guide, even partially, the agendas of its research groups. It analyses, from the researchers' point of view, the uncertainties and tensions generated by the introduction of this funding instrument, differentiating between two types of research models: one based on scientific autonomy, and the other based partially on the establishment of institutional priorities.

Keywords: agendas; financing; scientific research; science and technology policy; agricultural sector

Introducción

Las reflexiones que hoy son agrupadas en el marco de lo que algunos autores llaman Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Desarrollo (PLACTED o PLACTS, si se cambia la palabra “desarrollo” por “sociedad”) abordaron el rol de la ciencia en los países de la región y elaboraron propuestas para utilizarla a favor del desarrollo socioeconómico y el impulso de una autonomía tecnológica orientada a la industrialización (Dagnino *et al.*, 1996; Hurtado, 2011). Con un origen atribuido, entre los años 50 y 70, a los trabajos de analistas e intelectuales latinoamericanos como Sábato y Botana (1970), Herrera (1973), Varsavsky (1969) y Jaguaribe (1975), los estudios sociales de la ciencia y la tecnología latinoamericanos fueron estableciendo preguntas, perspectivas y categorías analíticas específicas para explicar procesos y eventos relacionados con la ciencia y la tecnología, sus actores, sus agendas y sus mecanismos de gestión, entre otras dimensiones que hacen a las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. En particular, la relación entre agendas de investigación y financiación de la ciencia y la tecnología ha estado en el centro de estas reflexiones, ya que constituye un nodo central en la búsqueda de una producción científica y tecnológica que resuelva problemas concretos (Varsavsky, 1969).

El propósito de este artículo es profundizar, en un caso particular, sobre cómo fue tomando forma esta relación entre agendas de investigación y financiamiento de la ciencia y la tecnología. Una relación que remite, en particular, a una tensión fundamental entre, por un lado, la contribución al avance de conocimientos de carácter supuestamente universal, lo cual implica el desarrollo de agendas de investigación poco sujetas a controles externos a la comunidad científica y, por el otro lado, la ciencia aplicada (u orientada), que supone la coproducción de agendas con actores extraacadémicos (políticos, administrativos, económicos, etc.). Esta tensión entre autonomía de la comunidad académica y planificación de la investigación científica y tecnológica ha atravesado la tecnociencia contemporánea y, debido a la búsqueda creciente de “pertinencia” y de “impacto” para las sociedades, sigue teniendo cierta relevancia para los actores científicos, administrativos y políticos (*policy makers*) que quieren optimizar los gastos públicos en función de objetivos predefinidos, lo cual implica cierto grado de planificación de la investigación científica y tecnológica (Van der Meulen & Rip, 1998; Hessel *et al.*, 2009; Vasen, 2011; Smith *et al.*, 2024).

En este artículo, analizaremos la centralidad que tiene el financiamiento en el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas en un instituto de I+D del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina, atendiendo en particular su vinculación con las agendas de investigación. El énfasis no solo estará puesto en los posibles efectos del financiamiento sobre la orientación de las líneas de investigación, sino también sobre las consecuencias que ejercen las agendas sobre las estrategias de búsqueda de fuentes de financiamiento por parte de los investigadores, ante la necesidad de reorientar o mantener cierta continuidad temática de sus agendas. Para ello nos centraremos en describir y caracterizar las estrategias científicas que los grupos de investigación llevaron adelante para garantizar el sostenimiento y desarrollo de su producción científica. Específicamente, abordaremos las condiciones y efectos de la introducción de un programa de financiamiento interno, llamado “cartera

programática de proyectos” (de aquí en adelante, la “cartera programática” o “cartera de proyectos”), y su apropiación por parte de los grupos del instituto.

En la primera sección del artículo, proponemos un estado de la cuestión respecto de la financiación de la ciencia y la tecnología y sus relaciones con las agendas de investigación. En la segunda sección presentaremos algunos elementos metodológicos de la investigación que se llevó a cabo para producir este estudio de caso. En la tercera sección abordaremos el hito que constituyó la introducción de la cartera programática como instrumento de política institucional en 2006, contrastándola con la situación anterior, en la cual no existía este tipo de instrumento de financiamiento. En particular, analizaremos, desde el punto de vista de los investigadores, las incertidumbres y tensiones generadas por la introducción de la cartera programática, diferenciando dos modelos de investigación: uno basado en la autonomía científica y el otro basado en el establecimiento de prioridades institucionales. Por último, se desarrollarán algunas consideraciones finales sobre la relación entre financiación y agendas de investigación en el caso planteado.

1. El financiamiento, un instrumento clave para orientar las agendas de I+D

Los Estados nacionales conciben y usan instrumentos de financiamiento para orientar las agendas de investigación hacia la producción de conocimientos científicos y técnicos innovadores. Algunos estudios sobre políticas públicas de ciencia y tecnología examinan las transformaciones de los modos de financiamiento en este sector durante las últimas décadas, sus instrumentos, objetivos y propensión a responder a los grandes desafíos sociales, económicos y ambientales (Van der Meulen & Rip, 1998; de Jong *et al.*, 2016; Gläser & Laudel, 2016; Chicot & Matt, 2018; Edler & Boon, 2018; Kuhlmann & Rip, 2018, entre otros). Estudian, en particular, la expansión relativamente reciente de la financiación “por proyectos” de la investigación pública¹ y sus consecuencias múltiples en las agendas de investigación y, más generalmente, en el trabajo de los grupos e investigadores. En particular, muestran que, a partir de los años 80, este tipo de financiamiento ha conocido un fuerte desarrollo en muchos países y que este aumento se produjo en un contexto de estancamiento de los presupuestos regulares y sostenidos en las instituciones de I+D; es decir, la proporción de financiación por proyectos respecto a la financiación global de ciencia y tecnología ha crecido significativamente (Lepori *et al.*, 2007).

Denominado por algunos autores con el neologismo de “proyectificación” (Fowler *et al.*, 2015), sobre todo debido a la fragmentación inducida en el trabajo científico, el crecimiento de este tipo de financiación fue acompañado de la asignación de una

1. La financiación por proyectos se basa en convocatorias en las que se piden a los grupos de investigación constituidos en redes (también llamados “consorcios”) que presenten propuestas. Luego, un sistema de evaluación *ex ante* selecciona los proyectos y decide conceder la totalidad o parte de la financiación durante un periodo determinado, con vistas a la realización del proyecto anunciado. Durante el proyecto, y a su final, los procedimientos de control evalúan la calidad del trabajo realizado mediante informes intermedios o finales, según formatos impuestos la mayoría de las veces por las agencias que financian. Para una revisión sobre el tema, véase Hubert y Louvel (2012).

exigencia de “pertinencia” (*relevance*) a las agendas de investigación; es decir, una búsqueda sistemática de un impacto positivo (muchas veces reducido a su dimensión económica) para las sociedades que financian la producción de conocimientos científicos y técnicos (Van der Meulen & Rip, 1998; Hessel *et al.*, 2009; Vasen, 2011). Si bien estos objetivos de pertinencia siempre se han exigido, de manera más o menos explícita, a los científicos y las científicas, se hicieron imperativos y omnipresentes en la formulación de las convocatorias y en la evaluación de las propuestas de proyectos. En este sentido, Matthieu Hubert y Séverine Louvel (2012) identificaron y analizaron, a partir de una revisión bibliográfica, algunos de los principales efectos de este tipo de financiamiento en el trabajo científico, efectos que se producen principalmente por el propio procedimiento de financiación mediante concursos.

Primero, el financiamiento por proyecto puede conducir a una pérdida de solidaridad dentro de los grupos e institutos científicos, ya que favorece la sustitución de un fondo común por una forma más limitada de puesta en común (Louvel, 2007). Así, por ejemplo, puede llevar a que se cobre una cuota fija pero limitada de los contratos obtenidos por los grupos, cuyas sumas no se destinan a subvencionar determinados proyectos de investigación, sino a financiar gastos generales -mantenimiento, secretaría, etc.- que no están cubiertos por los presupuestos recurrentes.

Segundo, esta evolución del modo de financiamiento ha acentuado ciertas formas de burocratización del trabajo de los investigadores, que se caracteriza no solo por la proliferación de tareas de gestión administrativa en el seguimiento de cada proyecto, sino también por numerosas actividades muchas veces necesarias a la puesta en marcha de los proyectos (Hubert *et al.*, 2012; Fowler *et al.*, 2015; Gaglio & Richebé, 2022): participar en distintas comisiones y comités susceptibles de distribuir los fondos; buscar información sobre los programas, sus criterios de evaluación y las posibilidades de obtenerlos; buscar socios y trabajar para formar redes o “consorcios”, así como todo el trabajo (incluso retórico) de formateo de los proyectos científicos destinados a ser evaluados en las convocatorias, un conjunto de tareas que Gaglio y Richebé (2022) agrupan bajo el término “trabajo de proyecto”.

159

Tercero, el aumento de la financiación por proyectos va acompañada del establecimiento de nuevas divisiones del trabajo entre, por una parte, los investigadores que conciben y realizan los proyectos científicos; y por otra, quienes apoyan los proyectos, en particular a través de grandes infraestructuras compartidas (Hubert, 2015). La actividad de estas últimas (grandes instrumentos, bases de datos compartidas, plataformas técnicas, etc.) necesita recursos humanos específicos (investigadores, tecnólogos, técnicos y becarios doctorales y posdoctorales) que tienen sus objetivos propios y se van haciendo autónomos de los grupos de investigación que conciben y realizan los proyectos científicos.

Las estrategias de adaptación a este nuevo contexto de financiación, aplicadas incluso por grupos de investigación que tienen que enfrentarse a un contexto de recursos limitados e inestables, caracterizados por la incoherencia o la falta de coordinación entre los distintos discursos e instrumentos políticos, exigen búsqueda de un equilibrio entre las fuentes de financiación y creación de redes locales e internacionales para seguir funcionando y compensar la falta de apoyo financiero ofrecido por las

instituciones a las que pertenecen (Jaime *et al.*, 2022). Además, aprovechando las posibilidades que ofrecen las tecnologías de información y comunicación en las últimas décadas, los grandes programas de financiación norteamericanos y europeos -en particular- exigen socios de distintas nacionalidades, incluso de países del sur. Esta exigencia contribuye a la internacionalización del trabajo científico, pero los socios de los países del sur, para quienes la cantidad de proyectos internacionales acumulados es una marca de reconocimiento científico a nivel local, se integran a menudo de forma subordinada y no siempre tienen voz en la orientación general de los proyectos en los que participan (Kreimer & Zabala, 2008). Estas formas de división del trabajo científico a escala internacional plantean interrogantes, ya que alejan a los investigadores del sur de las preocupaciones científicas y de las investigaciones cuyos resultados pueden beneficiar a las sociedades en las que trabajan y que los financian parcialmente.

La centralidad de la relación entre financiación y agendas de investigación cobra un sentido agudo en el caso del sector agropecuario, donde las agendas están particularmente sometidas a una exigencia de resultados concretos, al tiempo que requiere una investigación básica de calidad si se pretende resolver los grandes retos alimentarios y ambientales contemporáneos (cambio climático, degradación de los suelos, contaminaciones vinculadas con el uso masivo de productos agroquímicos, falta de agua y desertificación, etc.). En este sector como en otros,² los recursos financieros y humanos necesarios para poner en práctica protocolos experimentales efectivos son importantes, al tiempo que implican resultados particularmente inciertos. Además, la comprensión de los mecanismos bioquímicos que rigen el funcionamiento de los suelos o de las enfermedades que pueden afectar la ganadería, por ejemplo, requiere la puesta en marcha de varias líneas de investigación que no pueden limitarse a la búsqueda de una única solución técnica directamente eficaz, ya que no hay especificaciones preexistentes para anticipar la naturaleza de esta solución. Es esa tensión que analiza también Calvert (2006) en su artículo titulado “*What’s Special about Basic Research?*”: antes de que se pueda siquiera imaginar el tratamiento de una plaga o una enfermedad, se deben comprender los mecanismos fundamentales implicados, lo que requiere financiar una investigación básica que no presenta resultados a corto plazo y no se sabe de antemano cual sería este plazo. Sin embargo, desde el punto de vista del Estado y sus representantes políticos y administrativos que quieren financiar la investigación de manera racional, sobre la base de expectativas ciertas y precisas, esta incertidumbre es una cuestión problemática que requiere instrumentos de política pública y estrategias destinadas a regular dicha relación entre financiación y agendas de investigación (Calvert, 2006; Hubert *et al.*, 2012; de Jong *et al.*, 2016; Smith *et al.*, 2024).

Finalmente, el problema central que plantea la relación entre financiación y agendas de investigación reside precisamente en la definición de lo que son las agendas de investigación: en materia de ciencia y tecnología, y en particular en materia de “ciencia básica”, resulta difícil evaluar lo que se va a encontrar antes de haber buscado, ni

2. Véase, por ejemplo, el caso del sector del agua en Wesseling y Edquist (2018).

siquiera si realmente se va a encontrar algún hallazgo relevante o cuánto tiempo se tardará en encontrarlo (Calvert, 2006, pp. 207-208). Aunque, de manera general, esta incertidumbre es aceptada por la comunidad académica como condición necesaria para alcanzar cierto nivel de calidad en la producción científica, la imposibilidad de anticipar los resultados constituye un problema y una limitación para las agencias que promueven y financian la investigación científica y tecnológica sobre la base de esas mismas anticipaciones. Por eso, en muchos sectores socioeconómicos como la salud, energía o alimentación, en los cuales la producción de conocimientos es decisiva para su desarrollo, estas agencias tienen que poner en práctica un conjunto de estrategias que le permitan orientar, incentivar o dirigir los procesos de investigación e innovación hacia objetivos predefinidos, garantizando al mismo tiempo a las comunidades científicas márgenes de maniobra suficientes para producir conocimientos científicos y técnicos innovadores (Van der Meulen & Rip, 1998; Boon & Edler, 2018; Kulve *et al.*, 2018; Smith *et al.*, 2024, entre otros).

2. Metodología y desarrollo de la investigación

La investigación que ha dado lugar a este estudio forma parte de un trabajo más amplio que se llevó a cabo en el marco de una tesis de maestría (Schuff, 2023). Tiene un carácter descriptivo, interpretativo, inductivo y reflexivo de la acción social; pretende comprender cómo se conforman las agendas de investigación en un instituto público de investigaciones en biotecnología, tomando como principal evidencia para la comprensión de dicho fenómeno las percepciones y acciones de los actores involucrados. Específicamente el foco está situado en la significación que los investigadores dan a los procesos de conformación de las agendas de investigación. También radica en sus justificaciones para formular problemas de investigación que consideran interesantes, pertinentes o “factibles” (Fujimura, 1987).

161

El método de investigación elegido para desarrollar esta investigación es el estudio de caso. El instituto elegido como objeto de estudio responde a la particularidad en la cual, en una misma organización de I+D, convergen agendas de investigación diversas, desde la ciencia básica hasta la investigación aplicada. Fue creado a finales de los años 80 y un convenio con CONICET lo convirtió en unidad ejecutora de doble dependencia (UEDD).³ Actualmente su misión se encuentra orientada a generar conocimiento derivado de la biotecnología moderna y disciplinas conexas sobre sistemas biológicos relevantes para el sector agropecuario-forestal y desarrollar e implementar en INTA nuevas herramientas biotecnológicas para responder y anticipar demandas y oportunidades del sector. El instituto se encuentra conformado por alrededor de 150 personas, entre personal administrativo, personal técnico e investigadores. La mayoría del personal del instituto se encuentra conformado por investigadores y becarios doctorales y posdoctorales de doble dependencia; es decir, pertenecen simultáneamente al INTA y al CONICET.

3. Las unidades ejecutoras (UE) del CONICET pueden establecerse en asociación con universidades, organismos de ciencia y tecnología, organizaciones de la sociedad y gobiernos provinciales.

Esta investigación se organizó alrededor de tres etapas de trabajo. Durante la primera, se recopilaron y sistematizaron documentos institucionales publicados o no (resoluciones, memorias institucionales, informes, presentaciones, organigramas, estatutos, documentos fotográficos, testimonios, etc.). También se relevó información relativa al financiamiento de actividades científicas y tecnológicas dentro del INTA y específicamente del instituto estudiado. También durante esta primera etapa se entrevistó a diferentes informantes clave para orientar la búsqueda de la información y futuros entrevistados. Durante la segunda etapa, se desarrolló el trabajo de campo en el instituto; el instrumento privilegiado para la recolección de la información fue la entrevista individual semidirigida a jefas de grupos⁴ de investigación y otros actores considerados relevantes e influyentes en el proceso de conformación y formulación de las agendas de investigación del instituto. Se realizaron 14 entrevistas semidirigidas en profundidad (procesadas con el software ALTAS.ti) a investigadores e investigadoras con diferentes niveles de jerarquía dentro del organigrama del instituto: siete entrevistas a jefas de grupos; siete entrevistas a exdirectores, investigadores relevantes e informantes clave. También se optó por algunos recursos metodológicos de la observación participante *in situ*, a partir de la cual se registraron diálogos espontáneos entre pares, diálogos relativos a rutinas de trabajo, intercambio de anécdotas, etc. Una vez finalizado el trabajo de campo, se inició la tercera de etapa de la investigación destinada al procesamiento y análisis de los datos recolectados.

3. Estudio de caso: la introducción de la cartera programática en el instituto

162

A partir de 2006, el INTA comienza a recibir fondos presupuestarios provenientes de partidas del tesoro nacional. El instrumento creado por el INTA para administrar dichos fondos fue la llamada “cartera programática de proyectos”, que tuvo como finalidad el financiamiento de las actividades de investigación y extensión. La cartera de proyectos, como instrumento de política institucional y de financiamiento, funciona hasta la actualidad. Sin embargo, a través de los años, el periodo de duración de los proyectos y la inversión presupuestaria fue variando de acuerdo a los ciclos políticos y económicos del país. La última cartera programática, vigente actualmente, está estipulada por un periodo de cuatro años con posibilidad de extenderse a dos años más (2023-2027).

Para el INTA, esto significó una apuesta y un cambio presupuestario muy importante, ya que, por primera vez, disponía de fondos públicos propios destinados al financiamiento de las actividades de investigación y desarrollo. Muchos de los entrevistados consideraron ese cambio como un hito a nivel institucional, un evento sin antecedentes en la historia del INTA. Sin embargo, en el caso del instituto, dichos fondos nunca fueron suficientes para el sostenimiento y el desarrollo de la investigación en su totalidad. El financiamiento del INTA coexistió y coexiste, en la

4. Todas las coordinaciones de los grupos seleccionados son ejercidas por mujeres, característica que no fue prevista de antemano.

actualidad, con esquemas de financiamiento extrapresupuestario tanto nacionales como internacionales a través de fondos concursables por proyectos.⁵

En la siguiente subsección describiremos los procesos de definición de prioridades de investigación que prevalecieron antes de la introducción de la cartera de proyectos en el INTA, en 2006. Luego abordaremos los efectos y las tensiones que trajo la introducción de la cartera programática como instrumento de política institucional en las agendas de investigación del instituto. Finalmente, nos centraremos en el proceso de integración entre las agendas de investigación existentes y la agenda de investigación propuesta por la nueva cartera de proyectos, así como las tensiones que generó dicha integración.

3.1. Antes de la introducción de la cartera programática, la predominancia de un modelo basado en la autonomía científica de los grupos

Previo a la implementación de la cartera de proyectos en 2006, el INTA y específicamente los grupos del instituto ya contaban con agendas de investigaciones propias, que se financiaban a partir de fondos extrapresupuestarios concursables tanto nacionales como internacionales. Retomando palabras de un investigador histórico del instituto, las agendas se definían en función de las trayectorias científicas de los investigadores, de las expectativas de las comunidades internacionales y de las experiencias propias de cada grupo e investigador:

“En principio te diría que el [instituto] que así se llamaba originalmente, había elegido su agenda de investigación más en base, haciendo una prospectiva casera, en los temas de punta de esa época en los que había una enorme brecha tecnológica con los países centrales, tratando de enviar gente al exterior [...] La Argentina era pionera en un par de metodologías para generar conocimiento en el área de biología molecular de los patógenos que tenían importancia agrícola y era un objeto de estudio para el INTA” (investigador).

163

Así, y según refiere el entrevistado, las temáticas y contenidos de las investigaciones del instituto previo a la existencia de la cartera programática se definían en base a la misión y la pertinencia disciplinar del instituto y a partir de una “prospectiva casera” de los temas considerados como “de punta” en los países centrales. En esta misma línea, otra de las entrevistadas se refiere al proceso de conformación de las agendas de investigación durante la etapa previa a la existencia de la cartera de proyectos en el instituto como un proceso definido por los propios grupos:

“Y como era más libre, la gente que venía, el problema que tomaba, no era obviamente un problema utópico, era un problema real, pero

5. Son los financiamientos “por proyectos”, tal cual lo definimos en la primera sección. Se diferencian de los fondos provenientes de partidas del tesoro nacional, que forman parte de los presupuestos regulares nacionales anuales que se destinan a los organismos públicos de I+D.

no estaba consensuada esa demanda de la misma forma que está hoy en las carteras, porque ahora hay un cruce mayor, con las demandas, con las estaciones experimentales,⁶ con los programas que tienen más sede en territorio, me parece que estaba más en la impronta personal de los investigadores que le dieron la génesis” (investigadora).

Dicho de otra manera, previo a la existencia de la cartera programática en el instituto, los investigadores contaban con márgenes de maniobra muy amplios respecto a la definición de sus temas de investigación, que dependían, tal como se expresa en la cita, de “la impronta personal de los investigadores”. Como se desprende de los relatos, los investigadores definían sus agendas “libremente” (es decir, de manera autónoma) en función de sus antecedentes y de la percepción que tenían de lo que iban a ser los temas de vacancia (o “de punta”) en un futuro próximo.

Con el fin de retratar la lógica de conformación autónoma de las agendas de los grupos, retomamos parte del relato de la misma investigadora que explicita la forma en la que se desplegaba el proceso de formulación y definición de las líneas de investigación durante esa etapa inicial:

“Dependías un poco de los directores, de la impronta que le iban poniendo los directores a sus líneas tradicionales ¿Por qué es tan importante este instituto o el de virología? Porque empezaron con el tema de aftosa, porque primero había una demanda nacional y también había virólogos de primera tradición. Por eso, hay tantos grupos de virología en el Instituto. Entonces uno ve ahora en la estructura actual, la impronta que tuvieron estos grupos en la génesis del instituto” (investigadora).

164

Este extracto de cita explicita la incidencia científica y académica que tuvieron los fundadores del instituto en la orientación y definición de las temáticas de investigación de los grupos. Esta incidencia se explica por la lógica de creación de muchos de los grupos del instituto, que se constituyeron como desprendimiento de uno de los dos grupos de origen (los grupos de los dos fundadores del instituto). De esta manera, las agendas de los grupos en formación quedaron marcadas por el posicionamiento y la trayectoria científica del grupo de origen, que en general estuvo coordinado por directores o investigadores históricos y, por ende, de los temas o líneas de investigación que se trabajan en esos grupos de origen.

6. El INTA organiza sus actividades de investigación y extensión agropecuaria a través de una estructura que comprende: una sede central, centros de investigaciones, centros regionales, estaciones experimentales agropecuarias y agencias de extensión rural distribuidas en todo el territorio nacional. Las estaciones experimentales agropecuarias (EEA) son responsables del mejoramiento de la productividad y rentabilidad de las producciones agropecuarias y la calidad de vida de las comunidades rurales de su zona de influencia. Compete a las estaciones experimentales el estudio y solución de los problemas agropecuarios de su zona de influencia, así como la aplicación de la tecnología actualizada en el manejo de producción agropecuaria, a través de las agencias de extensión.

A partir de las entrevistas, pudimos identificar tres mecanismos principales que tuvieron incidencia en la conformación de las agendas de investigación del instituto y de los grupos, específicamente durante este primer periodo. El primer mecanismo se vincula con los antecedentes de los investigadores; es decir, con su trayectoria académica. Esto refiere a la influencia que tuvieron los temas de investigación de los directores o coordinadores de los grupos en la conformación de las agendas. El segundo mecanismo tiene que ver con lo que uno de los investigadores entrevistados denomina la “prospectiva casera”. Se basa en una revisión (o scanning) de los temas “de punta” a nivel mundial, un proceso no formalizado, no estructurado y no sistemático,⁷ que se veía fuertemente influenciado por la inserción de los investigadores en dinámicas, conexiones y redes científicas internacionales. El tercer mecanismo identificado fue la disponibilidad de fondos concursables tanto nacionales como internacionales, teniendo en cuenta que durante ese periodo la única fuente de financiamiento disponible fueron los fondos extrapresupuestarios concursables y que el financiamiento disponible en determinadas temáticas operó en detrimento de otras temáticas. En este sentido, la oferta de financiamiento de fondos concursables fue un factor influyente, durante este primer periodo, en la conformación de las agendas de investigación.

Así, la conjunción de estos tres mecanismos supuso la conformación de agendas poco dependientes de la política institucional del INTA. En las próximas subsecciones, abordaremos los efectos y tensiones que produjo la introducción de la cartera programática como instrumento de política institucional.

3.2. La creación de la cartera programática como instrumento de política institucional

165

Cuando se aborda el tema del financiamiento, muchos de los entrevistados consideran el 2006 como una fecha particular y un momento crucial en la historia del instituto. Explican que, antes de 2006, la única fuente de financiación para el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas provenía de recursos externos -es decir, fondos extrapresupuestarios concursables tanto a nivel nacional como internacional-, y que la introducción de la cartera programática fue un hito en la dinámica del instituto:

“Cuando aparece la cartera de proyectos, tuvimos una reacción dual: por un lado, a nadie le gusta que lo vengan a joder y lo traten de encasillar y le vengan a hacer recortes, le molesta. Por otro lado, estábamos contentos, esto es una oportunidad de algo que estábamos pidiendo hace mucho tiempo, que es un poco

7. A partir de década de los años 80 en países centrales como Japón, Reino Unido, Holanda, Rusia y Corea del Sur comenzaron a desarrollarse con mayor énfasis la prospectiva científica y tecnológica, a través del establecimiento de Programas Nacionales de Prospectiva Tecnológica. Estos programas tuvieron como principal objetivo contribuir a la planificación de políticas públicas a través de la identificación y fijación de prioridades de áreas/temas de investigación prometedoras para los Estados. Dichos estudios se basan en metodologías cuantitativas y cualitativas aplicadas de modo estructurado y sistemático con un horizonte temporal determinado. A su vez, en América Latina estas metodologías fueron adoptadas y utilizadas para el diseño de planes de inversión en ciencia y tecnología, sobre todo a partir de la década de los años 2000.

de planificación, tener un horizonte, que es lo que la institución pretende de nosotros, un grupo de investigadores suelto puede ser muy valioso, pero por ahí no tiene el impacto, cuando la institución encamina a ese grupo de investigadores, esa fue la sensación que teníamos cuando vino la cartera de proyectos” (investigadora).

Tal como queda expresado en esta cita, la introducción de la cartera de proyectos en el INTA tuvo un doble impacto para los investigadores: por un lado, les dio un encuadre dentro de una estrategia institucional más amplia que la que tenían hasta ese momento (o sea, en palabras de la entrevistada, a partir de hora sabían lo que “la institución pretendía de ellos y ellas”). Por el otro lado, esta nueva herramienta de gestión y planificación de las actividades de I+D les resultó una amenaza para su autonomía científica, ya que el mismo encuadre podía delimitar sus márgenes de maniobra respecto de sus temas de investigación.

La cartera de proyectos es un instrumento de gestión que el INTA desarrolló para llevar adelante su Plan Estratégico Institucional (PEI) 2005-2015, tanto en el ámbito de la investigación como a nivel territorial.⁸ Según se describe en el documento llamado “La Gobernanza de la cartera” (INTA, 2019), el INTA despliega su estrategia institucional en diferentes niveles de intervención, investigación, extensión y territorio. En este marco, la cartera programática de proyectos es:

166

“[...] el conjunto de normas, reglas, acuerdos, interrelaciones y prácticas (formales e informales) que describen el funcionamiento de la cartera de instrumentos en el marco del Plan Estratégico Institucional (PEI), Plan Mediano Plazo (PMP), documentos de centros y programas y de la gestión por resultados. Esto incluye tanto mecanismos formales, basados en estructuras y procesos definidos a nivel nacional y regional, como los acuerdos y consensos que se inscriben en el marco de la participación, la cultura y los valores del INTA” (INTA, 2019, p. 5).

Por su parte, el PEI consolida la visión, la misión, los valores, la estrategia y el modelo de gestión del INTA para un periodo de 15 años. Al cumplirse dicho plazo, la institución debe diseñar un nuevo plan estratégico por ese mismo periodo de tiempo. El PEI 2005-2015 fue el primer plan institucional que tuvo el INTA y surgió como una respuesta a la crisis de finales de los años 90, en la que el INTA había sufrido un proceso de desarticulación y desintegración institucional en el marco de un proyecto de privatización de la institución.⁹ El PEI fue el primer plan estratégico que tuvo el

8. Actualmente se encuentra vigente el PEI 2015-2030.

9. A comienzos de la década de los años 90, Argentina inició una reforma económica dirigida principalmente a aplicar políticas de ajuste estructural para resolver los desequilibrios externos y la crisis fiscal. Esta nueva doctrina económica planteó la necesidad de la reconversión del INTA para que respondiera adecuadamente a los nuevos requerimientos de innovación tecnológica, y desencadenó algunos importantes debates sobre su futuro institucional. Uno de ellos tuvo que ver con la necesidad de separar la investigación de la extensión, provincializando o privatizando esta última (Alemany, 2003).

INTA y estuvo acompañado por una fuerte inversión presupuestaria (267 millones de pesos) que representó, en ese momento, la mayor erogación a mediano plazo en la vida del organismo, inclusive comparando con el período en que se contó con el financiamiento de entidades internacionales: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), etc.

Según puede ubicarse en algunos documentos institucionales (Bochetto, 2007; INTA, 2019), la cartera de proyectos se conforma como el resultado de un proceso participativo entre los diferentes niveles e instancias que conforman tanto el organigrama institucional (centros de investigación, centros regionales y sus respectivos consejos) como la estructura programática (coordinadores de programas nacionales y plataformas de innovación territorial, que son los proyectos con intervención sobre el territorio) del organismo, junto a las visiones y demandas de actores externos con incidencia en el sistema agroalimentario. De la organización y gobernanza de la cartera programática participan todas las instancias técnico-administrativas del INTA (sede central, centros regionales, centros de investigación, programas nacionales y programas territoriales). Para ello, se genera una propuesta consolidada de problemas y oportunidades respecto del sistema agropecuario y agroalimentario mediante un proceso de interacción, cooperación y priorización. También se identifican los instrumentos programáticos más apropiados para su atención y se elevan a la dirección nacional del INTA. De este modo, la cartera programática de proyectos sintetiza la fijación de prioridades institucionales definidas en esa instancia participativa -conformada por múltiples actores- que se operativiza mediante proyectos de investigación y proyectos de intervención territorial con financiamiento propio.

167

En este sentido, la cartera contiene implícitamente la noción de agenda de investigación, ya que en ella se definen y priorizan institucionalmente las temáticas a abordar durante un periodo de tiempo establecido (que puede variar entre cuatro y seis años). Si bien formalmente los mecanismos decisionales de priorización de temáticas -problemas y oportunidades-, orientadas por las líneas estratégicas establecidas en el PEI que se definen en instancias participativas multinivel (estructura institucional y estructura programática), se encuentran descritos en documentos institucionales, no se ha podido recuperar registros sobre los procedimientos a través de los cuales se definen y acuerdan los temas priorizados que formarán parte de la cartera. En otras palabras, no se explicitan los criterios a través de los cuales se llegan a determinados acuerdos para la fijación de priorizaciones institucionales que formarán luego parte de la cartera. De acuerdo con la información empírica recopilada en las entrevistas y los informes institucionales, estos procedimientos no se desarrollan de manera estandarizada ni estructurada, tal como se describe en el extracto de cita (INTA, 2019, p. 5) extraído de un documento institucional.

En la próxima sección, abordaremos el proceso de integración entre las agendas de investigación existentes y las orientaciones propuestas por la nueva cartera de proyectos, así como las tensiones que esa integración generó.

3.3. Del modelo basado en la autonomía científica hacia el establecimiento de prioridades institucionales: incertidumbres y tensiones

¿Cómo los investigadores del instituto han adoptado este nuevo instrumento de política institucional? La siguiente cita sintetiza en palabras de una de las entrevistadas las expectativas cumplidas por la cartera programática:

“Sí, [antes] éramos bastante más autónomos. Sí, se generan tensiones [por la introducción de la cartera], pero nosotros ya sentíamos la necesidad de tener un marco más institucional en el cual encarar nuestras investigaciones. Antes de la cartera programática nos encontrábamos diciendo: ‘¿qué quiere el INTA que hagamos?’ y no teníamos una respuesta clara, no había una planificación” (investigadora).

En esta misma línea, otro de los entrevistados nos relata cómo vivió el proceso de incorporación de la cartera programática en las agendas de investigación del instituto:

“En un momento, diría del 2010 en adelante, hubo un gran énfasis en un pensamiento estratégico institucional y que debían ser los temas concebidos y priorizados y avalados en un momento por la matriz nacional y luego por los programas y nosotros a veces éramos medio mandados en hacer cosas que no estaban del todo en línea con la institución, y por ahí presentábamos un PICT¹⁰ y que pasa: capaz que me lo bajan, pero eso nunca sucedió. Ha pasado cuando era muy zarpado, cuando eran enfermedades humanas”¹¹ (investigador).

Tal como se desprende de estos relatos (y de otros también), la puesta en marcha de una cartera de proyectos que orientó las investigaciones como parte de una estrategia institucional fue vivido por la mayoría de los investigadores como un hecho inevitable y necesario, pero no por ello exento de ambigüedades, tensiones y conflictos, respecto a que se esperaba con la implementación de esta política institucional.

La implementación de la primera cartera programática en 2006 estuvo atravesada por diversas tensiones y altos grados de incompreensión e incertidumbre entre los investigadores, debido a que al principio no estaba claro ni definido cuáles serían las temáticas que formarían parte de esta nueva agenda. Así, y según los testimonios recabados, antes de la existencia de la cartera de proyectos, el instituto tenía agendas

10. Proyecto de investigación en ciencia y tecnología (PICT), financiado por la Agencia Nacional de Promoción de la Investigación, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación.

11. Como el financiamiento INTA siempre, por sí solo, resultó insuficiente para sostener las actividades de investigación, los investigadores históricamente buscaron financiamiento extrapresupuestario. En este sentido, la disponibilidad de fondos para determinados temas, y no otros, implicó muchas veces ampliar las temáticas hacia áreas que abordaban algo más que lo estrictamente agropecuario. Actualmente, rige un paradigma mucho más integral donde no hay divisiones tan taxativas entre la salud humana y la salud animal, por ejemplo.

con cierto grado de autonomía, dado que el INTA no contaba con financiamiento propio ni mecanismos formales destinados a priorizar líneas de investigación. Luego la aparición de la cartera como un instrumento de orientación y planificación de la investigación en el INTA generó tensiones y conflictos al interior tanto del Instituto como del INTA en general. Así queda expresado en este extracto de cita:

“Antes de la incidencia de la cartera en este instituto, hubo como dos actitudes: una de aceptación de esa orientación con respecto a los Proyectos Regionales con enfoque territorial (PRETS) que había que articular e interactuar y embeberse en la problemática con la que estaban trabajando y otra de más vale rechazo. Yo te diría que aun los que aceptábamos eso y estábamos de acuerdo, no nos fue fácil esa articulación. Fue difícil porque éramos como dos mundos que no nos conocíamos del todo bien. Aun queriendo, no hubo las suficientes instancias de articulación de dialogo, hubo encuentros... qué sé yo... pero fue difícil” (investigador).

Este extracto deja entrever las tensiones y conflictos que vivenciaron los investigadores durante esta primera etapa de implementación de la cartera de proyectos, donde no existía un posicionamiento común respecto a los posibles resultados y efectos que tendría la integración de las dos agendas. Por un lado, tal y como se describe en parte del relato, había investigadores que acordaban con el mandato institucional de vincularse y articular sus investigaciones con las demandas de los territorios, mediatizadas por los proyectos regionales con enfoque territorial (PRETS). Y al mismo tiempo y, por otro lado, había otro conjunto de investigadores que directamente rechazaban la idea y se resistían a adoptar cualquier estrategia institucional para llevar adelante la propuesta. Asimismo, esta cita también señala los conflictos y desafíos que atravesaban incluso aquellos investigadores que acordaban con esta política institucional, debido a que las prioridades institucionales y las estrategias para alcanzarlas eran difusas y poco claras, generando así altos niveles de incertidumbre y malestar entre ellos y los niveles decisionales. Retomando palabras del mismo investigador histórico, la siguiente cita expresa como se desarrollaban esas situaciones confusas y, a veces, conflictivas:

“Yo te diría que para los biotecnólogos vegetales hubo un poco mejor, el tema de las variedades adaptadas, etc. No sé cuántos productos salieron, pero lo que trabajamos en la parte roja¹² fue más difícil. Incluso compañeros que estaban de acuerdo con esta política no llegaron demasiado a hacer el ejercicio de ver qué pasaba si articulaban, y otros nos fue difícil hacerlo [...] Nosotros a veces decíamos no hay demanda hacia la biotecnología, no hay demanda hacia la biología molecular. Por un lado, era un poco lógico que eso pase, la gente que está en el territorio y trabaja sobre cosas concretas no va a estar pensando en términos de biotecnología o biología molecular, al contrario. Entonces nosotros somos los que tenemos que salir a conocer la problemática, era un poco raro,

12. En la jerga de los investigadores, esta expresión hace referencia al área de biotecnología animal.

nosotros salir a conocer la problemática. Lo que teníamos que haber hecho es ser más difusores de las posibilidades que pueden dar las disciplinas y que los colegas de los territorios la vean” (investigador).

Este relato ejemplifica las tensiones que emergieron durante ese periodo, vinculadas a la lógica que determinaba la conformación de las agendas de investigación. En este sentido, durante esa etapa, circulaba la idea de que todos los conocimientos producidos y las líneas de investigación tenían que tener un correlato o vínculo con las demandas y problemáticas surgidas de los territorios. Tal como expresa la cita, si bien, conceptualmente, muchos investigadores prestaban acuerdo a ese mandato institucional, el problema radicaba en que no sabían cómo llevar adelante esa articulación, en especial aquellas líneas de investigación orientadas a la ciencia básica, que no tenían tanto anclaje en lo productivo y territorial. No obstante, si bien institucionalmente hubo muchos esfuerzos en ese sentido (reuniones, seminarios, talleres, etc.), no terminaron de permear en la práctica científica, porque desde las instancias decisorias tampoco había una línea conceptual clara de cómo implementarlo; más bien cada investigador trató de hacerlo con los recursos que contaba y, finalmente, esta política institucional quedó supeditada a las iniciativas personales de los investigadores.

170

Por su parte, si bien en los relatos de los entrevistados se expresan las percepciones sobre las tensiones y conflictos que atravesaron a partir de la implementación de la cartera de proyectos, también se recupera la manera en que hubo esfuerzos colectivos por parte de los grupos para dar sentido y apropiarse del nuevo instrumento de gestión y política institucional. La siguiente cita lo gráfica:

“Lo que pasó en la realidad, eso fue lo que pasó a nivel de sensaciones, después lo que pasó entre nosotros, fue que muy astutamente, como hizo todo el INTA, acomodamos nuestras líneas de investigación a la cartera de proyectos, todo acomodamos, todo, esa fue una situación de locura, no quedó nada afuera del centro [...] esa fue una época, donde uno navegó, hubo reuniones de PEI, etc., después eso conceptualizarlo y bajarlo a tierra no fue fácil, era como pasar de la desorganización total a la organización total y hubo ciertas cuestiones. A nosotros en el centro nos pasó que todos los que estábamos trabajando se acomodó de una manera o de la otra para estar en la cartera y después se fue depurando” (investigadora).

En esta cita se explicita cómo se desarrolló el proceso de implementación de la política institucional, mediante la cartera programática, y cómo los investigadores adaptaron y reacomodaron sus agendas de investigación a ese nuevo instrumento. En este sentido puede decirse que, si bien al inicio del proceso el dispositivo pudo ser más bien abstracto y confuso, luego, en un segundo momento, los actores pudieron apropiarse del mismo en función de sus propios intereses. Así, durante este proceso emergieron, por un lado, sentimientos de resistencia y rechazo hacia el instrumento, efecto que no fue contemplado en su diseño y que derivó en la situación de confusión

y poca claridad al momento de implementarlo. Sin embargo, se observó también el despliegue, por parte de los investigadores, de estrategias innovadoras que les permitieron una adaptación progresiva al instrumento, que tuvo su síntesis en el acomodamiento de sus intereses en la nueva agenda de la cartera programática. En este mismo sentido, lo expresa la misma investigadora que también tuvo funciones directivas en el INTA:

“La cartera de 2006 fue eso [...] fue el director nacional que puso el INTA patas para arriba, fue una revolución porque cambió todo, revolución en el sentido del cambio total, fue un proceso muy positivo, la cartera fue 2006-2009, 2009-2013, 2013-2017 o 2019. En la primera cartera se incluyó todo lo que estábamos haciendo y se financió. También teníamos financiamiento externo, la gran mayoría de las líneas tenía financiamiento externo” (investigadora).

Así se refiere al proceso de implementación de la cartera programática. La investigadora señala que, en 2006, el INTA se puso “patas para arriba”, pero al mismo tiempo reconoce que se incluyeron en la cartera de proyectos todas las líneas de investigación que tenía el instituto. En este sentido, lo que se puede recuperar de este relato (y el resto de los relatos de los entrevistados) es la existencia y circulación de un doble discurso en relación con los efectos de la cartera programática en el instituto y en el INTA.

Por un lado, la mayoría de los entrevistados coincide en que su introducción como esquema de financiamiento fue novedoso y muy importante. En este sentido, hay un registro común en los discursos que la identifican como una etapa de cambio. Así, antes de la existencia de la cartera en el instituto regían dinámicas de redes informales y lógicas de cercanía entre los investigadores y las instancias decisorias para la definición de los temas de investigación. Por ejemplo, los investigadores contaban con amplia capacidad de negociación con el director del instituto para incluir sus temas en la agenda, porque su vínculo era directo, debido a que la mayoría de los asuntos se resolvían puertas adentro del instituto. Con la aparición de la cartera se genera una brecha entre los investigadores y la dirección respecto a su capacidad para incidir en la definición de los temas de investigación, debido a la aparición de nuevos actores y actrices, instancias y mecanismos decisorios, que antes no estaban. Esa formalización del proceso de atribución de fondos y, por ende, de nuevas modalidades de definición de las agendas generó distancia, incertidumbre y, hasta por momentos, desconcierto en los investigadores que perdieron parte de su capacidad de negociación en este proceso. A su vez, se incorporaron nuevos actores, intermediarios, mecanismos e instancias formales que antes no estaban contemplados y que comenzaron a ser parte del proceso de definición de las agendas de investigación. Esta situación transitoria, novedosa e incierta enfrentó los grupos con la pérdida de recursos sociales como las relaciones interpersonales y la informalidad que caracterizaba el proceso anterior de formulación de las agendas.

Por otro lado, y a su vez, también se identifica, en los relatos de la mayoría de los entrevistados, la idea de que, si bien la introducción de la cartera fue un momento

de cambio importante institucionalmente, no hubo transformaciones radicales de sus agendas de investigación. En este sentido, fue vivenciado por los investigadores como un proceso con altos niveles de incertidumbre, sinuoso y con momentos de alta tensión, que, sin embargo, se fue resolviendo poco a poco.

Además, cabe mencionar que esta nueva política institucional tuvo algunas características que pueden explicar su apropiación progresiva. En primer lugar, no se caracterizó por ser una política verticalista, donde desde un espacio jerárquico se decide la política de investigación y la atribución de fondos. Por el contrario, la cartera programática operó como un marco general y no como un marco restrictivo, ya que los investigadores tuvieron márgenes de maniobra para sostener sus propias agendas de investigación. Lo que sí sucedió, a partir de 2006, fue la formalización de algunos procesos a través de instrumentos de rendición de cuentas, pero ello no implicó la pérdida ni la restricción de las agendas de investigación. En este sentido, la cartera funcionó como encuadre, orientando y priorizando las investigaciones y no imponiéndolas, y la lógica que terminó predominando en el proceso de conformación de agenda fue percibida como inclusiva y amplia; es decir, la mayoría de los temas que ya existían en las agendas anteriores formaron parte de la nueva cartera programática. Los investigadores, por su parte, en un juego de apropiación del nuevo dispositivo, redefinieron sus propios objetivos e inventaron nuevos usos que no estaban contemplados al momento del inicio del diseño de la cartera. En esta misma línea, la conformación de las agendas de investigación del instituto puede ser interpretada como una orientación y priorización de temáticas de investigación dirimida en una coproducción entre los mecanismos formalizados de la estructura institucional (la matriz y, eventualmente, en concertación con la dirección del instituto) y la propia dinámica de los grupos de investigación.

Conclusiones

En este texto, analizamos el vínculo entre financiamiento y agendas de investigación a partir del caso de la introducción de un nuevo instrumento institucional, la “cartera programática de proyectos”, en un instituto de investigación en biotecnología del INTA. Profundizamos sobre las condiciones y los efectos de la cartera programática en la orientación de las agendas y, en particular, sobre cómo incidió en las diversas estrategias científicas desplegadas por los grupos ante la necesidad de reorientar o dar una continuidad temática a sus agendas. Mostramos que la introducción de la cartera marcó un hito en la gobernanza de las agendas del instituto y en la capacidad institucional de orientar, incluso parcialmente, las agendas de sus grupos de investigación.

Antes de la introducción de la cartera de proyectos en 2006, las actividades de investigación se sostenían y desarrollaban, casi exclusivamente, mediante la obtención de fondos extrapresupuestarios concursables. Siguiendo la reconstrucción de varios de los relatos de los entrevistados, sus líneas de investigación se definieron en función de factores vinculados a una lógica académica, entre los cuales pueden mencionarse: la trayectoria del coordinador de área y del director del instituto, la trayectoria académica del coordinador del grupo, la iniciativa personal del investigador, las áreas de vacancia

(percibidas como) prometedoras, la identificación de nichos de investigación y de oportunidades de financiamiento nacional e internacional, los recursos experimentales disponibles, etc. En este sentido, las temáticas de investigación, durante esa etapa, se encontraron más vinculadas a las expectativas del campo académico y de las agencias de financiamiento (nacionales e internacionales) que proveían los fondos extrapresupuestarios concursables (y no tanto, por consiguiente, a demandas institucionales o de carácter socioproductivo). De este modo, el financiamiento disponible en determinadas temáticas operó en detrimento de otras temáticas que no lo tenían. La oferta de financiamiento, limitada a fondos concursables externos, implicó, durante este primer periodo, la conformación de agendas de investigación poco dependientes de las decisiones institucionales del INTA.

A partir de la introducción de la cartera de proyectos en 2006, los investigadores pudieron recurrir a un esquema de financiamiento mixto, constituido por fondos presupuestarios, implementados a través de la cartera, y fondos extrapresupuestarios concursables, tanto nacionales como internacionales (el esquema de financiamiento de la etapa anterior). Esta nueva etapa se caracterizó, específicamente, por la incorporación de prioridades institucionales en las agendas de investigación, hecho novedoso hasta ese momento. A partir de la reconstrucción de los relatos de los entrevistados se desprenden visiones heterogéneas respecto a cuál fue el impacto o incidencia que tuvo la política institucional en sus agendas de trabajo a partir de 2006. En ese sentido, los modos de apropiación de la cartera en las agendas de I+D de los grupos fue un proceso sinuoso e incierto, caracterizado por el aprendizaje progresivo de los investigadores que supieron, poco a poco, reinterpretar y acomodarse del instrumento, ajustándolos a sus propios intereses. De este modo, si bien la introducción de este instrumento fue un momento de cambio institucional importante, no hubo transformaciones radicales de las agendas de los grupos de investigación, sino más bien una variedad de modos de apropiación del nuevo instrumento de financiación.¹³

173

Por consiguiente, pudimos identificar dos modelos de investigación distintos, uno basado en la autonomía científica y el otro basado parcialmente en el establecimiento de prioridades institucionales. A primera vista, estos dos modelos reflejan los famosos modos 1 y 2 de producción de conocimiento identificados por Gibbons y sus colegas a principios de la década del 90 (Gibbons *et al.*, 1994).¹⁴ Sin embargo, el enfoque adoptado aquí se refiere más a una reconstrucción local de modelos que a una construcción teórica o conceptual más general. Se trata más bien de analizar, desde el punto de vista de los, las incertidumbres y tensiones generadas por la introducción

13. Este resultado coincide con las conclusiones de la investigación realizada por Gaglio y Richebé (2022) sobre la apropiación de un instrumento de financiación local en Francia.

14. En este libro, Gibbons y sus colegas defienden la idea de que la lógica de producción de conocimiento ha cambiado, pasando de lo que denominan "modo 1", aún dominante en la posguerra, a un "modo 2". Esta transformación comprende diversos componentes, entre ellos: el fortalecimiento de la investigación orientada por su contexto de aplicación; la organización del trabajo científico en torno a lógicas interdisciplinarias o incluso transdisciplinarias, en las que la forma "proyecto" ocupa un lugar central; el creciente papel de los actores ajenos al mundo científico (sociedad civil, empresas, administraciones públicas) en la definición de las orientaciones científicas y las políticas de investigación; la hibridación público-privada de las infraestructuras, los recursos y los lugares de investigación.

de un nuevo instrumento de financiamiento. En este sentido, el estudio aquí realizado demuestra que los dos (micro) modelos identificados no son incompatibles y que, para hacer posible el desarrollo de su actividad y dar continuidad a sus agendas, los grupos de investigación estudiados elaboran una diversidad de estrategias que, en la mayoría de los casos, toman prestado de ambos modelos. En consonancia con algunos trabajos sobre la financiación por proyectos (Barrier, 2011; Jouvenet, 2011) o sobre las tensiones que atraviesan el trabajo científico (Hackett, 2005), estas estrategias de combinación de diversas fuentes de financiación siguen una lógica similar a la del “portafolio de proyectos”, una lógica destinada a reducir los riesgos de no financiación y obtener mayores márgenes de maniobra en la conducción de las actividades científicas.¹⁵

Por otra parte, si bien se identifica, a nivel mundial y específicamente en los países de Europa, la ocurrencia de transformaciones en las modalidades respecto del flujo del financiamiento, en particular su “proyectificación” (Fowler *et al.*, 2015) y la inflación del “trabajo de proyecto” asociado a esas modalidades (Gaglio & Richebé, 2022), la evidencia recabada en esta investigación nos revela la ocurrencia de un fenómeno adicional a nivel local: la limitada disponibilidad de recursos financieros destinados al desarrollo de las actividades de I+D. Este fenómeno, propio del desarrollo científico y tecnológico en un país del sur, se ve agudizado por los cambios (ya señalados en la primera sección del artículo) en las modalidades de financiamiento internacional y la falta de previsibilidad y estabilidad en la política económica a nivel local, que repercute en los presupuestos destinados a la ciencia y aumenta el mencionado riesgo de no financiación de algunos proyectos. Así, esta restricción de recursos hace que la preocupación por la disponibilidad de fondos para el desarrollo y sostenimiento de los proyectos de investigación se encuentre presente en el centro de todos los relatos de los entrevistados y, en este contexto de restricción, los grupos de investigación estudiados destinan la mayor parte de sus esfuerzos a mantener la continuidad de sus líneas de trabajo, probablemente en detrimento de estrategias científicas más ambiciosas; es decir, por ejemplo, vinculadas a la búsqueda de financiamiento por proyectos de alto impacto, a través de la formación de consorcios con actores externos. La validación de estos resultados requeriría una investigación más profunda, comparando el instituto estudiado con otros institutos que operen con configuraciones institucionales distintas, en otros sectores de actividad o zonas geográficas.

Bibliografía

Alemany, C. E. (2003). Apuntes para la construcción de los períodos históricos de la Extensión Rural del INTA. En G. Cimadevilla y R. Thornton (Eds.), *La Extensión Rural*

15. Según Barrier (2011), el trabajo de los investigadores (en particular de los que dirigen un equipo) se asemeja a la gestión de un portafolio de proyectos, más o menos diversificados y complementarios. Esta lógica de portafolio de recursos y actividades está motivada por la necesidad de reducir el riesgo de no financiación y optimizar las actividades más exploratorias (que son las más arriesgadas y difíciles de financiar, pero que aportan el mayor reconocimiento científico y son necesarias para la proyección a más largo plazo).

en debate: concepciones, retrospectivas, cambios y estrategias para el Mercosur (137-171). Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Barrier, J. (2011). La science en projets. Financements sur projet, autonomie professionnelle et transformations du travail des chercheurs académiques. *Sociologie du Travail*, 53(4), 515-536.

Bochetto, R. (2007). Requerimientos de la transformación Institucional: Formación e Investigación para la Innovación y el desarrollo. Lineamientos Básicos.

Boon, W. & Edler, J. (2018). Demand, challenges, and innovation. Making sense of new trends in innovation policy. *Science and Public Policy*, 45(4), 435-447. DOI: <https://doi.org/10.1093/scipol/scy014>.

Calvert, J. (2006). What's Special about Basic Research? *Science, Technology, & Human Values*, 31(2), 199-220. DOI: <https://doi.org/10.1177/0162243905283642>.

Chicot, J. & Matt, M. (2018). Public procurement of innovation: a review of rationales, designs, and contributions to grand challenges. *Science and Public Policy*, 2017, 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1093/scipol/scy012>.

Dagnino, R., Thomas, H. & Davyt, A. (1996). El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. *Redes*, 3(7), 13-51.

De Jong, S., Smit, J. & van Drooge, L. (2016). Scientists' response to societal impact policies. A policy paradox. *Science and Public Policy*, 43(1), 2016, 102-114. DOI: <https://doi.org/10.1093/scipol/scv023>.

Edler, J. & Boon, W. (2018). The next generation of innovation policy: Directionality and the role of demand-oriented instruments – Introduction to the special section. *Science and Public Policy*, 2018, 1-2. DOI: <https://doi.org/10.1093/scipol/scy026>.

Fowler, N., Lindahl, M. & Skold, D. (2015). The Projectification of University Research: A Study of Resistance and Accommodation of Project Management Tools & Techniques. *International Journal of Managing Projects in Business*, 8(1), 9-32. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJMPB-10-2013-0059>.

Fujimura, J. H. (1987). Constructing 'Do-able' Problems in Cancer Research: Articulating Alignment. *Social Studies of Science*, 17(2), 257-293. DOI: <https://doi.org/10.1177/030631287017002003>.

Gaglio, G. & Richebé, N. (2022). Un IDex pour quoi faire? Cadrage et appropriations d'un dispositif de financement local. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 16(4). DOI: <https://doi.org/10.4000/rac.29174>.

Gibbons, M., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. & Trow, M. A. (1994). *The New Production of Knowledge*. Thousand Oaks: SAGE Publications.

Gläser, J., & Laudel, G. (2016). Governing Science. *European Journal of Sociology*, 57(1), 117-168. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0003975616000047>.

Hackett, E. J. (2005). Essential Tensions: Identity, Control, and Risk in Research. *Social Studies of Science*, 35(5), 787-82.

Herrera, A. (1973). Los determinantes sociales de la política científica en América Latina: política científica explícita y política científica implícita. *Desarrollo Económico*, 113-134.

Hessels, L. K., Van Lente, H. & Smits, R. (2009). In search of relevance: the changing contract between science and society. *Science and Public Policy*, 36(5), 387-401.

Hubert, M. & Louvel, S. (2012). Project-Based Funding: What Are the Effects on the Work of Researchers? *Mouvements*, 71, 13-24. Recuperado de: https://www.cairn-int.info/article-E_MOUV_071_0013--project-funding-what-impact-on-the.htm.

Hubert, M., Chateauraynaud, F. & Fourniau, J.-M. (2012). Les chercheurs et la programmation de la recherche: du discours stratégique à la construction de sens, *Quaderni*, 77, 85-96. Recuperado de: <https://journals.openedition.org/quaderni/556>.

Hubert, M. (2015). Entre mutualisation des infrastructures et diversité des usages. Le travail de mise en plateforme dans les micro- et nanotechnologies, *Revue d'anthropologie des connaissances*, 9(4), 467-486. Recuperado de: <https://www.cairn.info/revue-anthropologie-des-connaissances-2015-4-page-467.htm>.

Hurtado, D. (2011). Surgimiento, alienación y retorno: el pensamiento latinoamericano en ciencia, tecnología y desarrollo. *Voces en el Fénix*, 8.

INTA (2019). La Gobernanza de la cartera 2019. Documento para la consideración del Consejo Directivo Actualización: 31 de mayo 2019.

Jaguaribe, H. (1975). Por qué no se ha desarrollado la ciencia en América Latina. En J. Sábato (Ed.), *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia* (95-115). Buenos Aires: Biblioteca Nacional.

Jaime, A., Pérez-Martelo, C., Herrera, B., Ordóñez-Matamoros, G. & Vinck, D. (2022). Functioning strategies of the research groups' leaders in the context of funding and policy instabilities. *Review of policy research*, 40(2), 282-306. DOI: <https://doi.org/10.1111/ropr.12512>.

Jouvenet, M. (2011). Profession scientifique et instruments politiques. L'impact du financement 'sur projet' dans des laboratoires de nanosciences. *Sociologie du Travail*, 53(2), 234-252.

Kreimer, P. & Zabala, J. P. (2008). Quelle connaissance et pour qui? Problèmes sociaux, production et usage social de connaissances scientifiques sur la maladie de Chagas en Argentine. *Revue d'Anthropologie des Connaissances*, 2(3), 413-439.

Kuhlmann, S. & Rip, A. (2018). Next-Generation Innovation Policy and Grand Challenges. *Science and Public Policy*, 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1093/scipol/scy011>.

Lepori, B., van den Besselaar, P., Dinges, M., Potì, B., Reale, E., Slipersæter, S., Thèves, J. & van der Meulen, B. (2007). Comparing the evolution of national research policy: what patterns of change. *Science and Public Policy*, 34(6), 372-388. DOI: <https://doi.org/10.3152/030234207X234578>.

Louvel, S. (2007). Le nerf de la guerre. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 1, 2. DOI: <https://doi.org/10.3917/rac.002.0297>.

Sábato, J. & Botana, N. (1970). *La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.

Schuff, P. (2023). *La conformación de las agendas de investigación de un instituto público de I+D agropecuario [Tesis de maestría]*. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires.

Smith, R. D., Schäfer, S. & Bernstein, M. J. (2024). Governing beyond the project: Refocusing innovation governance in emerging science and technology funding. *Social Studies of Science*, 54(3), 377-404. DOI: <https://doi.org/10.1177/03063127231205043>.

Te Kulve, H., Boon, W., Konrad, K. & Jan Schuitmaker, T. (2018). Influencing the direction of innovation processes: the shadow of authorities in demand articulation. *Science and Public Policy*, 1-13. DOI: <https://doi.org/10.1093/scipol/scy015>.

177

Van der Meulen, B. & Rip, A. (1998). Mediation in the Dutch science system. *Research Policy*, 27, 757-769.

Varsavsky, O. (1969). *Ciencia, política y cientificismo*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

Vasen, F. (2011). Los sentidos de la relevancia en la política científica. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad -CTS*, 7(19), 11-46. Recuperado de: <https://www.revistacts.net/wp-content/uploads/2020/01/vol7-nro19-vasen.pdf>.

Wesseling, J. & Edquist, C. (2018). Public procurement for innovation to help meet societal challenges: a review and case study. *Science and Public Policy*, 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1093/scipol/scy013>.

Los desafíos de la vinculación entre la universidad y el sector productivo: una mirada desde el sur *

Os desafios da ligação entre a universidade e o setor produtivo:
um olhar do sul

*The Challenges of the University-Productive Sector Connection:
A View from the South*

Andrea Waiter  **

Este artículo se enmarca en la temática sobre el uso y la producción de conocimiento. Puntualmente, se pretende abarcar los procesos relacionados con el intercambio del conocimiento entre grupos de investigación y actores no académicos inmersos en la sociedad y en la producción. Para ello se presenta la experiencia del Programa de Vinculación Universidad, Sociedad y Producción de la Universidad de la República (Udelar), Uruguay, que tiene como objetivo, desde 1992, acercar las capacidades de investigación y solución de problemas a las demandas de la sociedad y la producción uruguayas. A partir de la información recabada de 71 proyectos de investigación ejecutados y finalizados entre 2013 y 2019, se analizan los principales componentes que intervienen en los procesos de intercambio de conocimiento y se proponen elementos útiles a la hora de repensar, en países en desarrollo, las vinculaciones entre la generación de conocimiento universitario y su utilización en el sector productivo.

179

Palabras clave: investigación científica; resolución de problemas de actores no académicos; relaciones universidad-sector productivo; políticas de investigación universitaria

* Recepción del artículo: 10/01/2024. Entrega del dictamen: 11/03/2024. Recepción del artículo final: 31/05/2024.

** Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC), Universidad de la República, Uruguay. Correo electrónico: awaiter@csic.edu.uy. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3978-8400>.

O presente artigo se enquadra na temática do uso e produção de conhecimento. Especificamente, interessa abordar os processos relacionados à troca de conhecimento entre grupos de pesquisa e atores não acadêmicos imersos na sociedade e na produção. Para isso, é apresentada a experiência de um programa de pesquisa universitária, o Programa de Ligação entre Universidade, Sociedade e Produção da Universidade da República (Udelar), Uruguai, que tem como objetivo, desde 1992, aproximar as capacidades de pesquisa e resolução de problemas das demandas da sociedade e produção uruguaias. Com base nas informações coletadas de 71 projetos de pesquisa executados e finalizados entre 2013 e 2019, são analisados os principais elementos dos processos de troca de conhecimento e são propostos elementos que podem ser úteis ao repensar as conexões entre a geração de conhecimento universitário e sua utilização no setor produtivo, em países em desenvolvimento.

Palavras-chave: pesquisa científica; resolução de problemas de atores não acadêmicos; relações universidade-setor produtivo; políticas de pesquisa universitária

Within the framework of knowledge use and production, this article aims to encompass processes related to the exchange of knowledge between research groups and non-academic actors. It presents the experience of the University-Society-Production Linkage Program developed within the University of the Republic (Udelar), Uruguay. Since 1992, this program aims to bring research and problem-solving capabilities closer to the demands of the Uruguayan society and productive sector. Based on information gathered from 71 research projects executed and completed between 2013 and 2019, the main elements of knowledge exchange processes are analyzed. Additionally, suggestions are proposed to rethink connections between knowledge generation and its utilization in the productive sector, especially within developing countries.

Keywords: scientific research; problem-solving for non-academic actors; university-industry relations; university research policies

Introducción

La importancia de las capacidades nacionales basadas en el conocimiento para el desarrollo económico y social y la reducción de las desigualdades constituye un tema que ha sido fuertemente estudiado (Arocena y Sutz, 2003; Lundvall, 1992; Leydesdorff, 1996; Sutz, 2013). Dichos estudios destacan la importancia de que las capacidades nacionales guarden relación con los problemas básicos de la región; es decir, deben dialogar y estar conectadas con las necesidades de la sociedad (Herrera, 1975). Para que ello suceda, los aspectos relacionales son de vital importancia: los vínculos entre los actores que demandan y ofrecen conocimiento deben ser virtuosos y sistémicos (Sabato y Botana, 1968; Lundvall, 1994). El uso sistemático y a gran escala del conocimiento supone oportunidades de aprendizaje interactivo (Lundvall y Johnson, 1994) que son fundamentales para los procesos de desarrollo.

Las universidades son actores centrales para el desarrollo de las capacidades nacionales, ya que dentro de sus objetivos se encuentran la formación de recursos humanos y la realización de investigaciones. La investigación universitaria puede contribuir a resolver necesidades particulares y específicas de la región a través de la generación de nuevo conocimiento. Para ello, las universidades no deben actuar solas, sino que necesitan de capacidad para interactuar con actores no académicos (Arocena, Bortagaray y Sutz, 2008; Arocena y Sutz, 2015; Arocena, Göransson y Sutz, 2017). Por otro lado, el sector productivo, en su sentido más amplio, también es un actor central para el desarrollo de las capacidades nacionales debido a su facultad de movilizar recursos para enfrentar problemas crecientemente complejos. Si bien este trabajo parte de la idea -siguiendo a Naidorf *et al.* (2007)- que universidad y sector productivo no son objetos aislables ni están desconectados, sí reconoce que las relaciones entre ambos actores pueden presentar ciertas complejidades debido a sus diversas naturalezas, roles, funciones y formas de operar (CEPAL, 2010).

181

Existe una amplia literatura que se ha interesado en estudiar las formas en que las universidades y los actores del sector productivo, sobre todo las empresas, se relacionan. Con el fin de repensar las vinculaciones entre la generación de conocimiento universitario y su utilización en el sector productivo en países en desarrollo, primero se presenta brevemente el marco analítico y luego se analizan los principales elementos de los procesos de intercambio de conocimiento que se desprenden de la información recabada de 71 proyectos de investigación ejecutados y finalizados entre 2013 y 2019 del Programa de Vinculación Universidad, Sociedad y Producción (en adelante VUSP) de la Universidad de la República (Udelar), Uruguay, que tiene como objetivo, desde 1992, acercar las capacidades de investigación y solución de problemas a las demandas de la sociedad y la producción uruguayas.

La estructura del artículo es la siguiente: luego de esta introducción, se hace una breve referencia sobre la literatura que estudia las relaciones entre la universidad y la empresa y los mecanismos de intercambio y cooperación del conocimiento entre la universidad y la empresa (secciones 1 y 2, respectivamente). En el apartado 3, se describe el programa a estudiar y la metodología a emplear. En la sección 4, se hace referencia a los principales procesos de intercambio de conocimiento a través del VUSP para, por último, introducir en las conclusiones los elementos de mayor

relevancia para una mejor comprensión de las relaciones entre la universidad y el sector productivo en contextos de subdesarrollo.

1. Relaciones universidad-empresa: una breve referencia a su literatura

Dentro de la literatura que estudia las relaciones entre la universidad y el sector productivo, ocupa un rol preponderante la relación entre la universidad y la empresa. Lerena *et al.* (2018) identifican seis comunidades temáticas que trata la literatura sobre las relaciones universidad-empresa: parques tecnológicos, universidad emprendedora, triple hélice, canales de transferencia, perspectiva geográfica y capacidades y redes e innovación abierta. Dichas comunidades temáticas dan cuenta de una serie de contribuciones al campo de estudio en cuestión que se diferencian por poseer intereses particulares, así como también sus propios objetivos, metodologías, visión sobre los actores e instituciones principales para la vinculación y recomendaciones de políticas.

Mientras los parques tecnológicos se conciben como un espacio de interacción entre universidad y empresa que tiene como objetivo comercializar -por parte de las empresas- la investigación generada por las universidades, la universidad emprendedora pone de relieve que a las funciones clásicas de la universidad (formación de recursos humanos e investigación) se le suma la función emprendedora. Dicha función es objeto de un amplio debate derivado de una cierta tensión sobre el significado que encierra la llamada “tercera misión universitaria” entre quienes creen que la misma es la función emprendedora y quienes creen que es la extensión de la universidad hacia la sociedad. En la tradición latinoamericana, la tercera misión se refiere al compromiso social con los sectores de la sociedad más desfavorecidos, que insta a la universidad a vincularse con la sociedad circundante y contribuir a su bienestar a través de las actividades de extensión universitaria (Emiliozzi *et al.*, 2011). Para quienes entienden que la tercera función universitaria es la emprendedora, las oficinas de transferencia tecnológica son importantes, así como también los aceleradores de empresas, las incubadoras y las redes de colaboración con la industria.

El aporte del concepto de triple hélice radica en la importancia que asumen los gobiernos en estimular la cooperación entre universidades y empresas en la creación y comercialización de la propiedad intelectual, a partir de procesos conjuntos de investigación y desarrollo (Etzkowitx *et al.*, 2000; García De Brahi, 2019; y Brixner, 2019, en Federico *et al.*, 2019). La presencia de profesionales, técnicos y científicos en cada una de las hélices es fundamental para la creación, apropiación y difusión del conocimiento, así como también la incorporación de los problemas de la industria y la sociedad en las agendas de investigación.

La literatura a la que le interesa profundizar en los canales de transferencia de conocimiento analiza las principales vías de interacción público-privado (Cohen *et al.*, 2002; D'Este y Patel, 2007). El concepto de compromiso académico (*academic engagement*) es central para dicha literatura y refiere a las vías de interacción tanto institucionalizadas como las no institucionalizadas. A la literatura que aborda la perspectiva geográfica le interesan especialmente las especificidades locales que

moldean el proceso de relacionamiento entre las universidades y las empresas. Utilizan una mirada sistémica que, si bien le importa especialmente las características nacionales, también importan los aspectos sectoriales y regionales (Leydesdorff, 1998; Cooke y Leydesdorff, 2006).

De forma más reciente surgieron estudios en torno al concepto de innovación abierta, que analiza las vinculaciones entre las empresas y las universidades basadas en la cooperación con otros socios. Para esta comunidad temática importan las redes y los ecosistemas de innovación. El foco está puesto sobre todo en empresas grandes y en sectores intensivos en conocimiento que tienen capacidad de absorción de conocimiento (Lerena *et al.*, 2018; Brixner *et al.*, 2021).

2. Sobre los mecanismos de intercambio y cooperación del conocimiento entre la universidad y la empresa

En términos generales, y teniendo en cuenta cierta perspectiva histórica, las primeras estrategias de cooperación de conocimiento entre la universidad y la empresa utilizadas, encontraron su fundamento en la concepción lineal del proceso de innovación y abordaron las relaciones entre la universidad y la empresa como un problema de oferta y demanda. Para el modelo lineal de innovación, las actividades de innovación implican una secuencia clara de etapas, que van de la ciencia básica a la innovación y la difusión. Sin embargo, este enfoque no considera ningún mecanismo de retroalimentación, ni tiene en cuenta las dificultades que surgen al pasar de una etapa a otra (Casalet, 2012). La relación entre los actores para las estrategias inscritas en este modelo se desarrolla en un sentido: de la universidad -a través de la formación y capacitación de recursos humanos y de resultados de investigación- a la empresa. Es decir, son relaciones unidireccionales. Bajo este esquema los actores se mantienen distantes y la colaboración gira en torno a dos funciones: la de la enseñanza y la de la investigación (Chudnovsky y López, 2004). Estos mecanismos se denominan mecanismos de vinculación tradicionales y suelen ser los más utilizados. Se refieren al flujo de recursos humanos, redes informales o actividades de difusión de conocimientos. Estos mecanismos suelen caracterizarse por su tendencia a ser unidireccionales, altamente informales y a corto plazo, y estar relacionados con el conocimiento tácito. Los principales canales de los mecanismos de vinculación tradicionales incluyen la contratación de licenciados, las conferencias y las publicaciones (CEPAL, 2010; Dutrénit y Arza, 2010).

Si bien tales mecanismos existen y persisten hasta el día de hoy, en la actualidad se entiende que no son los únicos posibles canales de vinculación y que puede haber diversas maneras de interactuar. Se plantea que la innovación es un proceso interactivo en el que participan diversos actores y, por tanto, adquieren importancia los flujos de conocimiento entre los involucrados (Casalet, 2012). En este sentido, la literatura introduce otros elementos entre los que se destaca la importancia de las relaciones bidireccionales. En estas relaciones, los vínculos entre los actores son más estrechos y se procura que sean más interactivos. En esta lógica, no se habla de oferta y demanda, sino de acciones de cooperación mutua para responder a problemas concretos mediante la generación de nuevos conocimientos y la adición de

valor a los resultados científicos y tecnológicos (Chudnovsky y López, 2004). El canal bidireccional está motivado por los objetivos a largo plazo de creación de conocimiento por parte de las universidades e innovación por parte de las empresas. En este tipo de canal, el conocimiento fluye en ambas direcciones, y ambas partes proporcionan fuentes de conocimiento (Dutrénit y Arza, 2010; Sarabia-Altamirano, 2015). La investigación colaborativa y la participación en redes pueden ser interrelaciones que desembocan en canales bidireccionales.

Existen otros mecanismos de vinculación, tales como el de servicios y el comercial. El canal servicios ampara los servicios de asesoría, asistencia técnica, consultorías, uso de equipos y actividades conjuntas de investigación específicas. Las relaciones también pueden ser bidireccionales e implicar la transferencia de conocimientos codificados, por lo que requieren una estructura más formal. El canal comercial está impulsado por el intento de comercializar los resultados de la investigación, por ejemplo, mediante patentes, licencias o la formación de empresas de base tecnológica. Estos canales son complejos, ya que requieren una infraestructura formal que garantice la participación de ambas partes en la asignación de los beneficios económicos derivados de la investigación, permitiendo al mismo tiempo el uso científico y académico de los resultados obtenidos (CEPAL, 2010, 2011). Estos mecanismos son utilizados mayormente en países desarrollados. Estos canales, como la licencia de patentes, son de escasa aplicación en países subdesarrollados (Sutz, 2000).

184

La literatura ha demostrado que los canales más frecuentes para el intercambio de conocimientos son los contactos informales, la movilidad profesional, la asistencia a conferencias, las consultorías, la asistencia técnica, la publicación de textos científicos y los proyectos de investigación conjuntos. Algunas contribuciones destacan la importancia de las relaciones no institucionalizadas y sugieren que la vinculación directa con investigadores individuales puede ser más eficaz que la transferencia a través de equipos de investigación. Las características académicas -ambientales e institucionales- y las prácticas organizativas de las universidades a las que pertenecen son factores clave para explicar sus resultados (Siegel, Waldman y Link, 2003; D'Este y Patel, 2007, en Brixner *et al.*, 2021; CEPAL, 2011).

La mayor parte de la investigación teórica y empírica sobre las relaciones universidad-empresa y sus formas de intercambio de conocimiento se centra en las economías desarrolladas que, por lo general, poseen fuertes interacciones entre los actores e instituciones dedicadas a favorecer los vínculos (Freeman, 1987, 2000; Boyer, 1988; Lundvall, 1985, 1992; Nelson, 1985, 1992). En este sentido, se ha puesto énfasis en las características de organizaciones, departamentos y oficinas de transferencia tecnológica que han realizado contribuciones para que la vinculación suceda. Para estos estudios las relaciones entre ambos actores se establecen a través de actividades formalizadas institucionalmente (Lee, 1996; Etzkowitz, 1998; Meyer-Krahmer y Schmoch, 1998; Perkmann y Walsh, 2007, 2008), a pesar de que estudios han demostrado que este tipo de actividades representan tan solo una parte de las relaciones entre ambos actores (Abreu *et al.*, 2009; Link *et al.*, 2007; Olmos-Pañuela *et al.*, 2014).

En los contextos de subdesarrollo, ninguno de estos factores puede asimilarse a aquellos de los países desarrollados. La literatura sobre las interacciones en América Latina, pone de relieve los siguientes aspectos: i) la ausencia o debilidad estructural de la demanda de conocimiento sofisticado por parte del sector productivo dirigida hacia las actividades de investigación de las universidades (Dagnino y Velho, 1998; Moori-Koenig y Yoguel, 1998; Sorondo, 2004; Vega-Jurado *et al.*, 2007); ii) la especialización productiva en sectores que demandan poco conocimiento por lo que existe un acotado peso de actividades intensivas en conocimiento (Fajnzylber, 1983, 1989; Arocena y Sutz, 2005); iii) la ausencia de un sistema educativo concebido en torno a la resolución de problemas (Sutz, 2013); iv) débiles y poco virtuosos vínculos entre los actores (Sabato y Botana, 1968); v) preponderancia de las universidades públicas en la producción de conocimiento mientras las empresas tienen reducida capacidades de absorción con un escaso peso en la I+D (RICYT); y vi) la existencia de debilidades en las infraestructuras referidas a la ciencia y a la tecnología y en las oficinas intermediarias (Rivas y Rovira, 2014).

Lo mencionado anteriormente obliga a incorporar las características de países en desarrollo a los estudios que analizan los intercambios de conocimiento. Asimismo, sería prudente que la literatura, sobre todo la latinoamericana, pueda contemplar al sector productivo en su conjunto, más allá de las empresas. Con sector productivo se hace referencia a todas las organizaciones y todos los actores de la sociedad que, además de estar inmersos a través de la producción de bienes y servicios en la economía, lo estén a través de diversas actividades en el ámbito político, cultural y social. Así, el sector productivo, en el sentido amplio del término, puede ser proveedor de diversos problemas nacionales que, con conocimiento mediante y en interacción con capacidades cognitivas, puedan ser solucionados.

185

A continuación, se presenta brevemente el contexto del Sistema Nacional de Investigación de Uruguay para luego profundizar en la experiencia de un programa de investigación universitaria de un país periférico, con el fin de aportar consideraciones que pueden ser útiles para la comprensión del intercambio de conocimiento entre ambos actores.

3. Principales características y métodos del VUSP

La inversión en I+D como proporción del PBI, en América Latina, no sobrepasa –con suerte– el 1%.¹ El financiamiento de la investigación en Uruguay, al igual que en el resto de América Latina, provienen mayormente de recursos públicos que privados. Según datos de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), la inversión en I+D por sector de origen para América Latina en 2022 se componía de la siguiente manera: 56% proveniente del gobierno, seguido por un 36% proveniente del sector productivo.²

1. Más información en: <https://www.ricyt.org/category/indicadores/>.

2. Más información en: <https://www.ricyt.org/category/indicadores/>.

En Uruguay, la inversión en I+D es principalmente realizada por el sector público con el 76%, mientras que el sector privado invierte el 24%. Más del 40% de la I+D es ejecutada por la educación superior.³ La investigación científica y tecnológica se hace mayoritariamente en la universidad: el 69% de los investigadores del Sistema Nacional de Investigadores pertenece a la Udelar.⁴ Por tanto, son las universidades las que poseen la mayor responsabilidad por la producción del conocimiento en el país. La Udelar es la institución de educación terciaria más antigua del Uruguay y la que nuclea el mayor porcentaje de estudiantes, egresados e investigadores a nivel nacional; hasta la creación de la Universidad Tecnológica en 2014, fue la única universidad pública del país. Como es característico de las universidades latinoamericanas, la Udelar desempeña tres funciones: enseñanza, investigación y extensión. La institución tiene una estructura central de apoyo a la investigación, la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC), creada en 1990, cuyo objetivo principal es la promoción de la investigación de calidad en todas las áreas del conocimiento. La CSIC implementa un conjunto de programas de apoyo a la investigación con características diversas de acuerdo con una variedad de objetivos (Cohanoff y Mederos, 2019).

186

En el marco de las políticas de investigación universitaria de la Udelar, desde 1992 existe el VUSP, que está orientado a fomentar las vinculaciones entre la investigación y la resolución de problemas específicos de las empresas y de la sociedad. El programa está dirigido a investigadores universitarios y se realiza mediante la presentación de proyectos de investigación. Desde su creación, el objetivo ha sido acercar las capacidades de investigación y resolución de problemas de la Udelar en todos los campos del conocimiento a las necesidades de la sociedad y la producción uruguaya. En particular, su objetivo es facilitar el encuentro de investigadores universitarios de todas las disciplinas y campos cognitivos con actores sociales y productivos de todo el país (Cohanoff *et al.* en Sutz y Bianco, 2014). Estos actores, que constituyen los socios o contrapartes del proyecto, incluyen todas las organizaciones establecidas en el país con fines productivos (empresas, cooperativas de producción, etc.) o aquellas vinculadas a la producción de bienes y servicios por diversos medios, incluidos los sindicatos, organizaciones de la sociedad civil, hospitales, etc. (Cohanoff *et al.* en Sutz y Bianco, 2014).

Este instrumento se caracteriza por buscar conexiones con actores de la producción más allá de la empresa y tomar en cuenta las particularidades de las realidades locales en los diferentes contextos del territorio nacional. Bajo este objetivo, podría pensarse que existe un compromiso explícito del programa en la búsqueda de especificidades locales, tal como señala la perspectiva geográfica presentada en párrafos anteriores. También enfatiza el compromiso de que todas las disciplinas y áreas del conocimiento puedan aportar sus habilidades cognitivas a la resolución de problemas productivos. Estos aspectos, de alguna manera, distinguen a este programa de los clásicos universidad-empresa, ya que no solo las empresas son convocadas, así como

3. Más información en: <https://prisma.uy/indicadores/ciencia-y-tecnologia/inversion-por-actividad-y-sector>.

4. Más información en: <https://prisma.uy/indicadores/sistema-investigadores/situacion-actual>.

tampoco no solo las disciplinas relacionadas a las tecnológicas. En este sentido, la concepción teórica y práctica del VUSP se aleja de la comunidad temática que aborda la literatura universidad-empresa a través de parques tecnológicos, también expuesto más arriba.

Pueden distinguirse principalmente dos modalidades de presentación de proyectos de investigación al programa:

- i) Proyectos cofinanciados en los cuales debe existir necesariamente una o más contrapartes involucradas en la propuesta presentada que, además de estar interesadas en los resultados esperados por el proyecto, ponen recursos de distinto tipo para su realización. La financiación de la investigación es compartida entre los actores del sector productivo involucrados y la Udelar. Las propuestas se reciben en cualquier momento del año y se evalúan individualmente.
- ii) Proyectos en los que el financiamiento es asumido en su totalidad por la Udelar. Se realizan convocatorias cada dos años para la presentación de proyectos, con carácter competitivo. La financiación completa universitaria busca contemplar: a) contrapartes con escasa o nula posibilidad de contribuir económicamente al desarrollo de investigaciones; y b) problemas en torno a los cuales los investigadores entienden que podrían aportar soluciones, pero estas no son reconocidas por actores de la producción o, si lo son, están en una etapa temprana de investigación y el riesgo de invertir en su desarrollo es percibido como demasiado alto (Cohanoff *et al.* en Sutz y Bianco, 2014).

187

En muy pocas oportunidades, se permitió que mismo equipo de investigación y contraparte obtengan más de un financiamiento. La idea que está por detrás es que, luego de la primera vinculación, ambos actores puedan encontrar otras vías y formas de seguir trabajando conjuntamente. Las modalidades presentadas, de alguna manera, ponen de relieve la lógica extensionista latinoamericanista que existe por detrás, aunque no descarta la relevancia de la función emprendedora que puede tener la universidad.

El número de proyectos financiados de 1992 a 2023 asciende a 447 proyectos, considerando las modalidades recién mencionadas. La Udelar ha financiado 293 proyectos, que representan el 65,5% del total, mientras que las contrapartes han participado en el cofinanciamiento de 154 proyectos, que representan el 34,5% de las propuestas. El 44% de los proyectos financiados bajo el VUSP apunta a resolver problemas del sector de aplicación agroveterinario, el 21% del sector de aplicación industrial, el 18% del sector de aplicación socioeconómico, y el restante 16% se distribuye entre soluciones para los sectores de aplicación artístico-cultural, medio ambiente, salud y servicios.

Todas las propuestas de investigación presentadas bajo el VUSP están sujetas a evaluación para garantizar que los recursos económicos se dirijan a propuestas de alta calidad. El proceso está organizado por un consejo asesor formado por expertos de

todos los campos del conocimiento, cuya composición está públicamente disponible. La evaluación académica de los proyectos se basa en dos insumos: i) una evaluación cualitativa de los méritos esenciales de la propuesta, realizada por al menos dos colegas externos al comité asesor del programa que sean expertos en los campos involucrados en la propuesta; y ii) el examen detallado de los formularios completados por las contrapartes al postular al programa y la realización de entrevistas semiestructuradas con los actores sociales involucrados en los proyectos. A través de este enfoque se intenta preservar la perspectiva de los actores sociales, tanto en términos de sus intereses investigativos como de su compromiso con el diseño, desarrollo e implementación de los resultados alcanzados (Gras y Cohanoff, 2022).

4. Los procesos de intercambio de conocimiento a través del VUSP

Una vez finalizado el proyecto de investigación, aproximadamente dos años y medio después del inicio de la ejecución del proyecto, los investigadores responsables deben responder un cuestionario sobre el alcance que tuvo el proyecto. El mismo tiene preguntas cerradas y abiertas. Si bien el tiempo que transcurre entre la culminación del proyecto y la entrega de los informes finales es bastante estrecho -lo que puede implicar que el informe no recoja análisis sobre aquellos procesos que necesitan de mayor tiempo para que sucedan-, la información que puede desprenderse de los mismos es muy valiosa.

188

Para este apartado se seleccionaron datos que brindan los 71 informes finales⁵ de los proyectos que fueron ejecutados entre 2013 y 2019 -en ambas modalidades- con el objetivo de subrayar las principales características que el programa tiene y analizar, de forma incipiente, los aportes del instrumento a la literatura sobre las vinculaciones entre la producción de conocimiento y sus potenciales usuarios en contextos de subdesarrollo.

4.1. Características generales

La información que se presenta se basa en 71 informes finales de proyectos de investigación financiados y ejecutados entre 2013 y 2019 en el marco del VUSP. De ese total, 25 investigaciones (35%) fueron cofinanciadas entre la universidad y la contraparte, mientras que 46 investigaciones (65%) tuvieron financiamiento enteramente universitario. La mayoría de los responsables de los proyectos de investigación fueron mujeres (55%).

En cuanto a la distribución por grado docente⁶ de los responsables, se observa que quienes lideran los proyectos presentados en el VUSP fueron docentes grados 3

5. Se financiaron 72 proyectos de investigación entre 2012 y 2017. Hay un proyecto de investigación que no entregó el informe final, por tal motivo no se incluyó.

6. Los cargos docentes se ordenan de acuerdo con una escala jerárquica creciente, en cinco grados identificados mediante los números 1, 2, 3, 4 y 5. Grados 1 y 2 son ayudante y asistente, respectivamente, y son cargos de formación. Grado 3, 4 y 5 se denominan profesor adjunto, profesor agregado y profesor titular, respectivamente.

(40.8%); es decir, docentes jóvenes con nivel de formación de doctorado. Le siguen los grados 4 con el 22,5% y los grados 5 con el 18,3%; es decir, investigadores consolidados. A diferencia de lo que ocurre en otros programas de fomento a la investigación universitaria de carácter más clásicos -como el de Proyectos I+D, en el que la presencia de postulaciones pertenecientes a grados de inicio a la carrera docente es muy alta-, en el VUSP el porcentaje de presentaciones de los investigadores independientes (grados 3) es del 40% al igual que la suma de los grados que corresponden a los investigadores consolidados (grados 4 y 5). Este dato es relevante porque deja entrever que para trabajar sobre problemas “ajenos” se debe tener cierta musculatura cognitiva.

Tablas 1 y 2. Distribución por sexo y grados de responsables

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
F	39	55
M	32	45
Total	71	100

Grado docente	Frecuencia	Porcentaje (%)
1	1	1,4
2	12	16,9
3	29	40,8
4	16	22,5
5	13	18,3
Total	71	100

189

Fuente: elaboración propia en base a 71 informes finales.

En lo que respecta a las áreas de conocimiento, el 37% de los proyectos de investigación pertenecen al área de agrarias -incluye veterinaria-, seguido por el 28% que se inscriben en el área tecnológica. El 20% de los proyectos ejecutados en el período de estudio es del área social y artística.

En cuanto a las áreas de aplicación, el 32% de los proyectos orienta el conocimiento al sector agroveterinario, el 18% al sector industrial, el 17% al sector socioeconómico y el 15% al sector salud. El predominio del sector agroveterinario -patrón de especialización productiva de la economía uruguaya- es consistente con la realidad uruguaya en el área agropecuaria, en la que existe un entramado de instituciones de larga data que operan para que esta demanda sea mayor. La presencia del área tecnológica y del sector industrial puede explicarse por sus prácticas habituales de vincularse con la producción.

Tabla 3. Proyectos financiados por área conocimiento

Área de conocimiento	Frecuencia	Porcentaje (%)
Agraria	25	37
Básica	5	7
Salud	6	8
Social	14	20
Tecnológica	20	28
Total	71	100

Fuente: elaboración propia en base a 71 informes finales.

Tabla 4. Proyectos financiados por sector de aplicación

Sector de aplicación	Frecuencia	Porcentaje (%)
Agroveterinaria	23	32
Artístico-cultural	3	4
Industrial	13	18
Medio ambiente	6	8
Salud	11	15
Servicios	3	4
Socioeconómica	12	17
Total	71	100

Fuente: elaboración propia en base a 71 informes finales.

En cuanto a las organizaciones que fueron contrapartes de los proyectos de investigación financiados, se puede exponer lo siguiente: del total de organizaciones, el 37% son empresas privadas -micro, pequeñas y medianas empresas-, mientras el 22% representa a la administración pública (incluye empresa pública, entidad estatal, intendencia o municipio). Le siguen en importancia las organizaciones de la sociedad civil con un 17%, y el restante 24% está conformado por instituciones sanitarias, cooperativas y personas de derecho público no estatal con un 6%.

Tabla 5. Organizaciones involucradas

Tipo de organización	Frecuencia	Porcentaje (%)
Empresa privada	26	36
Administración pública	16	22
Organizaciones de la sociedad civil	12	17
Institución sanitaria	5	7
Cooperativa	4	6
Persona de derecho público no estatal	4	6
Otras	4	6
Total	71	100

Fuente: elaboración propia en base a 71 informes finales.

Si se analizan las contrapartes en virtud de los sectores de aplicación y área de conocimiento, se desprende que en los sectores agroveterinario e industrial las empresas privadas son las más numerosas. En el sector de aplicación socioeconómico y en el área de conocimiento social, en cambio, las organizaciones del sector público pasan a estar en el primer lugar de participación.

4.2. Surgimiento del proyecto de investigación

Una de las características más sobresalientes del caso del VUSP, sobre todo en la modalidad en la que el financiamiento es enteramente universitario, es que la identificación de los problemas relevantes y la articulación de las capacidades de investigación con los problemas identificados recae en los equipos de investigación universitarios. No es de extrañarse que ello ocurra, ya que es un programa que se enmarca en las políticas científicas de investigación universitaria y, por tanto, está dirigido a los investigadores. Sin embargo, al ser un programa que cuenta con una larga trayectoria -data desde 1992-, podría esperarse que la iniciativa sea tomada por otros actores además de los propios investigadores. Las dificultades persistentes en el subdesarrollo ya mencionadas -la ausencia o debilidad de la demanda de conocimiento sofisticado por parte del sector productivo y la especialización productiva en sectores que demandan poco conocimiento- obstaculizan la posibilidad del sector productivo de identificar sus problemas que podrían requerir de investigación para su resolución. En Uruguay, el porcentaje de empresas innovadoras en el período 2019-2021 alcanzó tan solo el 14,8%.⁷

Tal como se observa en la **Tabla 6**, el 62% de los investigadores sostuvo que fue el equipo universitario el que tomó la iniciativa de realizar los contactos tendientes a la elaboración del proyecto. Este dato parece indicar que los investigadores universitarios cumplen un importante protagonismo como vinculadores y motorizan el proceso. Si bien la iniciativa del establecimiento del vínculo proviene mayoritariamente por los investigadores, la iniciativa de los actores de la producción y la iniciativa conjunta también ha ocurrido. Las oficinas de vinculación y transferencia tecnológica tienen muy poco peso en lo relativo a motorizar la presentación de proyectos de investigación en el marco del VUSP.

191

Tabla 6. Iniciativa a presentar proyecto de investigación en vinculación

Iniciativa a presentar proyecto de investigación	Frecuencia	Porcentaje (%)
Equipo universitario	42	62
Contraparte	9	13
Oficinas de vinculación y transferencia tecnológica	2	3
Equipo universitario y contraparte	15	22
Total	68	100

Fuente: elaboración propia en base a 71 informes finales.

7. Más información en: <https://prisma.uy/indicadores/innovacion/periodo-actual>.

Al profundizar sobre los mecanismos que operaron a la hora de identificar la problemática a estudiar en el marco del proyecto de investigación, surge que la iniciativa de los investigadores a presentar el proyecto de investigación es el resultado de contactos previos que mantenían con las contrapartes, representando el 86% de las respuestas (**Tabla 7**). Este dato muestra que los proyectos que se ejecutan en el marco del VUSP contemplan las necesidades reales de la demanda, ya que existe un conocimiento del mismo derivado de la vinculación entre las capacidades de conocimiento y los problemas del sector productivo, previo a la presentación al programa. Además, de alguna manera, muestra que la construcción de confianza y lazos entre ambos actores es un rasgo importante para la presentación a este programa. El 8% señala que fue la contraparte la que identificó el problema a investigar y se acercó al equipo de investigación para abordar su solución, mientras que el 6% restante reconoce a las oficinas de vinculación y de transferencia tecnológica como la institución que se encargó de identificar el problema y acercar a las partes involucradas. Estos datos se condicen con lo señalado por la literatura en relación con las debilidades que existen en el subdesarrollo: i) en el establecimiento de una demanda clara por parte del sector productivo dirigida hacia las actividades de investigación y generación de nuevo conocimiento en las universidades; y ii) de las instituciones de ciencia y tecnología, entre ellas, y sobre todo las oficinas de intermediación como las de transferencia tecnológica.

En Uruguay, según los últimos datos disponibles,⁸ el 0,84% de las personas que investigan trabaja en empresas (sumando las empresas públicas y privadas), mientras que el 76,4% trabaja en la educación superior. No parece fácil identificar problemas que requieren investigación para su solución, si además la pequeña y mediana empresa tampoco tienen profesionales científico-tecnológicos.

Tabla 7. Mecanismos de identificación del problema de investigación

Identificación del problema	Frecuencia	Porcentaje (%)
Contactos previos entre el equipo de investigación y contraparte	51	86
La contraparte identificó el problema	5	8
Oficinas de vinculación y transferencia tecnológica	3	5
Total	59	100

Fuente: elaboración propia en base a 71 informes finales.

Con la finalidad de indagar en el 86% de los investigadores que declaró haber mantenido vínculos con las organizaciones previo a la presentación de proyectos de investigación para profundizar en las formas que oferta y demanda de conocimiento se relacionan, se revisaron las preguntas abiertas de los informes finales. De su lectura se desprende que existen básicamente dos formas en las que contrapartes y equipos de

8. Más información en: <https://prisma.uy/indicadores/recursos-humanos/investigadores>.

investigación se conocen, se relacionan y luego se presentan a través de un proyecto de investigación al programa en estudio: aquellas que aluden a mecanismos formales y aquellas que aluden a mecanismos informales.

Con relaciones formales, se hace referencia a aquellos casos en los que investigadores identificaron la problemática a estudiar por haber interactuado en conjunto con la contraparte previo a la presentación del proyecto de investigación al VUSP, representando el 34% de los casos. Entre dichas interacciones se encuentran los vínculos que se iniciaron por asesoramiento técnico, realización de informes, otros proyectos de investigación conjuntos y espacios de formación conjunta. Estos mecanismos de vinculación son igual de importantes para todas las áreas de conocimiento y, de alguna manera, denotan que conocerse es crucial a la hora de presentar un proyecto de investigación. A modo de ejemplo, se presentan las siguientes citas que sirven para ilustrar dicho mecanismo:

“El contacto con Direcciones de Turismo de las Intendencias involucradas es fluido por la coincidencia en varios eventos relacionados con el turismo; la realización de cursos de Educación Permanente por parte del DTHyC en algunas de las localidades, dirigidos a funcionarios municipales y público relacionado con la temática” (cita 1).

“A través de Espacios de Formación Integral entablamos contacto con el Municipio A y el PTI Cerro en instancias anteriores a este proyecto. Fuimos coparticipes de jornadas como ‘Propuestas para el Oeste que se viene’ organizadas por APEX en marzo 2017, entre otras” (cita 2).

193

Con relaciones informales, se hace referencia a aquellos casos en los que los investigadores identificaron la problemática a estudiar por estar inmersos en el sector productivo o a través de diálogos casuales mantenidos con las contrapartes, representando el 66% de los casos. A modo de ejemplo, existen casos en que los investigadores accedieron a conocer e identificar el problema que requiere ser investigado por haber ocupado lugares como tomadores de decisiones:

“El responsable estuvo al frente del Centro de Evaluación de Biodisponibilidad y Bioequivalencia de Medicamentos de la Udelar entre 2008 y 2019. Lo puso en una posición de influencia sobre las decisiones empresariales referidas al desarrollo de medicamentos innovadores. De su experiencia, le confirmó que las gerencias de las empresas farmacéuticas de producción nacional no desean otra cosa que posicionar en el mercado un producto similar a otro ya considerado por el ámbito médico como exitoso” (cita 3).

En otros casos, son los diálogos informales y casuales los que operan a la hora de vincularse. Entre los mismos se encuentran: reuniones *ad hoc*, *lobbies* y eventos que contrapartes e investigadores compartieron de forma casual como conferencias o tribunales de tesis de posgrado, como sostiene la siguiente cita:

“La iniciativa del proyecto fue establecida en la instancia de defensa de proyecto doctoral de la responsable del proyecto, donde un miembro de la contraparte conformó el tribunal de su defensa” (cita 4).

4.3. Canales de interacción durante la ejecución del proyecto de investigación

La literatura que analiza las interacciones entre los investigadores y el sector productivo es muy amplia y aborda diversos aspectos, tal como fue mencionado en el apartado conceptual, entre los que se destacan los diversos canales de interacción. En los informes se solicitaba información a los equipos de investigación sobre el establecimiento de la comunicación con la contraparte durante la ejecución del proyecto. En la siguiente tabla, se muestra los datos obtenidos:

Tabla 8. Canales de interacción durante la ejecución del proyecto de investigación

Canales de interacción	Frecuencia	Porcentaje (%)
Informes periódicos	15	20,6
Reuniones de trabajo	24	36,1
Consultas periódicas	23	30,3
Participación activa de la contraparte en alguna instancia de la ejecución del proyecto	4	5,8
Otros	5	7,1
Total	71	100

Fuente: elaboración propia en base a 71 informes finales.

Los datos recién mencionados dan cuenta que poco más del 80% de los investigadores, mantuvo comunicaciones con las contrapartes a través de informes periódicos, reuniones laborales y consultas periódicas. En muy contadas ocasiones (5,8%), el equipo de investigación y la contraparte mantuvieron relaciones que involucran a la contraparte en alguna instancia de la ejecución del proyecto.

Asimismo, los informes finales contienen la pregunta sobre si la investigación brindó la oportunidad, una vez culminada la ejecución del proyecto, de firmar un convenio. El 20% respondió afirmativamente; el 57% de quienes firmaron convenio pertenecen al área de conocimiento agraria, seguido por el 25% del área de conocimiento tecnológico. Este dato indica que existe un no menor porcentaje de duplas de investigadores y contrapartes que, una vez finalizada la ejecución del proyecto, continúan en asociación. El VUSP también fue pensado como un “puntapié inicial”, que, luego del conocimiento mutuo a través de un proyecto, iba a dar lugar a relaciones bilaterales entre el actor académico y el no académico a través de convenios. Si bien resultó un objetivo muy difícil de alcanzar en general, en algunas áreas -en las que la interacción con productores es mucho más intensa históricamente, específicamente el área agraria- parece ser alcanzado.

4.4. Difusión de la investigación

La difusión y divulgación de los resultados de investigación constituyen un compromiso con la democratización del conocimiento que toda persona que investiga debería poseer en el marco de su quehacer científico. En el caso de los investigadores que investigan y resuelven problemas de actores no académicos, a la importancia de las prácticas de difusión del conocimiento académico se les suman las prácticas de difusión de los resultados a los usuarios finales.

En cuanto a los canales de difusión del conocimiento científico dentro del ámbito académico, el 41,3% de los equipos de investigación escribió artículos científicos en revistas especializadas en la temática de estudio, el 37% difundió los resultados en eventos académicos (congresos nacionales, regionales e internacionales, conferencias y jornadas académicas), el 17,4% utilizó los resultados de sus proyectos de investigación en la docencia (cursos de grado, posgrado y educación permanente), y el 4,3% difundió los resultados de la investigación a través de la publicación de libro.

En relación con los canales de difusión que utilizaron los investigadores para comunicar los resultados de la investigación a los usuarios finales, se encuentra que el 55% organizó instancias presenciales de difusión de resultados con el sector productivo (jornadas, talleres, seminarios y cursos de capacitación), el 11,3% realizó informes de divulgación (elaboración de informes y documentos escritos en lenguaje no académico dirigido al sector productivo), el 10% difundió en revistas de divulgación y el 6,3% comunicó los resultados en prensa (escrita, radial y televisión). En cuanto a lo que se denomina nuevas formas de divulgación -página web y redes sociales-, fueron canales poco utilizados: 6% y 5%, respectivamente. El restante 6% declaró no haber divulgado.

195

4.5. Barreras para la transferencia de resultados

Por último, los informes finales dedican una pregunta para conocer las consideraciones de los investigadores sobre los principales obstáculos que encuentran para la incorporación de los resultados por parte del sector productivo. La respuesta más frecuente y coincidente para todas las áreas de conocimiento es la falta de personal, equipos y recursos económicos de la contraparte, con un 40%. El 16% consideró que la incorporación de resultados depende de decisiones políticas, seguido por el 12% que consideró que la dificultad de transferir los resultados de la investigación al sector productivo radica en la falta de priorización del tema-problema en el sector de la contraparte. El 10% consideró que con solo un proyecto no alcanzaba para poder transferir resultados y que se requieren de más estudios de investigación, además de recursos, para validar los resultados de la investigación.

Apuntes para una mejor comprensión de las relaciones entre la universidad y el sector productivo en contextos de subdesarrollo

Los procesos de interacción entre actores que producen conocimiento y actores del sector productivo son diversos y complejos. Este trabajo intentó evidenciar

dicha complejidad a través del relevamiento de 71 informes finales de proyectos de investigación llevados a cabo entre 2013 y 2019 en el marco de un instrumento de política de investigación universitaria de la Udelar -el VUSP- que, desde 1992, intenta acercar las demandas del sector productivo a las capacidades de investigación en todas las áreas de conocimiento.

La revisión de los informes finales resulta útil para caracterizar y señalar las especificidades del programa en estudio en el marco de la literatura que aborda las relaciones entre universidad y sector productivo. En ese sentido, es posible advertir que, al igual que la perspectiva geográfica que presta especial atención a las especificidades locales que influyen en el relacionamiento entre los actores en cuestión, este instrumento toma en cuenta las particularidades de las realidades que se presentan a lo largo del territorio nacional al buscar conexiones con actores de la producción más allá de las empresas y brindando la posibilidad de financiar la investigación en su conjunto. Lo recién mencionado junto al hecho de que el VUSP considera que todas las disciplinas y áreas del conocimiento pueden aportar habilidades cognitivas a la resolución de problemas productivos -y no solo las tecnológicas-, se aleja de la concepción que propone la comunidad temática identificada como parque tecnológico que busca que las empresas comercialicen la investigación generada por las empresas. Asimismo, resulta difícil que el instrumento pueda desprenderse de la tradición latinoamericanista llamada “tercera misión universitaria”, que entiende que la misma es la extensión de la universidad hacia la sociedad. Si bien el programa tiene un claro compromiso social con las contrapartes que en mayor medida les resulte difícil resolver sus problemas productivos -en el sentido más amplio del término-, no excluye la importancia que pueda tener la función emprendedora en tanto la difusión del conocimiento y sus respectivas actividades (como parte de la denominada transferencia de resultados de las investigaciones) son importantes.

Del relevamiento de los informes finales se desprenden las siguientes consideraciones que pueden ser útiles para analizar los procesos de intercambio de conocimiento en países en desarrollo, en la medida que se pretenda elaborar políticas de ciencia, tecnología e innovación orientadas a resolver problemas del sector productivo:

1. Son los investigadores quienes, mayoritariamente, identifican el problema de estudio y quienes toman la iniciativa de articulación con los actores involucrados para presentar el proyecto de investigación. Esto no es de extrañar en la medida que es un programa que se enmarca en una política de investigación universitaria dirigido a docentes de la Udelar. Sin embargo, podría esperarse que otros actores de la producción en general, demanden conocimiento calificado.
2. Este estudio evidenció que son, en su mayoría, mujeres e investigadores con credenciales académicas sólidas quienes lideran los proyectos. En su mayoría pertenecen al área agraria, seguida por el área tecnológica y social.
3. Dicha iniciativa es el resultado de contactos previos que los investigadores mantienen con las organizaciones participantes. Dichos vínculos se producen tanto en ámbitos formales e institucionalizados como no institucionalizados.

Por tanto, son igual de importantes los vínculos que nacen a nivel institucional como personal. De hecho, las páginas que precedieron pusieron de relieve que aquellos vínculos que surgen de forma espontánea a nivel personal, en algunas ocasiones, finalizan en interacciones formalizadas como proyectos de investigación conjunta. Por lo tanto, la política debería atender a los canales informales de interacción en contextos de subdesarrollo.

4. Asimismo, el presente estudio invita a reflexionar sobre el rol de las instituciones intermediarias, tales como las oficinas de transferencia tecnológica. Si su función es la de proveer licencias y patentes y generar *start-ups*, ¿qué sentido tiene su existencia en países periféricos como Uruguay cuando en 2022 se solicitaron por parte de residentes uruguayos únicamente 49 patentes y se otorgaron 52 patentes de invención?⁹ Tal vez sería deseable que la literatura discuta sobre su funcionalidad y su estructura.
5. A diferencia de lo que indican algunos estudios de los países desarrollados -que el tiempo dedicado a elaborar proyectos con actores fuera del ámbito académico va en desmedro de la realización de las funciones esenciales de docentes-, los investigadores que se relacionan con actores no académicos difunden los resultados de sus investigaciones a través de publicaciones formales, nacionales e internacionales, e integran los resultados a sus actividades de enseñanza.
6. La principal dificultad para la transferencia de los resultados de investigación en el sector productivo identificada por los investigadores es la ausencia de capacidades humanas y materiales para retener y capitalizar el nuevo conocimiento generado. Esto muestra la relevancia que tiene para la vinculación que en las contrapartes haya actores calificados que puedan encontrar en la generación de conocimiento endógeno un aliado para mejorar o dar respuesta a problemas derivados de la producción de bienes y servicios.

197

Bibliografía

- Arocena, R. & Sutz, J. (2003). Subdesarrollo e innovación. Navegando contra el viento. Cambridge: Cambridge University Press.
- Arocena, R., Bortagaray, I. & Sutz, J. (2008). La cuestión del desarrollo y el papel de la universidad. Reforma universitaria y desarrollo. Montevideo: S. N.
- Arocena, R. & Sutz, J. (2015). La Universidad en las políticas de conocimiento para el desarrollo inclusivo. Cuestiones de sociología - Revista de Estudios Sociales, (12). La Plata: Universidad Nacional de la Plata.

9. Más información en: <https://prisma.uy/indicadores/patentes-y-publicaciones/patentes>.

Arocena, R., Goransson, B. & Sutz, J. (2017). Developmental Universities in Inclusive Innovation Systems. Alternatives for Knowledge Democratization in the Global South.

Arocena, R. & Sutz, J. (2022). Collaboration of universities with productive actors in an age of knowledge-based inequality. *International Journal of Intellectual Property Management (IJIPM)*, 12(1), 88-108. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJIPM.2022.120988>.

Arza, V. (2016). Canales, beneficios y riesgos de las interacciones público-privadas en la transferencia de conocimiento: marco conceptual inspirado en América Latina. En F. Barletta, G. Yoguel & V. Robert (Eds.), *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico*, Vol. 2 (53-82). Los Polvorines: Miño y Dávila Editores. Recuperado de: [https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/pdfs_ediciones/Tópicos_de_la_teoría_evolucionista_neoschumpeteriana_de_la_innovación_y_el_cambio_tecnológico_\(v._2\)-completo.pdf](https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/pdfs_ediciones/Tópicos_de_la_teoría_evolucionista_neoschumpeteriana_de_la_innovación_y_el_cambio_tecnológico_(v._2)-completo.pdf).

Brito, F. & Lugones, G. (2020). Bases y determinantes para una colaboración exitosa entre ciencia y producción. Buenos Aires: CIECTI. Recuperado de: <https://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2021/09/Bases-y-determinantes-Britto-Lugones.pdf>.

Brixner, C. (2019). Aproximaciones a la relación universidad-empresa como propiedad emergente de sistemas complejos: el caso de la industria manufacturera en Argentina. En J. Federico *et al.* (Eds.), *Lecturas seleccionadas de la XXIV Reunión Anual Red Pymes Mercosur: Innovación en PyMEs y nuevos modelos productivos* (249-271). Rafaela: Asociación Civil Red Pymes Mercosur. Recuperado de: <http://redpymes.org.ar/wp-content/uploads/2020/07/XXIV-Reunión-Anual-Red-Pymes-Mercosur-Eje-3.pdf>.

Brixner, C., Lerena, O., Minervini, M. & Yoguel, G. (2021). La relación entre la universidad y la empresa: identificación de comunidades temáticas. *Revista CEPAL*, (135), 31-48. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/8b1073d5-cdd1-4032-9eff-0ee552db717d/content>.

Castro-Martínez, E., Olmos-Pañuela, J. & Fernandez de Lucio, I. (2016). La Vinculación Ciencia-Sociedad: Estereotipos y Nuevos Enfoques. *Journal of Technology Management & Innovation*, 11(2), 121-129.

Casalet, M. (2012). Las relaciones de colaboración entre la universidad y los sectores productivos: una oportunidad a construir en la política de innovación. En A. Hualde, D. Villavicencio & J. Carrillo (Eds.), *Dilemas de la innovación en México: Dinámicas sectoriales, territoriales*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/299507005_LAS_RELACIONES_DE_COLABORACION_ENTRE_LA_UNIVERSIDAD_Y_LOS_SECTORES_PRODUCTIVOS_UNA_OPORTUNIDAD_A_CONSTRUIR_EN_LA_POLITICA_DE_INNOVACION.

CEPAL (2010). Espacios Iberoamericanos. Vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/043b5369-3c21-48b9-8bec-f5234a4cd55e/content>.

CEPAL (2011). Educación, desarrollo y ciudadanía en América Latina. Barcelona: Fundación CIDOB.

Chudnovsky, D. & López, A. (2004). Transnational corporations' strategies and foreign trade patterns in MERCOSUR countries in the 1990s. *Cambridge Journal of Economics*, 28, 635-652. Recuperado de: <https://bit.ly/3joUuVn>.

Cooke, P. H. & Morgan, K. (1998) *The Associational Economy: Firms, Regions and Innovation*. Oxford: Oxford University Press.

D'este, P. & Patel, P. (2007). University-industry linkages in the UK: what are the factors underlying the variety of interactions with industry? *Research Policy*, 36, 1295-1313.

D'este, P. & Perkmann, M. (2011). Why do academics engage with industry? The entrepreneurial university and individual motivations. *Journal of Technology Transfer*, 36, 316-339.

Dutrenit, G. & Arza, V. (2010). Channels and benefits of interactions between public research organisations and industry: comparing four Latin American countries. *Science and public policy*, 37(7), 541-553.

Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123.

Emiliozzi, S., Vasen, F. & Palumbo, M. (2011). Desafíos para la vinculación entre la universidad pública y demandas de actores sociales y gubernamentales. *Espacio Abierto*, 20(2), 329-341.

Fajnzylber, F. (1983). *La industrialización trunca de América Latina*. México: Editorial Nueva Imagen.

Freeman, C. (1982). Technological infrastructure and international competitiveness. OECD ad hoc group on science, technology and competitiveness.

García De Brahi, L. (2019). Desarrollo de la industria fintech en Argentina. En J. Federico *et al.* (Eds.): *Lecturas seleccionadas de la XXIV Reunión Anual Red Pymes Mercosur: Innovación en PyMEs y nuevos modelos productivos* (213-248). Rafaela: Asociación Civil Red Pymes Mercosur. Recuperado de: <http://redpymes.org.ar/wp-content/uploads/2020/07/XXIV-Reunión-Anual-Red-Pymes-Mercosur-Eje-3.pdf>.

Herrera, A. (2011 [1976]). Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explícita y política científica implícita. En J. A. Sabato (Ed.), *El pensamiento latinoamericano en la problemática ciencia-tecnología-desarrollo-dependencia* (151-171). Buenos Aires: Biblioteca de la Nación.

Johnson, B. & Lundvall, B-A (1994). The Learning Economy. *Journal of Industry Studies*, 1(2), 23-42.

Lerena, O., Minervini, M. & Yoguel, G. (2018). Comunidades temáticas en el estudio de la relación universidad-empresa: redes bibliométricas y minería de textos. Documentos de Trabajo, N° 13. Buenos Aires: CIECTI. Recuperado de: https://www.ciecti.org.ar/wp-content/uploads/2018/08/DT13-Universidad-Empresa_FINAL.pdf.

Leydesdorff, L. & Etzkowitz, H. (1996) Emergence of a Triple Helix of university—industry—government relations. *Science and Public Policy*, 23(5), 279-286.

Lundvall, B.-Å. (1999). National Business Systems and National Systems of Innovation. *International Studies of Management & Organization*, 29(2), 60-77. DOI: <https://doi.org/10.1080/00208825.1999.11656763>.

Lundvall, B.-Å. & Borrás, S. (2005). Science, Technology, and Innovation Policy. En J. Fagerberg, D. C. Mowery & R. Nelson (Eds.), *Oxford Handbook of Innovation* (599-631). Oxford: Oxford University Press.

Nairdof, J., Giordana, P. & Horn, M. (2007). La pertinencia social de la Universidad como categoría equívoca. *Nómadas*, (27), 22–33. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/1051/105116595003.pdf>.

Nelson, R. & Winter, S (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard: Harvard University Press.

200

Olmos-Peñuela, J., Benneworth, P. & Castro-Martínez, E. (2015). What stimulates researchers to make their research usable? Towards an ‘openness’ approach’. *Minerva*, 53, 381-410.

Perkmann, M. & Walsh, K. (2007). University–industry relationships and open innovation: Towards a research agenda. *International Journal of Management Reviews*, 9(4), 259-280.

Perkmann, M. & Walsh, K. (2008). Engaging the scholar: Three types of academic consulting and their impact on universities and industry. *Research Policy*, 37, 1884-1891.

Perkmann, M. & Walsh, K. (2009). The two faces of collaboration: impacts of university–industry relations on public research. *Industrial and Corporate Change*, 18(6), 1033-1065.

Perkmann, M., Tartari, V. & Mckelvey M. *et al.* (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. *Research Policy*, 42(2), 423-442.

Rivas, G. & Rovira, S. (2014). Nuevas instituciones para la innovación. Prácticas y experiencias en América Latina. Colección Documentos de Proyectos. Santiago de Chile: CEPAL. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/76828781-f9f5-4555-837b-a562f39f4726/content>.

Sabato, J. A. & Botana, N. (1968). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. *Revista de la Integración - INTAL*, 1(3).

Sarabia-Altamirano, G. (2015). La vinculación universidad-empresa y sus canales de interacción desde la perspectiva de la academia, de la empresa y de las políticas públicas. *Revista Ciencia UAT*, 10(2), 13-22. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582016000100013.

Srinivas, S. & Sutz, J. (2006). *Economic Development and Innovation: Problem-solving in Scarcity Conditions*. CID Graduate Student and Postdoctoral Fellow Working Paper N° 13. Harvard: Center for International Development.

Sutz, J. (2013). *Ciencia, Tecnología e Innovación en una perspectiva de desarrollo del Uruguay. Nuestro Tiempo: para saber más de nosotros mismos*. Libro de los Bicentenarios.

Vessuri, H., Guedon, J.-C. & Cetto, A. M. (2014). Excellence or quality? Impact of the current competition regime on science and scientific publishing in Latin America and its implications for development. *Current Sociology*, 62(5), 647-665.

Aprendizajes y capacidades desarrolladas por la organización parental a partir de la creación de un *spin-off*: evidencias del caso argentino *

Aprendizados e capacidades desenvolvidas pela organização-mãe a partir da criação de uma *spin-off*: evidências do caso argentino

Lessons and Capabilities Developed by Parent Organizations from the Creation of Spin-Offs: Evidence from the Argentine Case

Vladimiro Verre , Alejandra Quadrana  y Darío Milesi  **

Este artículo indaga sobre los aprendizajes relacionados con capacidades de I+D que una organización parental puede desarrollar a partir de la creación de un *spin-off*. A partir de las características que asume la relación entre ambas partes, se analizan cuáles son los diferentes tipos de aprendizaje y las condiciones que los favorecen. Para ello, se lleva a cabo un estudio acerca de la relación entre nueve *spin-offs* intensivos en conocimiento -pertenecientes al sector agrícola-ganadero y alimenticio de Argentina- y sus organizaciones parentales. Entre los principales hallazgos, se destaca la identificación de una serie de aprendizajes que responden a diferentes aspectos de la relación en el binomio; la comprobación de que estos aprendizajes se verifican también si el *spin-off* es de reciente creación; y la identificación de las condiciones que permiten los aprendizajes, tales como la existencia de espacios híbridos, las capacidades de I+D del *spin-off*, la existencia de proyectos conjuntos y la doble afiliación del fundador.

203

Palabras clave: *spin-off*; organización parental; aprendizaje; conocimiento

* Recepción del artículo: 13/06/2024. Entrega del dictamen: 23/10/2024. Recepción del artículo final: 11/11/2024.

** *Vladimiro Verre*: investigador docente de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) e investigador del Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI), Argentina. Correo electrónico: vverre@campus.ungs.edu.ar. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7596-5750>. *Alejandra Quadrana*: investigadora docente de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Argentina. Correo electrónico: aquadrana@campus.ungs.edu.ar. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4717-2841>. *Darío Milesi*: investigador docente de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) e investigador del Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Ciencia, Tecnología e Innovación (CIECTI), Argentina. Correo electrónico: dmilesi@campus.ungs.edu.ar. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4733-6858>.

Este artigo investiga o aprendizado relacionado às capacidades de P&D que uma organização-mãe pode desenvolver a partir da criação de um *spin-off*. Com base nas características assumidas pela relação entre ambas as partes, são analisados os diferentes tipos de aprendizagem e as condições que os favorecem. Para tanto, é realizado um estudo de caso da relação entre nove *spin-offs* intensivas em conhecimento - pertencentes ao setor agropecuário e alimentício da Argentina - e suas organizações-mãe. Dentre as principais descobertas, destaca-se a identificação de uma série de aprendizados que respondem a diferentes aspectos do relacionamento no binômio; verificação de que esses aprendizados também são verificados caso a *spin-off* seja criada recentemente; e a identificação das condições que permitem a aprendizagem, como a existência de espaços híbridos, as capacidades de I&D da *spin-off*, a existência de projetos conjuntos e a dupla filiação do fundador.

Palavras-chave: *spin-off*; organização parental; aprendizagem; conhecimento

This article researches the learning processes related to R&D capabilities that a parent organization can develop from the creation of a spin-off. Based on the characteristics of the relationship between both parties, the different types of learning and the conditions that favor them are analyzed. To this end, a study is carried out on the relationship between nine knowledge-intensive spin-offs -belonging to Argentina's agricultural, livestock and food sector- and their parent organizations. Among the main findings, we highlight the identification of a series of learning processes that respond to different aspects of the relationship in the binomial; the verification that these learning processes are also verified even if the spin-off is recently created; and the identification of the conditions that enable learning processes such as the existence of hybrid spaces, the R&D capabilities of the spin-off, the existence of joint projects, and the dual affiliation of the founder.

Keywords: *spin-off*; parent organization; learning; knowledge

Introducción

El interés de la literatura por los *spin-offs* del sistema de ciencia y tecnología (SOSCyT) ha aumentado en modo exponencial en las últimas décadas y el grueso de la producción científica parece concordar sobre la deseabilidad de la creación de este tipo de empresas desde diferentes perspectivas. Por un lado, desde una visión que considera a los SOSCyT como un punto de llegada, el foco está puesto en la empresa y, en particular, en los recursos y capacidades que ella necesita y en las condiciones sistémicas que favorecen su proliferación (Mustar *et al.*, 2006; Rasmussen y Borch, 2010; Rasmussen *et al.*, 2014; Muscio *et al.*, 2016; Fini *et al.*, 2017; Neves y Franco, 2018; Fini *et al.*, 2020; Park *et al.*, 2024). Por otro lado, desde otra perspectiva que considera a los SOSCYT como parte integrante del sistema de ciencia y tecnología (Treibisch *et al.*, 2013; Havendvid, 2017), hay una línea de trabajos que se ha centrado en la relación que se establece entre el SOSCyT y su organización parental (OP).

Si bien la mayoría de estos trabajos también privilegia el punto de vista de la empresa, hay algunos que además abarcan los efectos que esa relación genera en el mundo científico-tecnológico y académico. Sin embargo, son muy escasos los trabajos que consideran los beneficios en términos de conocimiento que la OP puede recibir a raíz de la creación y la existencia del SOSCyT (Zomer *et al.*, 2010; Treibich *et al.*, 2013; Van Stijn *et al.*, 2018; Hessels *et al.*, 2021) y, entre ellos, no hay una exploración sistemática del abanico de aprendizajes posibles para la OP y de las capacidades de I+D que puede fortalecer o adquirir. Este trabajo pretende contribuir al conocimiento sobre los efectos de la relación SOSCyT-OP identificando los aprendizajes y capacidades que la OP puede eventualmente desarrollar a partir del SOSCyT y las condiciones que favorecen ese proceso. Para ello, se realizó un estudio de casos en Argentina, donde el surgimiento de SOSCyT ha sido muy relevante en los últimos años. Entre 2010 y 2023 se crearon alrededor de 60 empresas solamente considerando las actividades vinculadas al uso de la biotecnología. Se seleccionaron nueve binomios (SOSCyT-OP) de los sectores agrícola-ganadero y alimenticio, donde Argentina cuenta con una importante trayectoria tanto productiva como científico-tecnológica. Las empresas que integran los casos estudiados cuentan con diferente antigüedad y especialización tecnológica.

205

El principal aporte de este trabajo es la conjugación entre un enfoque centrado en la relación SOSCyT-OP y el aspecto del aprendizaje público en I+D, conceptualizado como una dimensión transversal a los beneficios heterogéneos que puede recibir la OP. El trabajo consta, además de esta introducción, de una primera sección con el marco conceptual; una segunda sección con la estrategia metodológica; luego, se presentan los casos estudiados y se caracteriza la relación dentro del binomio; la cuarta sección está destinada al análisis de los aprendizajes y las capacidades que desarrolla la OP junto a las condiciones que los habilitan; finalmente, en la sexta sección se destacan las principales conclusiones del trabajo.

1. Marco conceptual

La cooperación ciencia-industria puede realizarse a través de una multiplicidad de esquemas. Mientras algunos de ellos son de índole relacional (*academic engagement*), como el servicio de investigación o la I+D conjunta, otros están orientados a la comercialización, principalmente las licencias y la creación de *spin-offs* (D'Este *et al.*, 2019; Perkmann *et al.*, 2021). La creación de SOSCyT (se emplea esta expresión ya que no necesariamente las nuevas empresas derivan de universidades, si bien son el caso más notorio) ha recibido una creciente atención por parte de la literatura, tanto por la importancia que revisten en función del desarrollo económico de un país como por sus particularidades respecto a otros esquemas.

Los SOSCyT han sido estudiados en distintos niveles: el científico fundador (Shinn y Lamy, 2006; Jain *et al.*, 2009; Lam, 2011; Würmseher, 2017), la empresa en sí misma (Neves y Franco, 2018; Baroncelli y Landoni, 2019; Park *et al.*, 2024; Cantner *et al.*, 2024), la institución de origen (Murray, 2004; Muscio *et al.*, 2016; Fini *et al.*, 2017; Ferretti *et al.*, 2019) y el contexto geográfico (Johansson *et al.*, 2005; Rizzo, 2015; Bolzani *et al.*, 2021), entre otros, tomando en cuenta dimensiones tan diversas como la identidad del fundador, sus motivaciones, el proceso de creación y el desempeño de la empresa, los recursos necesarios, las redes de interacción, etc. Gran parte de la literatura se ha centrado principalmente en su etapa fundacional o de incubación, adoptando el punto de vista de la empresa y considerando los factores que pueden favorecer u obstaculizar su despegue (Mustar *et al.*, 2006; Rasmussen y Borch, 2010; Rasmussen *et al.*, 2014; Muscio *et al.*, 2016; Fini *et al.*, 2017; Neves y Franco, 2018; Fini *et al.*, 2020). Sin embargo, la creación de un SOSCyT no es simplemente un mecanismo para la transferencia de conocimiento desde la academia hacia el sector productivo, sino un proceso complejo, dinámico y bidireccional (Treibich *et al.*, 2013) donde a menudo el SOSCyT nace físicamente dentro de las instalaciones académicas y es fundado por científicos 'híbridos' que, al mismo tiempo que fundan y dirigen la empresa, siguen con sus actividades académicas. Es decir, en la medida en que el foco pasa de los derechos de propiedad intelectual a las interacciones, es un esquema con un componente relacional notable. Un aspecto central entonces reside en la relación que se instaura entre el SOSCyT y la OP de la que surge. Hay un tronco de la literatura que ha abordado específicamente esta relación, que continúa después de la etapa fundacional, centrándose en aspectos tales como las interacciones entre las partes (Rappert y Webster, 1998; Johansson *et al.*, 2005; Zomer *et al.*, 2010; Treibich *et al.*, 2013; Van Stijn *et al.*, 2018; Laage-Hellman *et al.*, 2020; Hessels *et al.*, 2021), los efectos de esa relación sobre el desempeño del SOSCyT a lo largo del tiempo (McKelvey *et al.*, 2013; Slavtchev y Göktepe-Hultén, 2015; Ferretti *et al.*, 2019; Bolzani *et al.*, 2021) y los mecanismos de creación de confianza entre las partes (Czakov *et al.*, 2022), entre otros.

Si bien el impacto de la ciencia en el emprendimiento académico está bien documentado y la literatura ha dedicado atención a cómo la OP, en sus distintos niveles, puede influenciar y beneficiar el SOSCyT, hay menos evidencia sobre la relación inversa. Más escasos aún son los trabajos que consideran los beneficios que la OP puede recibir a raíz de la existencia y la evolución del SOSCyT en términos de conocimiento; es decir, yendo más allá del aspecto económico (regalías, participación

accionaria en la empresa, financiamiento para la investigación, etc.), que, al contrario, ha recibido mayor atención. Este artículo se inscribe en esa línea de indagación.

Entre los trabajos que han abordado estos aspectos, Zomer *et al.* (2010) encuentran que los SOSCyT pueden ofrecer información a los investigadores sobre cuestiones de la vida real que se relacionan con su agenda de investigación, enriqueciéndola. Treibich *et al.* (2013) también destacan un efecto positivo sobre la agenda de investigación y además identifican casos en áreas como nanotecnología, TIC y biotecnología, donde la OP se beneficia de la interacción con su SOSCyT a través de efectos de aprendizaje y *spillovers* de conocimiento. Van Stijn *et al.* (2018) también se centran en la cuestión de la agenda y en los beneficios que las universidades reciben en términos de credibilidad y obtención de subsidios públicos y donaciones. El trabajo de Hessels *et al.* (2021) es el que aborda en forma más profunda este tema y, a partir de cuatro beneficios cognitivos presentes en la literatura sobre cooperación universidad-empresa, busca evidencia de ellos en el sector de tecnología de aguas; se trata de: i) mejorar la agenda de investigación; ii) impulsar nuevas ideas (la aplicación en condiciones reales de una tecnología permite revisar los modelos científicos subyacentes); iii) alcanzar una mayor reflexividad (la capacidad de reflexionar sobre las propias metas y las necesidades de los usuarios finales); y iv) obtener acceso a nuevos datos.

Algunos autores, entonces, se han centrado en cómo las interacciones impactan en la dirección de la agenda de investigación; sin embargo, muy pocos han indagado en los efectos que el SOSCyT produce en la OP en términos de aprendizaje y capacidades de I+D. Este aspecto ha sido indicado por Treibich *et al.* (2013) pero sin aportar evidencia específica sobre esos *spillovers* de conocimiento y capacidades en la OP. Hessels *et al.* (2021) identifican beneficios cognitivos, pero, si bien algunos están relacionados con el aprendizaje (acceso a nuevos datos; reflexividad), otros presentan límites borrosos (por ejemplo entre nuevas ideas y progreso de la agenda de investigación) y no hay una conexión clara con capacidades específicas. Por otra parte, varios autores han señalado que hay ventajas materiales relacionadas con lo cognitivo (Shinn y Lamy, 2006) y que algunos beneficios económicos tienen implicaciones intelectuales (Siegel y Wright, 2015; Verre *et al.*, 2021). En este marco, resulta útil ir más allá de la diferenciación entre beneficios (cognitivos, económicos, relacionales, reputacionales, etc.) y considerar el aprendizaje como una dimensión transversal a ellos. En este artículo se apunta a la identificación de aprendizajes que estén relacionados con capacidades de I+D. A este respecto, investigaciones previas (Perkmann y West, 2014; Arza y Carattoli, 2017; Verre *et al.*, 2023a) muestran que, en otros esquemas definidos como “relacionales”, la investigación conjunta y el servicio de investigación, los aprendizajes para la parte pública dependen de la intensidad de la interacción que se establece con la industria y de la existencia de flujos bidireccionales de conocimiento. En la investigación conjunta hay un mayor grado de cooperación en I+D; por ende, hay aprendizaje interactivo (con la empresa) y absorción de capacidades industriales (se aprende de la empresa). En el servicio de investigación, que es demand-pull, el aprendizaje se suele centrar mayormente en la etapa previa a la I+D (nuevas preguntas, indicaciones, feedback y especificaciones que se reciben de la empresa) (Verre *et al.*, 2023b). Se puede pensar que la relación SOSCyT-OP, con el pasar del tiempo, asume formas similares al servicio de investigación o a la

investigación conjunta; sin embargo, hay una relación privilegiada de origen, ausente en los esquemas relacionales, que puede incidir en los aprendizajes y capacidades de I+D que desarrolla la OP. Asimismo, en una fase temprana, la relación SOSCyT-OP atraviesa una situación que se diferencia marcadamente de los dos esquemas relacionales citados, ya que, por un lado, puede haber una incubación física de la empresa dentro de las instalaciones de la OP y, por el otro, el fundador de la empresa y otros miembros pueden mantener su afiliación a la OP. Esta tendencial hibridez, que se traduce en límites borrosos entre SOSCyT y OP, puede significar la irrupción dentro del laboratorio de actividades, relaciones, capacidades y lógicas que afectan directamente el modo en que se hace la I+D, por lo cual es de esperarse la emergencia de beneficios y aprendizajes, ya en la etapa inicial de creación de la empresa. Sin embargo, el grueso de la literatura que se centra en la etapa inicial de incubación no considera en profundidad el aspecto del aprendizaje de la OP, y los trabajos que sí lo consideran (Treibich *et al.*, 2013; Hessels *et al.*, 2021) parecen afirmar que es necesario que el SOSCyT posea cierta antigüedad para que se verifiquen.

Este artículo analiza relaciones SOSCyT-OP de diferente trayectoria temporal, con énfasis en dimensiones tales como la intensidad de la interacción, la afiliación del fundador y el lugar físico de incubación, para identificar los aprendizajes relacionados con capacidades de I+D que la OP puede desarrollar, a través de beneficios de distinta índole, y las condiciones que favorecen la generación de esos aprendizajes.

2. Metodología

El objeto de este artículo está constituido por las relaciones y los flujos de conocimiento que se verifican al interior de un binomio constituido por el SOSCyT y la organización que le da origen. Los SOSCyT son firmas creadas para explotar el conocimiento producido dentro de una universidad o una institución del sistema de ciencia y tecnología a través de la investigación, que deben poseer por lo menos un científico académico entre los fundadores y donde la OP puede poseer acciones o no (Fini *et al.*, 2020). La OP abarca la institución más general (consejos nacionales de investigación, universidades o entidades de I+D) a la que pertenece el fundador, y también la unidad parental, que es el laboratorio de investigación específico del que se originó el conocimiento o la tecnología en la que se basa el *spin-off* (Larédo y Mustar, 2000; Treibich *et al.*, 2013).

Las principales preguntas que orientan el trabajo son: i) qué aprendizajes relacionados con capacidades de I+D puede desarrollar la OP interactuando con el SOSCyT; y ii) qué condiciones favorecen la generación de esos aprendizajes. Esto requiere reconstruir la historia de cómo surge la empresa, el rol del científico fundador, de su grupo de investigación y de la OP, los acuerdos que regulan la relación entre las partes y las interacciones que acontecen a lo largo del proceso. Dada la naturaleza cualitativa de las dimensiones involucradas para indagar sobre las principales preguntas planteadas en este trabajo, se realizó un estudio de casos múltiples (Yin, 2017; Stake, 1995). El estudio de casos se lleva a cabo en un país en desarrollo, Argentina, donde el fenómeno de los SOSCyT es muy reciente. Luego de explorar la información sobre SOSCyT a través de la Cámara Argentina de Biotecnología, el Consejo Nacional

de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la información disponible en Internet se concluyó que entre 2010 y 2023 surgieron 60 SOSCyT en el área de biotecnología. Este número se considera una buena aproximación del total, ya que la gran mayoría de los SOSCyT surge alrededor de esa área y, si bien hay empresas que están en las áreas de nanotecnología y TIC, muchas de ellas lo hacen en conjunción con la biotecnología. Aproximadamente, un tercio de ellas está centrado en el sector de la salud humana, otro tercio en agricultura y procesamiento industrial, 15% en salud animal, 8% en medioambiente, y el resto en otras aplicaciones no específicas (Stubrin *et al.*, 2024). Como Argentina cuenta con importantes capacidades en el área agrícola-ganadera y alimenticia, a nivel empresarial y científico tecnológico, se decidió focalizar en estos sectores. Luego, se procedió a seleccionar las empresas, adoptando los siguientes criterios: i) inserción productiva y comercial en el área de agricultura, ganadería y alimentos; y ii) firmas heterogéneas en términos de antigüedad. A diferencia de Hessels *et al.* (2021) y Treibich *et al.* (2013), que metodológicamente seleccionan casos con una antigüedad mínima de tres y seis años respectivamente, aquí se opta por incluir tanto SOSCyT antiguos como jóvenes. Se efectuó un muestreo teórico, sin pretensiones de representatividad sectorial, buscando situaciones heterogéneas en cuanto a la relación SOSCyT-OP y a los aprendizajes observados, hasta alcanzar la saturación teórica con la selección de nueve casos.

Respecto a la estrategia de recolección, se realizaron 26 entrevistas en profundidad, de una hora de duración aproximadamente, orientadas por una guía de pautas y preguntas abiertas focalizada en: historia del surgimiento de la idea y del proceso de creación de la firma; perfil productivo y comercial de la firma; acuerdos e interacciones con la organización/unidad parental; y evolución en el tiempo de los flujos de conocimiento entre las partes. En todos los casos fue entrevistado por lo menos un fundador (13 entrevistas) y un representante de la unidad parental (siete entrevistas, ya que hay OP que se repiten), en dos casos se entrevistaron investigadores que son parte de la unidad parental pero no del SOSCyT (3 entrevistas). La información recabada fue complementada, por un lado, con entrevistas a los fundadores disponibles en medios de prensa especializados; y por el otro, con tres entrevistas realizadas a personal de CONICET y de la Cámara Argentina de Biotecnología.

En este estudio de casos múltiples, la unidad de análisis es la perspectiva de la OP. El análisis de datos se realizó acoplando el análisis interno a los casos con la búsqueda de patrones entre casos, comenzando con las dimensiones seleccionadas y luego buscando similitudes dentro de un grupo junto con las diferencias entre grupos (Eisenhardt, 1989). Primero se procedió a caracterizar el proceso de creación de la empresa con particular atención a las interacciones entre el científico fundador, la empresa y la unidad-organización parental. Luego, se procedió a identificar los beneficios en términos de aprendizaje y capacidades, junto a las condiciones que permiten la generación de tales beneficios. Este análisis comparativo sistemático se presenta en las **Tablas 2 y 3**.

3. Los casos seleccionados

Se seleccionaron 11 SOSCyT y, como dos de ellos están fuertemente vinculados a otras dos firmas, fueron tratados como parte de un único caso; por ende, el número total de casos analizados es nueve. Cada caso se compone de un SOSCyT y la respectiva OP. Entre los SOSCyT, cinco son fundados después del año 2020 (uno ya consolidado y con ventas en el mercado, otro aún en fase de incubación pero que también llegó al mercado, y los otros tres aún en etapa de incubación y sin llegar al mercado), mientras que los otros cuatro son más antiguos (todos comercializan y tres de ellos nacen a partir de la alianza con una empresa existente).

Desde el punto de vista tecnológico, con excepción de un caso donde la firma se apoya en un abanico de disciplinas que abarca veterinaria, ciencias agrarias y neurobiología, el resto gira alrededor de la biotecnología (tres en agrobiotecnología, tres en biotecnología industrial y dos en biotecnología aplicada a la sanidad animal). Se estima que la muestra seleccionada representa un 15% del total de SOSCyT y un 30% de los que pertenecen a los sectores de interés (agricultura, ganadería y agroindustria). A continuación, para cada caso, se indica la OP y la firma correspondiente con sus principales características. Con posterioridad se describen brevemente los casos.

Tabla 1. Conformación del binomio y características de las firmas

Organización parental	SOSCyT	Año	Personal	Especialización tecnológica	Productos
1 Instituto de Agrobiotecnología del Litoral (IAL), Universidad Nacional del Litoral (UNL), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)	Apolo Biotech	2022	Diez personas (dos fundadores)	Agrobiotecnología (biología y bioquímica del ARN), nanotecnología	Tecnología basada en ARN estabilizados exógenos contra patógenos en cultivos (validado en frutas y hortalizas)
2 IAL, UNL, CONICET	Infira	2020	Seis personas (tres fundadoras)	Agrobiotecnología (transgénesis, edición génica)	Tecnología basada en genes que incrementan la producción y extienden el ciclo de vida de cultivos (validado en arroz)
3 Planta Piloto de Procesos Industriales Microbiológicos (PROIMI)-CONICET	Nat4Bio	2021	Seis personas (tres fundadores)	Biotecnología industrial	Recubrimiento líquido ecoamigable con actividad antimicrobiana y antifúngica (validado en limones)

Organización parental	SOSCyT	Año	Personal	Especialización tecnológica	Productos
4 PROIMI-CONICET	PunaBio	2020	30 personas (cuatro fundadores)	Biotecnología industrial	Biofertilizante que mejora el rendimiento de cultivos y aumenta la tolerancia al estrés en forma sustentable (validado en soja y comercializado)
5 Instituto de Biología Molecular y Celular de Rosario (IBR)-CONICET	Inmet	2011	17 personas (dos fundadores + INDEAR / BIOCERES)	Biotecnología industrial	Desarrollo de organismos genéticamente optimizados para producir compuestos de alto valor agregado, sustentables y biodegradables (comercializado)
6 Fundación Instituto Leloir-CONICET; Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)	Cálce biotech	2020	Diez personas (dos fundadores)	Agrobiotecnología (bioinformática, edición génica, genómica, micropropagación)	Desarrollo de cannabis libre de THC (validado); Servicio de I+D basado en edición génica para mejorar aceleradamente la genética de semillas de cultivos no tradicionales (comercializado)
7 a. Universidad Nacional del Comahue (UNCOMA) -Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP)-CONICET b. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (FCEN-UBA) -CONICET	a. Beeflow b. Tobee	a. 2016 b. 2017	a. tres fundadores (dos luego renunciaron) + 20 empleados (en 2021); b. un fundador + Beeflow	Ecología de la polinización, sanidad apícola; Ecología cognitiva, comportamiento y neurobiología de abejas sociales	Servicio integral de polinización (incluye tonificadores de memoria y formulados para las abejas) para productores (comercializado)
8 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)-CONICET	Bioinnovo	2014	15 personas (cuatro fundadores + VETANCO)	Biotecnología (inmunología, virología, biología molecular)	Vacuna para diarrea viral bovina (comercializado); Producto para diarreas neonatales en terneros (comercializado); Vacuna para <i>cryptosporidium</i> en bovinos (en desarrollo)
9 UNL-CONICET	a. Cellargen b. Biotecnofé	a. 2017 b. 2018	a. dos fundadores b. Siete personas (dos fundadores + ZOOVET)	Biotecnología (proteínas recombinantes)	Vacuna contra la rabia (comercializado); Hormona para el control de la ovulación del ganado bovino (comercializado)

Fuente: elaboración propia.

3.1. Caso 1: Apolo Biotech

Este SOSCYT es producto de las investigaciones sobre regulación de la expresión génica en plantas y nano-carriers que sirven para estabilizar el ARN, que realizaba su fundador en el IAL. Para el desarrollo de esta línea, en 2021 obtuvo un subsidio muy importante y probó distintos nano-vehículos para sustituir agroquímicos sintéticos por ARN con resistencia a patógenos. Al primer paso de prueba en laboratorio le siguió la validación en cultivos que se producen en invernaderos (hortalizas y frutas). A partir de estos resultados, en 2022 el fundador y otro socio crean la empresa que actualmente está incubada en el Parque Tecnológico Litoral Centro (PTLC)¹ y comienzan a realizar ensayos a campo sobre maní, uva y tomate. Actualmente se están negociando con el CONICET y la UNL los aspectos relacionados con la protección de la propiedad intelectual y la licencia de la tecnología. La actividad de I+D se desarrolla en el laboratorio y no hay circulación de personas entre la empresa y el IAL, para minimizar potenciales conflictos relacionados con el traspaso de RRHH de la OP a la empresa.

3.2. Caso 2: Infira

La empresa surge a partir de las investigaciones que la fundadora realizaba en el IAL sobre genes en plantas. En 2018 se descubre el potencial agrobiotecnológico de unos genes que permiten incrementar la vida de las especies sin disminuir los niveles de productividad, contribuyendo al desarrollo de la “agricultura perenne”. Los resultados obtenidos en laboratorio son presentados a la UNL y se solicita una patente a nivel nacional en 2019. Luego, a través de “capital semilla” brindado por la UNL, se escala y se valida la tecnología en especies con valor comercial (arroz). Posteriormente la UNL y CONICET deciden solicitar una patente internacional y, ante la necesidad de seguir realizando pruebas a campo, se funda la empresa en 2020 con la asistencia de la Aceleradora Litoral de la UNL. La empresa obtiene la licencia exclusiva sobre la tecnología y se radica en el PTLC. Con el IAL hay acuerdos sobre cómo transferir materiales desde el laboratorio a la empresa, pero no hay relaciones con otros laboratorios, ni circulación de recursos humanos.

3.3. Caso 3: Nat4Bio

La empresa nace a partir de la confluencia de las dos líneas de investigación que dirigen sus fundadores en el PROIMI, respectivamente: biopolímeros biológicos producidos por hongos nativos; y antimicrobianos, antibacterianos y antifúngicos. Las dos líneas confluyeron al tratar de usar los biopolímeros como vehículo para incluir a los antimicrobianos. Los dos científicos obtienen capital de riesgo y fundan en 2021 la empresa, que desarrolla formulaciones basadas en componentes naturales para el recubrimiento de frutas en su estadio poscosecha y que reemplazan los componentes de síntesis química que se usan actualmente. La empresa actualmente está validando

1. El PTLC es una asociación de los sectores científico-tecnológico, gubernamental y empresarial de Santa Fe que ofrece infraestructura edilicia y de servicios para apoyar el crecimiento de empresas de base tecnológica con elevado perfil innovador que pagan un canon en contraprestación.

la tecnología, tanto en el laboratorio como en la industria cítrica y en otros cultivos. Aún debe definirse la cuestión de la propiedad intelectual y del licenciamiento a la empresa; sin embargo, ésta última se va a incubar dentro de PROIMI (no existe hasta el momento una normativa para la incubación de empresas en esa institución) y se apoya en la institución para servicios como producción de metabolitos y desarrollo de bioprocesos.

3.4. Caso 4: Punabio

Este SOSCyT surge a partir de la trayectoria de investigación de una científica, a lo largo de 20 años, dentro del PROIMI, sobre la biodiversidad de los ambientes extremos de la Puna. A partir del estudio de la microbiota asociada con las raíces de las plantas que crecen en los salares, se identifican bacterias cuyas propiedades promotoras de crecimiento aumentan en sal. Se realizan pruebas en soja, en suelos más salinos o degradados, con buenos resultados, ya que las bacterias inducen un 30% más de crecimiento. La científica, junto a dos colaboradoras, fundan la empresa en el 2020 a partir de la obtención de capital de riesgo. Se trata de incubar la empresa en el PROIMI, pero no se llega a un acuerdo y, ante la urgencia de pasar de la prueba de concepto (en vivero) a ensayos de campo, se decide que la empresa se instale en una universidad privada. La empresa obtiene de CONICET la licencia sobre la tecnología por 20 años y la protección de la propiedad intelectual por el Protocolo de Nagoya. Punabio no tiene relaciones con el PROIMI y las tres fundadoras renunciaron posteriormente a CONICET. El personal contratado por la empresa debe antes renunciar a la universidad o a CONICET, para salvaguardar la confidencialidad y la posibilidad de atraer capital.

213

3.5. Caso 5: Inmet

Esta empresa es producto de las investigaciones realizadas por dos científicos en el IBR sobre los principios básicos de la regulación de la biosíntesis de lípidos. A partir de los resultados que obtienen, crece el interés demostrado por parte de empresas privadas, lo cual los lleva a profundizar en la investigación aplicada. Se decide buscar un espacio físico externo a la academia (para evitar la burocracia administrativa y los problemas de confidencialidad) con el objetivo de desarrollar microorganismos que producen biomateriales o enzimas para la industria. Se vinculan con el Grupo Bioceres, que les propone formar una empresa en su predio, y en 2010 nace Inmet, controlada por ese grupo. Mientras uno de los fundadores decide seguir en el IBR sin involucrarse en la empresa, el otro pide licencia en el CONICET para dedicarse plenamente a la empresa. La vinculación de este último con CONICET es meramente formal: presentación de informes de los proyectos en la empresa, participación en las comisiones de ingreso a carrera, evaluación de proyectos, etc. La relación con el IBR se reduce a la absorción de recursos humanos que se forman allí y no se reciben becarios ni investigadores.

3.6. Caso 6: Cálce Biotech

Este SOSCyT es fundado en 2021 a partir de la trayectoria de uno de sus fundadores en la Fundación Instituto Leloir en tema de biotecnología vegetal. Al mismo tiempo

que aumenta su orientación a la ciencia aplicada incorpora cada vez más técnicas a sus conocimientos: bioinformática, edición génica, genómica, cultivo de tejidos, etc. En 2019 se vincula, a través de un servicio, con un antiguo compañero de grado devenido emprendedor, y a partir de eso deciden crear conjuntamente Cálice, para la biotecnología al mejoramiento vegetal, apuntando inicialmente al cannabis y a cultivos no tradicionales. La empresa se incuba en la UNSAM, lugar donde el fundador hizo sus estudios de grado y donde ejerce la docencia, y en 2022 obtiene la habilitación del Ministerio de Salud para trabajar con cannabis. La empresa desarrolla un método de edición génica propio basado en CRISPR en 2022, que está en vías de patentamiento. A finales del 2022 el fundador renuncia a CONICET; sin embargo, la empresa absorbe egresados de la UNSAM, recibe en su laboratorio investigadores para la realización de tesis de grado y posgrado y colabora con la UBA y el Instituto Leloir a través de convenios de I+D.

3.7. Caso 7: Beeflow-Tobee

Beeflow surge en 2016 por iniciativa de un emprendedor y dos científicos de las universidades de Mar del Plata y del Comahue, especializados en manejo de abejas, sanidad apícola e interacción planta-polinizador. Se generan algunas patentes compartidas entre la empresa y CONICET, en particular una fitohormona que hace que la reina oviponga en la colmena incluso a bajas temperaturas. La empresa nace en Argentina, pero tempranamente se establece en California y, luego de algunos años, los dos científicos renuncian a la empresa. Beeflow ofrece servicios de manejo de la polinización a productores para maximizar la producción o la calidad de los cultivos, basándose en las tecnologías licenciadas por CONICET. Tobee nace en 2017 sobre la base de la extensa trayectoria científica de su fundador y del grupo de investigación que dirige en la FCEN-UBA en el comportamiento de insectos sociales, en particular abejas (comunicación dentro de las colmenas, aprendizaje y memoria de olores florales). A partir de 2009, el grupo desarrolla varios formulados sintéticos que la abeja en laboratorio confunde con la fragancia natural de cultivos (girasol, pera, manzana y almendro) y los patenta. En 2017 el científico decide crear Tobee como licenciataria exclusiva de las tecnologías que genera el laboratorio. Tobee es cofundada con Beeflow, que controla la mayoría de sus acciones y, por ende, también el uso de las tecnologías. Posteriormente se firma un convenio por el cual Beeflow subvenciona parte de las líneas básicas del laboratorio, financia las pruebas a campo y aporta expertos que colaboran con el grupo de investigación.

3.8. Caso 8: Bioinnovo

Los científicos fundadores de Bioinnovo poseen una extensa trayectoria en el INTA, con el desarrollo de varias tecnologías, como la plataforma IgY (para generar anticuerpos policlonales en huevos de gallina para tratamientos profilácticos), los nanoanticuerpos monoclonales VHH (que pueden ser usados tanto en diagnóstico de patógenos como para inmunización) y la plataforma APCH1 (para vacunas), entre otros. Los fundadores primero conforman INCUINTA, que funciona como laboratorio de I+D e incubadora y aceleradora de proyectos y desarrollos. Luego, a partir del interés mostrado en 2010 por el Grupo Vetanco en la tecnología IgY, se llega en 2014

a la creación de Bioinnovo (controlada desde el punto de vista accionario por Vetanco). Posteriormente el SOSCyT desarrolla una vacuna contra el Virus de la Diarrea Viral Bovina basada en APCH1. El SOSCyT realiza la I+D dentro de INCUINTA y posee otras dos plantas de producción. Actualmente Bioinnovo mantiene servicios y proyectos con varios institutos del INTA (virología, biotecnología y patobiología).

3.9. Caso 9: Cellargen-Biotecnofé

La creación de estos SOSCyT está ligada a la trayectoria científica de sus fundadores en el Laboratorio de Desarrollo Biotecnológico de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas de la UNL. Luego de lograr el desarrollo de una vacuna para el virus de la rabia obtienen un subsidio que les permite desarrollar y finalizar el prototipo. Sobre esta base deciden, en 2017, fundar Cellargen Biotech. Posteriormente desarrollan una hormona (Folirec) que se utiliza en la industria veterinaria para regular la ovulación del ganado y en 2018 nace otro *spin-off*, Biotecnofé, para llevar a la fase de producción los prototipos de Cellargen. Este segundo SOSCyT es creado junto a la empresa veterinaria Zoovet, que la controla desde el punto de vista accionario. Ambos SOSCyT se incuban en la UNL y Biotecnofé cuenta desde el inicio con una planta de producción dentro del PTLC donde, en colaboración con la UNL, desarrolla su propia tecnología de proceso para la generación de nuevos productos. Biotecnofé realiza la actividad de I+D dentro del laboratorio de la UNL, en un recinto separado, de forma tal que los investigadores de la empresa y de la UNL interactúan en el mismo espacio para transferir los desarrollos a la planta de producción. Prevalece un esquema híbrido con elevada circulación de RRHH entre el laboratorio y la empresa.

215

3.10. Características relacionales de los casos

En este artículo el objetivo es identificar los posibles aprendizajes que la OP desarrolla a raíz de la presencia del SOSCyT; sin embargo, tales aprendizajes son una consecuencia de las características de la relación que se instaura en el binomio. Como se mencionó en el marco conceptual, hay algunas dimensiones que son críticas para caracterizar esa relación. En primer lugar, su intensidad, que puede ser de baja a elevada en la medida en que haya -o no- flujos de conocimiento entre las partes (proyectos, servicios, circulación de recursos humanos, etc.). En segundo lugar, el espacio físico donde el SOSCyT nace y se incuba, que puede estar tanto adentro como afuera de la OP. Finalmente, el tipo de lazo que une al fundador con la OP (que puede mantener una doble afiliación u optar, en algún momento del tiempo, por permanecer solamente en una de las dos entidades) y el grado de involucramiento de otros miembros de la unidad parental con la empresa. A la luz de dichas dimensiones, se presenta en la **Tabla 2** la situación de cada caso.

Tabla 2. Rasgos de la relación en el binomio

Empresa	Intensidad de la relación	Ubicación del SOSCyT	Afiliación fundador/ unidad parental
1. Apolo	Alta con la UNL; baja con el IAL	En el Parque tecnológico de la UNL	El fundador tiene doble dependencia; miembros de su grupo participan en la empresa
2. Infira	Alta con la UNL; baja con el IAL	En el Parque tecnológico de la UNL	La fundadora tiene doble dependencia y es la única de su grupo en la empresa
3. Nat4bio	Alta (se contratan servicios; los equipos de la empresa son usados por los investigadores del PROIMI)	En el PROIMI	Un fundador tienen doble dependencia y otra fundadora sale de la empresa después de dos años para regresar a CONICET
4. Punabio	Relación inexistente	Fuera del PROIMI	Las tres fundadoras renunciaron a PROIMI y a CONICET
5. Inmet	Muy baja con el IBR (se absorben RR.HH.)	Fuera del IBR (en un predio de INDEAR /BIOCERES)	El fundador pidió licencia de CONICET (relación meramente formal)
6. Cálice	Alta con el Instituto Leloir y con UNSAM (servicios, convenios de I+D, recibe tesis CONICET)	En la UNSAM	El fundador renuncia a CONICET luego de crear la empresa, mantiene la docencia en UNSAM
7. Beeflow/ Tobee	Beeflow: baja con UNCOM A y UNMdP Tobee/Beeflow; alta con la FCEN-UBA	Beeflow no se incubó en la OP y tempranamente fija su sede en EE.UU. Tobee se constituye en la misma dirección legal de Beeflow en Argentina	Beeflow: los fundadores tienen doble dependencia hasta que salen de la empresa Tobee: el fundador tiene doble dependencia e involucra a los investigadores de su laboratorio en actividades con la empresa
8. Bioinnovo	Alta con INTA e INCUINTA (servicios y proyectos de I+D con institutos del INTA; espacios compartidos y alta circulación de RRHH)	La empresa se incubó en INCUINTA (y además posee una planta de producción dentro del INTA)	Los fundadores tienen múltiple dependencia (Bioinnovo, INTA, INCUINTA, CONICET); varios investigadores de INTA colaboran con la empresa
9. Cellargen/ Bioteconofé	Alta con la UNL (servicios y proyectos de I+D; espacios compartidos y alta circulación de RRHH)	Tanto Cellargen como Bioteconofé se incuban en la UNL	Ambos fundadores tienen doble dependencia (en las empresas y la UNL). Varios investigadores del laboratorio de la UNL colaboran con la empresa

Fuente: elaboración propia.

4. Aprendizajes que desarrolla la organización parental y sus condiciones

El estudio de los casos muestra que en siete de ellos la relación entre el SOSCyT y su OP genera variadas oportunidades e instancias de aprendizaje para esta última. En primer lugar, hay aprendizajes que derivan de la posibilidad de trabajar a una mayor escala y en la interfaz entre la ciencia básica y la aplicada, como “adquirir una visión más integral del proceso de I+D” y el “aprendizaje por reutilización de datos en el proceso de I+D”. Luego, hay aprendizajes que derivan de la posibilidad de extender o profundizar la tecnología del SOSCyT, propuestos por la empresa (aprendizaje por extensión de la aplicación del conocimiento) o por los investigadores (aprendizaje por profundización en los resultados). La OP puede, además, desarrollar capacidades en la realización de nuevos experimentos, gracias al acceso a equipamiento adquirido a través del SOSCyT o que pertenecen a la empresa. Finalmente, la OP puede absorber conocimientos exógenos, por un lado, conocimientos técnicos de proveedores y clientes del SOSCyT y, por el otro, conocimientos directamente del SOSCyT, tanto en el ámbito científico-tecnológico como en el regulatorio. Tales aprendizajes requieren, para verificarse, de algunas condiciones específicas que, a su vez, remiten a los rasgos de la relación. A nivel agregado, las condiciones detectadas son: algún grado de coexistencia física en espacios híbridos; que la empresa cuente con capacidades propias de I+D; la existencia de proyectos conjuntos entre las partes; y la doble afiliación (a la empresa y a la unidad parental) del fundador o de otros integrantes del grupo. En dos de los casos analizados, Punabio e Inmet, la OP no se beneficia de este tipo de aprendizajes. Por tal motivo, no son incluidas en la evidencia que sigue; sin embargo, sus características relacionales, a la luz de los aprendizajes que se hubieran podido verificar y no se verificaron, son útiles para reflexionar sobre sus condiciones de posibilidad.

217

A continuación se indican los tipos de aprendizajes y capacidades de I+D desarrolladas por la OP, a través de la interacción con el SOSCyT, y las condiciones específicas que los favorecen.

4.1. Aprendizajes derivados de la mayor articulación entre ciencia básica y aplicada

4.1.1. *Adquirir una visión más integral del proceso de I+D*

En algunos casos, los SOSCyT permiten a la OP acceder a una mayor escala en sus actividades de I+D, lo cual permite una retroalimentación entre investigación básica y aplicada que redundará en un cambio de visión del científico, que aprende a concebir en forma más holística los proyectos del laboratorio. Este aspecto está presente en los casos de Apolo e Infira. Por ejemplo, la fundadora de esta última empresa observa que, luego de la creación de la firma, “se escriben proyectos con otra impronta y perspectiva, se miran cosas que antes no se estaban mirando, en los experimentos se piensan cosas que pueden ocurrir o que ocurren después, disminuyendo el reduccionismo anterior”.

En el caso de Nat4Bio, uno de los fundadores de la empresa afirma que también se dedica a la ciencia básica en PROIMI y “eso está muy lejos de la industria hoy, pero quizás algún día se puede aplicar a la industria, pero debe ser fácil de producir,

barato, con requisitos que normalmente en el laboratorio no hay, pero ahora ya tengo más conocimiento de la industria y quizás pronto esas moléculas pueden llegar a servir y uno cambia la forma de cómo pensar las cosas”. Asimismo, uno de los fundadores de Beeflow sostiene que “hoy cuando salgo al campo o pienso un proyecto tengo conocimientos nuevos y aprendizajes nuevos, veo las cosas o las pienso de otra manera, luego de haber pasado por Beeflow”. Este aprendizaje es principalmente individual y se desarrolla en la medida en que el fundador queda también en la academia, concibiendo y gestionando proyectos de I+D, por lo cual la doble dependencia es una condición fundamental.

4.1.2. Aprendizaje por reutilización de datos en el proceso de I+D

Si bien en muchos laboratorios argentinos se realizan actividades científicas de altísimo nivel, su capacidad de realizar ensayos y experimentos, y por ende de generar nuevos datos, se encuentra limitada por varios factores, principalmente de índole económica. Sin embargo, las actividades que el SOSCyT lleva a cabo en el marco del desarrollo y validación de su tecnología contribuyen a generar también nuevos datos que, en algunos casos, pueden ser reutilizados en el proceso de I+D de proyectos de laboratorio. En el caso de Infira, se sostiene que “el número de muestras que se maneja en la empresa es muchísimo mayor que en el laboratorio, 1400 plantas a 20, entonces se reutilizan esos datos en otros proyectos del laboratorio”.

Asimismo, en el caso de Beeflow se observa que el número de experimentos y de ensayos realizados en el marco de las actividades de la empresa es muy superior a lo que puede abordar un investigador desde la academia y uno de los fundadores, que luego regresó a CONICET, pasó de hacer un ensayo de polinización por año a tres o cuatro. En la misma línea, el fundador de Tobee observa que “Beeflow hace mucho monitoreo a campo de los cultivos y obtiene muchos datos que luego analiza y los comparte con nuestro laboratorio”. En el caso de Bioinnovo, un investigador del INTA observa que los recursos de la firma permiten realizar ensayos sobre terneros, validar el método de infección diseñado y evaluar una determinada terapia, “pero además el número de ensayos va aumentando en el tiempo, lo cual permite dar un salto en la generación de conocimiento”. En el caso de Biotecnofé, uno de los cofundadores observa que durante la fase productiva “surgen otras preguntas o problemas que no existieron en el desarrollo, hay una suerte de I+D del escalado” que a menudo se traduce en un regreso al laboratorio para usar los datos obtenidos a una mayor escala.

Para que se verifique este aprendizaje se requiere, en el caso de Infira, que la fundadora, además de tener doble afiliación, también tenga un rol activo en su laboratorio, mientras que en los otros casos (Beeflow-Tobee, Bioinnovo y Cellargen-Biotecnofé) es necesaria adicionalmente la existencia de proyectos conjuntos de largo plazo entre la empresa y la OP.

4.2. Aprendizajes derivados de la ampliación y profundización de la tecnología

4.2.1. Aprendizaje por extensión de la aplicación del conocimiento

El SOSCyT puede requerir la aplicación de aquella tecnología, desarrollada en el laboratorio para un producto específico, a nuevos productos. Estos nuevos desafíos hacen que los científicos deban desarrollar nuevas capacidades para poder modificar

y adaptar la tecnología con el objetivo de extender y diversificar su alcance. En el caso de Nat4Bio, la formulación desarrollada en el laboratorio para cítricos es extendida a otras frutas y, en cada una de ellas, el desafío es distinto (el limón no se tiene que pudrir, la palta tarda en madurar, la pera se mancha, el arándano no se tiene que mojar, etc.) e induce nuevas actividades de I+D para modificar el producto a escala de laboratorio. En el caso de Beeflow-Tobee ocurre algo similar. Los científicos que fundaron dichas empresas habían trabajado en varios cultivos durante su trayectoria profesional en la UNCOMA y en la UBA, respectivamente, pero a raíz del impulso de Beeflow pueden abordar otros nuevos, desde sus laboratorios de origen. Este proceso de aprendizaje no solo acontece por diversificación de la aplicación, sino también por una mayor focalización en el mismo producto. Por ejemplo, el fundador de Tobee, empresa controlada desde un inicio por Beeflow, observa que: “a partir del formulado que la UBA hizo para arándanos, Beeflow quiso desarrollar formulados específicos para las diversas variedades de arándano del hemisferio norte y sur”.

En el caso de Bioinnovo, dos de los fundadores de la empresa, que a su vez integran también INCUINTA, buscan constantemente aplicar las tecnologías que manejan (IgY, los VHH, VLP, entre otras) a nuevas patologías y agentes infecciosos, con el objetivo de generar productos que interesen a Bioinnovo-Vetanco y, al mismo tiempo, esas actividades generan nuevas capacidades que quedan en INCUINTA. Respecto a las condiciones que posibilitan este aprendizaje, en el caso de Nat4Bio, empresa joven que aún está validando y mejorando su tecnología en diferentes cultivos, es necesario que los fundadores mantengan un rol activo tanto en la empresa como en su laboratorio de origen, mientras que, en los casos de Beeflow-Tobee y Bioinnovo, empresas más antiguas, el aprendizaje se desarrolla en el marco de proyectos conjuntos que cuentan con el impulso y el apoyo económico de la empresa.

219

4.2.2. Aprendizaje por profundización en los resultados

Así como el SOSCyT puede proponer extender el alcance de la tecnología, también puede ocurrir que surjan inquietudes en la dirección contraria a la anterior; es decir, cuando son los investigadores públicos que desean, a través de la empresa, profundizar en el alcance de la tecnología. Esto sucede, por ejemplo, cuando surgen nuevas preguntas e hipótesis respecto a los resultados obtenidos en proyectos colaborativos. En tales proyectos, los SOSCyT muestran una mayor disponibilidad a profundizar tales cuestiones respecto a empresas ya establecidas, por el origen científico de sus fundadores.

En el caso de Bioinnovo, un investigador del INTA que interactuó con una empresa multinacional observa que este tipo de empresas vende el producto importado y desarrollado en base a estudios hechos afuera del país, por lo cual no está interesado en realizar ensayos a campo, por ejemplo para investigar resultados desfavorables: “Con Bioinnovo si hay resultados adversos se transforma en un problema a profundizar, dado el origen científico de los fundadores, las puertas están siempre abiertas para ese tipo de tareas”. En el caso de Biotecnófé se observa algo similar, ya que una investigadora de la UNL afirma que, cuando colaboraron con otras empresas mediante servicios, éstas no han estado dispuestas a profundizar en términos de investigación sobre los resultados, mientras que “con Biotecnófé es diferente, porque el personal tiene origen académico y son sensibles a la necesidad de resolver problemas, de

profundizar y de publicar que tienen los científicos”. Como en el caso anterior, este aprendizaje se verifica principalmente en los binomios más antiguos (Bioinnovo y Cellargen-Biotecnófé) y una condición indispensable es la existencia de proyectos conjuntos donde, por un lado, haya una elevada circulación de la información, los datos y los resultados, y por el otro, el SOSCyT siga manteniendo una impronta científica en su visión y en sus prácticas.

4.3. Aprendizajes derivados del acceso a nuevos equipamientos

4.3.1. Aprender a hacer nuevos experimentos

La OP puede acceder, a través del SOSCyT, a equipamiento nuevo, ya sea porque puede aspirar a subsidios cuyas normativas exigen la presencia de un SOSCyT y de ese modo adquieren equipos que se instalan en el laboratorio público, o porque el SOSCyT adquiere equipamientos que instala en su espacio físico, pero que está a disposición del personal académico. Este aspecto ha sido tratado por la literatura como un beneficio económico; sin embargo, presenta evidentes implicancias intelectuales ya que, al disponer de nuevos equipos, los investigadores aprenden a realizar actividades y ensayos nuevos para ellos, con un aumento de sus capacidades de I+D. En el caso de Apolo, el fundador y director de la unidad parental observa que a través de la empresa “se accede a experimentos completamente diferentes a los del laboratorio, porque se trabaja con patógenos y en cultivos de interés agronómico y surgen preguntas adicionales, como intentar minimizar una dosis de ARN para bajar los costos, que en un experimento científico no son relevantes”.

220

En el caso de Nat4Bio, el equipamiento nuevo que la firma adquiere está disponible para todos los investigadores del PROIMI que quieran usarlo. Con respecto a Cálice Biotech, la empresa está habilitada a trabajar con cannabis y posee equipamiento de punta, lo cual permite que investigadores vinculados al Instituto Leloir y a la UNSAM realicen sus tesis en la empresa usando ese equipamiento; por ejemplo, en un tema de investigación básica como la floración en cannabis. En el caso de Bioinnovo, un investigador del INTA se apoya en el equipamiento de la empresa para realizar ensayos en boxes de bioseguridad y en tambos comerciales, y asegura que en su instituto de origen se limitaba a hacer estudios observacionales mientras que, a partir de la interacción con Bioinnovo, desarrolla capacidades en estudios experimentales, con ensayos diferentes, donde se controlan diversas variables para aislar un determinado fenómeno.

En relación con Cellargen y Biotecnófé, los investigadores de la UNL consideran que gracias a la creación de dichas empresas se accede a financiamiento que es más abundante respecto a los subsidios tradicionales destinados a actividades exclusivamente académicas, y eso permite la compra de equipamiento nuevo “que es superior al existente y que permite poder trabajar en otra categoría de experimentos y mejorar el nivel de publicaciones”. Para que se verifique este aprendizaje, es fundamental que el equipamiento sea compartido entre el SOSCyT y la OP, lo cual puede comprobarse por la existencia de espacios de trabajo híbridos, en el marco de la incubación, donde circula el personal de la empresa y los investigadores públicos (casos Nat4Bio, Bioinnovo y Cellargen/Biotecnófé), por la disponibilidad de la empresa incubada a poner a disposición sus instalaciones y su equipamiento para la realización

de tesis de grado y posgrado (caso Cálce Biotech), o por vía informal a través de la doble dependencia, como en el caso de Apolo, donde el fundador también dirige la unidad parental y esa posición de interfaz le permite usar el equipamiento nuevo, adquirido por la empresa para aprender a realizar nuevos experimentos y volcar esas nuevas capacidades científicas también hacia su laboratorio.

4.4. Aprendizajes derivados del acceso a redes y conocimientos de la empresa

4.4.1. Aprender conocimientos técnicos de proveedores y clientes

En muchos casos la OP no solo se vincula con el SOSCyT, sino que accede a su capital social por el contacto con su red de clientes y proveedores. Estos contactos redundan en general en beneficios de índole relacional, pero también pueden traducirse en aprendizajes técnicos que pueden ser muy relevantes para los investigadores públicos.

En el caso de Infira, una de las fundadoras y directora de la unidad parental observa que “la empresa se apoya en proveedores de servicios expertos en los cultivos de interés y de ellos se absorben conocimientos, las técnicas que usan, la oportunidad de combinar nuevos procedimientos, formas de trabajar diferentes y más baratas, que pueden ser reutilizados y aplicados al laboratorio”. En el caso de Nat4Bio, la tecnología está siendo validada principalmente en cítricos y existen acuerdos de colaboración con empresas importantes del sector para aplicar el producto en la fase poscosecha. El contacto con las prácticas productivas de estos potenciales clientes retroalimenta la actividad del laboratorio y es clave para mejorar el producto en forma progresiva, adaptándolo a las condiciones reales de aplicación. En el caso de Beeflow, uno de los fundadores observa algo similar, ya que afirma que, a través de la empresa, “accedí a una gran variedad de cultivos, productores, apicultores y sistemas que como investigador hubiese sido imposible abarcar desde CONICET en tan poco tiempo”. En este aprendizaje es clave la doble dependencia como condición verificadora, un aspecto que se observa en los casos de Apolo e Infira, donde los fundadores también dirigen la unidad parental, lo cual facilita la operación de traslado de esos aprendizajes al laboratorio. En el caso de Beeflow, por el contrario, la doble dependencia no alcanza y el aprendizaje se queda en un plano individual del científico fundador al no producirse una interacción relevante con la OP, por lo menos en el caso de la UNCOMA.

221

4.4.2. Absorción de conocimientos científicos y tecnológicos

En el apartado anterior se señaló que la OP puede absorber conocimientos exógenos, a través de las redes en las que está inserto el SOSCyT; sin embargo, también puede ocurrir que ese conocimiento exógeno esté albergado directamente en el SOSCyT. De este modo, los científicos de la OP pueden aprender directamente de la empresa; es decir, pueden absorber conocimientos de índole científico-tecnológica que son relevantes para ellos y que eventualmente pueden redundar en nuevas capacidades de I+D. En el caso de Beeflow, el fundador y director de la unidad parental de Tobee, destaca que Beeflow actualmente posee capacidades de I+D propias y cuenta con expertos en ecología química, “un área que mi grupo no maneja y es muy necesaria, que tiene que ver con fragancias, entonces ellos toman los datos, hacen análisis de los mismos y discuten los resultados con nosotros”.

En el caso de Bioinnovo, al compartir el mismo espacio físico en INCUINTA, el personal de Bioinnovo y del INTA intercambia constantemente ideas sobre técnicas, protocolos y búsquedas bibliográficas. Uno de los investigadores entrevistados declara haber aprendido del personal de la empresa a manejar una plataforma de producción, baculovirus (que utiliza virus y células de insecto para producir proteínas), que desconocía. Otro investigador sostiene que, además de probar el producto de la empresa en ensayos a campo, también participa en las fases previas (la generación de los antígenos, el escalado a nivel productivo con las aves, la producción del huevo en polvo con antígenos específicos); es decir, accede a la tecnología de Bioinnovo y aprende a usarla.

En el caso de Biotecnofé, una investigadora de la UNL observa que a menudo se presentan inconvenientes que no saben cómo resolver en el laboratorio (por ejemplo, en tema de cultivo de células, análisis de proteínas y de hormonas) y consultan al personal de producción de Biotecnofé: “Y eso generalmente ayuda muchísimo, ya que después se vuelve a usar ese conocimiento ante un nuevo problema similar”. En los tres casos señalados la absorción de conocimientos del SOSCyT por parte de la OP requiere como condiciones la coexistencia en el mismo espacio físico (ya sea porque hay un espacio híbrido o porque el personal de la empresa se traslada al laboratorio para colaborar), la presencia de proyectos conjuntos de largo plazo con elevados flujos bidireccionales de conocimiento y que la empresa posea capacidades propias de I+D.

222

4.4.3. *Absorción de conocimientos regulatorios*

La OP puede acceder a conocimientos que están disponibles en el SOSCyT, pero ausentes en el laboratorio, y tales conocimientos no solamente son de índole científica y tecnológica, como se vio en el apartado anterior, sino que también pueden estar relacionados con el aspecto regulatorio. Este aspecto y las buenas prácticas manufactureras (GMP, por sus siglas en inglés) son fundamentales para aquellos SOSCyT que están en la fase de comercialización de un producto y pueden ser transmitidas a los investigadores públicos induciendo cambios en la forma de trabajo del laboratorio.

En el caso de Bioinnovo, un investigador del INTA observa que la interacción con el personal de la empresa, dentro de INCUINTA, genera un aprendizaje en tema de GMP para los investigadores públicos, ya que adoptan formas de trabajo más protocolizadas y ordenadas, “registrando todo lo que se hace, lo cual permite tener la trazabilidad de las actividades que hacemos para luego poder evaluarlas”. En relación con Biotecnofé, dos investigadores de la UNL sostienen que se vinculan con personal de aseguramiento de la calidad y asuntos regulatorios de la empresa y aprenden a trabajar en modo más riguroso, garantizando la trazabilidad de lo que se hace, “a veces los desarrollos de la ciencia aplicada terminan siendo no aplicables ni transferibles porque faltaron datos o por baches en la trazabilidad”. Tanto en el caso de Bioinnovo como en el de Cellargen-Biotecnofé, en este aprendizaje que implica la absorción de conocimientos directamente de la empresa, también resulta fundamental algún grado de coexistencia en el mismo espacio físico y que la empresa ya posea una trayectoria productiva relevante junto a capacidades propias de I+D.

En la **Tabla 3** se sintetizan los tipos de aprendizajes y capacidades identificados y los casos donde se relevó esa evidencia, mientras que en la tercera columna se indican las condiciones que parecen necesarias para que se verifiquen.

Tabla 3. Aprendizajes y capacidades de I+D identificados en los casos y sus condiciones de posibilidad

Aprendizajes y capacidades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Condiciones que posibilitan el aprendizaje
Adquirir una visión	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	Doble dependencia: es un aprendizaje principalmente individual, que se transmite a la OP en la medida en que el fundador queda en la academia y sigue escribiendo y gestionando proyectos (casos 1, 2, 3 y 7) más integral del proceso de I+D
Aprendizaje por reutilización de datos en el proceso de I+D	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	Doble dependencia; rol activo del fundador en su laboratorio y en la empresa (caso 2); proyectos conjuntos (casos 7, 8 y 9; en el caso 7 es más notorio en la UBA)
Aprendizaje por extensión de la aplicación del conocimiento	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	Rol activo del fundador en su laboratorio y en la empresa (caso 3) Proyectos conjuntos (casos 7 y 8)
Aprendizaje por profundización en los resultados	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	Proyectos conjuntos: se comparten resultados y el origen científico de los fundadores permite satisfacer la curiosidad de los investigadores públicos (casos 8 y 9)
Aprender a hacer nuevos experimentos	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI	Equipamiento compartido: por espacio híbrido (casos 3, 8 y 9) o por apertura a recibir tesis (caso 6); doble dependencia; rol activo del fundador en su laboratorio y en la empresa (caso 1)
Aprender conocimientos técnicos de proveedores y clientes	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	Doble dependencia; rol activo del fundador en su laboratorio y en la empresa (casos 1 y 2; en el caso 7 la doble dependencia no alcanza por no haber una interacción relevante con UNCOMA y UNMdP)

Absorción de conocimientos científicos y tecnológicos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	Coexistencia en el mismo espacio físico; presencia de una empresa industrial establecida y con capacidades de I+D; proyectos conjuntos (o por espacios híbridos -casos 8 y 9- o por la inserción de personal de la empresa en el laboratorio público -caso 7-)
Absorción de conocimientos regulatorios	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	Coexistencia en el mismo espacio físico; presencia de una empresa industrial establecida y con capacidades de I+D (casos 8 y 9)

Fuente: elaboración propia.

Nota: SI: aprendizaje presente en el caso; NO: aprendizaje ausente en el caso.

5. Discusión

El acceso a nuevo equipamiento por parte de la OP y del sistema científico en general es tratado por la literatura como un beneficio económico, pero su exclusión del análisis, como en el trabajo de Hessels *et al.* (2021), no permite captar un beneficio relevante en términos cognitivos como la capacidad de realizar nuevos experimentos. Lo mismo acontece con el acceso al capital social (en términos de Murray, 2004) de la empresa, que es un beneficio de índole relacional, ya que considerar sus implicancias meramente en términos reputacionales (Van Stijn *et al.*, 2018) impide detectar las nuevas capacidades en técnicas agronómicas que los investigadores absorben de los proveedores y clientes de la firma. Vale la pena destacar que, en autores como Murray (2004) o Bolzani *et al.* (2021), el acceso a recursos intelectuales externos a la OP a través de sus redes es visto como un recurso intangible de la firma al que accede gracias al sector académico, mientras que en este trabajo se evidencia la relación opuesta; es decir, el acceso por parte de científicos a redes que están afuera de su alcance desde el laboratorio, como se observa en los casos de Apolo e Infira.

Entre los beneficios cognitivos identificados por Hessels *et al.* (2021) está el acceso a nuevos datos, si bien encuentra que esos datos generados por el SOSCyT son difícilmente utilizables en la investigación científica. En este artículo, al contrario, el aprendizaje por reutilización de datos en el proceso de I+D parece ser relevante. Asimismo, dichos autores no parecen plantearse la posibilidad de que la OP acceda a nuevos conocimientos que son de la empresa, mientras que Treibich *et al.* (2013) plantean que hay flujos bidireccionales de conocimiento en el binomio, aunque sin especificarlos. En este artículo se observa que el acceso al conocimiento de la firma es un beneficio intelectual muy relevante que, a su vez, se manifiesta a través de dos aprendizajes diferentes. Por un lado, metodologías de trabajo alineadas con la trazabilidad y las GMP; por el otro, la absorción de conocimientos científico-tecnológicos específicos que la firma maneja.

Respecto a la antigüedad del SOSCyT, en este artículo se encuentra evidencia de que los aprendizajes pueden verificarse tempranamente, incluso cuando el SOSCyT aún está en fase de incubación (los casos de Apolo, Infira, Nat4Bio y Cálce Biotech), contrariamente a lo supuesto por Treibich *et al.* (2013) y Hessels *et al.* (2021). Asimismo, de los dos casos donde no se verifican esos aprendizajes, Inmet y Punabio, el primero es antiguo (2011) mientras que el segundo es joven (2020), poniendo en evidencia que la edad de la empresa no es una variable tan crucial como el aspecto institucional. En el caso de Punabio, un contexto institucional expulsivo (la imposibilidad de incubarse en el PROIMI y la renuncia de las fundadoras al CONICET) ha interrumpido el surgimiento de una relación; en el caso de Inmet, la pertenencia a CONICET del fundador es meramente formal y no contempla lazos o interacciones de I+D con su institución de origen. En ambos casos no se observan proyectos conjuntos ni recursos compartidos y las cuestiones de confidencialidad y apropiabilidad obstruyen una mayor compenetración. Por ende, las empresas se limitan a absorber recursos humanos formados en el sistema de ciencia y tecnología, que entran en una relación de exclusividad (no se reciben becarios ni investigadores).

Respecto a las condiciones que posibilitan esos aprendizajes, el acceso a conocimientos de la firma requiere algún grado de coexistencia física en espacios híbridos, aspectos señalados por Van Stijn *et al.* (2018) y Hessels *et al.* (2021), pero también que la empresa cuente con capacidades de I+D previas y relevantes; por tal motivo se detecta este aprendizaje en los binomios más antiguos y donde una gran empresa participa en la fundación del SOSCyT. El fortalecimiento o la creación de capacidades por extensión de la aplicación del conocimiento o por profundización en los resultados acontecen en la medida en que haya proyectos conjuntos entre las partes (I+D conjunta), confirmando lo que plantean Van Stijn *et al.* (2018) y Hessels *et al.* (2021), lo cual a su vez requiere que la relación tenga cierta trayectoria temporal. En los demás aprendizajes parece cumplir un rol destacado la doble dependencia (de la empresa y de la unidad parental) del fundador o de otros integrantes del grupo, ya que constituye un elemento central para que un beneficio sea trasladado desde un plano individual (el científico fundador) a la OP (principalmente el laboratorio). Por ejemplo, la generación de capacidades en nuevos experimentos acontece principalmente cuando los investigadores pueden usar el equipamiento del SOSCyT, pero, cuando este aspecto está ausente, puede ser compensado por el rol activo del fundador tanto en la empresa como en la unidad parental. Esto es coherente con el concepto de movilidad o intercambio de personal (Zomer *et al.*, 2010; Hessels *et al.*, 2021). Sin embargo, en algunos casos este elemento no parece ser suficiente, sino que requiere además que el científico de doble afiliación también sea activo y comprometido en llevar el conocimiento de un lado al otro del binomio. Para que esto ocurra, es fundamental que el fundador ocupe un lugar de dirección dentro de su grupo y la unidad parental.

225

Conclusiones

La evidencia recolectada en este artículo permite observar que algunos aprendizajes se verifican con mayor frecuencia. Por ejemplo: i) aprender a hacer nuevos experimentos, ya que todo SOSCyT implica alguna ampliación del equipamiento disponible; ii)

adquirir una visión más integral del proceso de I+D; iii) aprender reutilizando datos en el proceso de I+D, en la medida en que el científico fundador articula mejor la ciencia básica y la ciencia aplicada y genera retroalimentaciones entre las actividades del laboratorio y de la empresa; y vi) aprender conocimientos técnicos de proveedores y clientes, ya que a menudo la creación del SOSCyT coincide con la validación de la tecnología a través de ensayos a campo que generan la necesidad en el científico fundador de vincularse con otros actores que poseen *know-how* específico. La alta frecuencia de tales aprendizajes parece depender fuertemente de la doble dependencia del fundador y, eventualmente, de la existencia de espacios físicos compartidos o de proyectos conjuntos entre investigadores públicos y personal de la empresa. Los aprendizajes menos frecuentes son la absorción de conocimientos regulatorios y el aprendizaje por profundización en los resultados, que requieren la existencia de una empresa con capacidades industriales como cofundadora del SOSCyT (lo cual se verifica solo en los casos más antiguos), y un vínculo consolidado entre esa empresa y los investigadores públicos. Desde el punto de vista de los casos, aquellos donde hay más aprendizajes coinciden con los casos más antiguos, donde el SOSCyT surge con una empresa consolidada como socia y donde existe una elevada circulación de recursos humanos en espacios compartidos. Por el contrario, en los casos donde se observan menos aprendizajes, o no hay relación SOSCyT-OP, o bien el científico fundador sale del sistema académico y deja de ejercer ese rol de interfaz que, como se ha visto, es fundamental para que el conocimiento fluya desde la empresa a la OP.

226

De los resultados del artículo derivan algunas implicancias para la política pública. En primer lugar, el impulso a la creación de SOSCyT se beneficiaría, dentro de la comunidad científica, de argumentos centrados en la dimensión intelectual y científica, que deberían complementar los argumentos más predominantes, tanto dentro de la academia como en la literatura sobre SOSCyT, que enfatizan en forma prioritaria el aspecto económico (regalías, participación accionaria, etc.), el aspecto reputacional (consolidar la imagen de una universidad emprendedora) o el impacto territorial (creación de puestos de trabajo y actividades productivas). En segundo lugar, en algunos casos esos aprendizajes y capacidades no se generan en forma espontánea; hay que inducirlos a través de condiciones y reglas del juego, para que la relación SOSCyT-OP sea verdaderamente bidireccional y el sector público no pierda una oportunidad. En este sentido, un enfoque flexible en cuanto a la afiliación institucional y la movilidad de los recursos humanos parece crear un contexto favorable a la generación de beneficios para la OP; lo mismo vale para aquellos espacios híbridos con alta circulación de personal de múltiple afiliación. Tales aspectos deberían ser tenidos en cuenta por las políticas universitarias y de entidades de ciencia y tecnología que apunten a fomentar los SOSCyT desde una perspectiva bidireccional.

Una de las limitaciones de este artículo es que se centra en un tipo de SOSCyT que se considera entre los más relevantes, por su especialización sectorial y nivel tecnológico, en el contexto argentino. Por esa razón, al mismo tiempo presenta especificidades que hacen poco recomendable extender estos hallazgos a otros tipos de SOSCyT. Como agenda de trabajo futura, sería necesario extender el estudio a otras áreas disciplinarias, abarcando también otras especializaciones tecnológicas, para analizar cómo las categorías ya identificadas pueden variar y complejizarse.

Bibliografía

Baroncelli, A. & Landoni, M. (2019). Imitation and entrepreneurial learning: Insights from academic spin-offs. *Industry and Higher Education*, 33(4), 233-245.

Bolzani, D., Rasmussen, E. & Fini, R. (2021). 'Spin-offs' linkages to their parent universities over time: The performance implications of equity, geographical proximity, and technological ties'. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 15, 590-618.

Cantner, U., Doerr, P., Goethner, M., Huegel, M. & Kalthaus, M. (2024). A procedural perspective on academic spin-off creation: the changing relative importance of the academic and the commercial sphere. *Small Business Economics*, 62, 1555-1590.

Czakon, W., Jedynak, P. & Konopka-Cupiał, G. (2022). Trust-and distrust-building mechanisms in academic spin-off relationships with a parent university. *Studies in Higher Education*, 47(10), 2056-2070. DOI: <https://doi.org/10.1080/03075079.2022.2122659>.

D'Este, P., Llopis, O., Rentocchini, F. & Yegros, A. (2019). The relationship between interdisciplinarity and distinct modes of university-industry interaction. *Research Policy*, 48(9), 103799.

Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.

227

Ferretti, M., Ferri, S., Fiorentino, R., Parmentola, A. & Sapio, A. (2019). Neither absent nor too present: the effects of the engagement of parent universities on the performance of academic spin-offs. *Small Business Economics*, 52(1), 153-173.

Fini, R., Fu, K., Mathisen, M. T., Rasmussen, E. & Wright, M. (2017). Institutional determinants of university spin-off quantity and quality: a longitudinal, multilevel, cross-country study. *Small Business Economics*, 48(2), 361-391.

Fini, R., Grimaldi, R. & Meoli, A. (2020). The effectiveness of university regulations to foster science-based entrepreneurship. *Research Policy*, 49(10), 104048.

Havenvid, M. I. (2017). Starting up from science. The case of a university-organized commercialization project. En L. Aaboen, A. La Rocca, F. Lind, A. Perna & T. Shih (Eds), *Starting up in Business Networks* (171-198). Londres: Palgrave.

Hessels L., Mooren, C. & Bergsma, E. (2021). What can research organizations learn from their spin-of companies? Six case studies in the water sector. *Industry and Higher Education* 35(3), 188–200. DOI: <https://doi.org/10.1177/0950422220952258>.

Johansson, M., Jacob, M. & Hellström, T. (2005). The strength of strong ties: university spin-offs and the significance of historical relations. *Journal of Technology Transfer*, 30(3), 271-286.

Laage-Hellman, J., Lind, F., Öberg, C. & Shih, T. (2020). Interactions between university spin-offs and academia: a dynamic perspective. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 35(12), 1941-1955.

Larédo, P. & Mustar, P. (2000). Laboratory activity profiles: an exploratory approach. *Scientometrics*, 47(3), 515–539.

McKelvey, M., Ljungberg, D., Zaring, O., Laage-Hellman, J. & Szücs, S. (2013), Collaborative strategies: how and why academic spin-offs interact with engineering university centers. En M. McKelvey & A. Heineman Lassen (Eds), *How Entrepreneurs Do What They Do: Case Studies in Knowledge Intensive Entrepreneurship* (34-47). Cheltenham: Edward Elgar. DOI: <https://doi.org/10.4337/9781781005491.00011>.

Murray, F. (2004). The role of academic inventors in entrepreneurial firms: sharing the laboratory life. *Research Policy*, 33(4), 643-659.

Muscio, A., Quaglione, D. & Ramaciotti, L. (2016). The effects of university rules on spinoff creation: The case of academia in Italy. *Research Policy*, 45, 1386–1396.

Mustar, P., Renault, M., Colombo, M. G., Piva, E., Fontes, M., Lockett, A., Wright, M., Clarysse, B. & Moray, N. (2006). Conceptualizing the heterogeneity of research-based spin-offs: a multi-dimensional taxonomy. *Research Policy*, 35(2), 289–308.

228

Neves, M. & Franco, M. (2018) Academic spin-off creation: barriers and how to overcome them. *R&D Management*, 48(5), 505–518.

Park, A., Maine, E., Fini, R., Rasmussen, E., Di Minin, A., Dooley, L., Mortara, L., Lubik, S. & Zhou, Y. (2024). Science-based innovation via university spin-offs: the influence of intangible assets. *R&D Management*, 54, 178-198. DOI: <https://doi.org/10.1111/radm.12646>.

Perkmann, M., Salandra, R., Tartari, V., McKelvey, M. & Hughes, A. (2021). Academic engagement: A review of the literature 2011–2019. *Research Policy*, 50(1), 104-114.

Rappert, B. & Webster, A. (1998). Links between universities and their spin-offs: variation by type and sector. *Industry and Higher Education*, 12, 332–338.

Rasmussen, E. & Borch, O. J. (2010). University capabilities in facilitating entrepreneurship: A longitudinal study of spin-off ventures at mid-range universities. *Research Policy*, 39(5), 602–612.

Rasmussen, E., Mosey, S. & Wright, M. (2014). The influence of university departments on the evolution of entrepreneurial competencies in spin-off ventures. *Research Policy*, 43(1), 92-106.

Rizzo, U. (2015). Why do scientists create academic spin-offs? The influence of the context. *Journal of Technology Transfer*, 40, 198-226.

Shinn, T. & Lamy, E. (2006). Paths of commercial knowledge: forms and consequences of university-enterprise synergy in scientist-sponsored firms. *Research Policy*, 35, 1465-1476.

Siegel, D. S. & Wright, M. (2015). Academic Entrepreneurship: Time for a Rethink? *British Journal of Management*, 26, 582-595. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-8551.12116>.

Slavtchev, V. & Göktepe-Hultén, D. (2015). Support for public research spin-offs by the parent organizations and the speed of commercialization. *The Journal of Technology Transfer*, 41(6), 1507-1525. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10961-015-9443-6>.

Stake, R. (1995). *Investigación con estudios de caso*. Madrid: Ediciones Morata.

Stubrin, L., Drucaroff, S., Bortz, G. & Piccolo, M. (2024). Empresas de biotecnología en Argentina: indicadores clave de una actividad en crecimiento. Documento de trabajo CENIT.

Toole, A. A. & Czarnitzki, D. (2010). Commercializing science: Is there a university “brain drain” from academic entrepreneurship? *Management Science*, 56(9), 1599-1614.

Treibich, T., Konrad, K. & Truffer, B. (2013). A dynamic view on interactions between academic spin-offs and their parent organizations. *Technovation*, 33, 450-462.

229

Van Stijn, N., van Rijnsoever, F. J. & van Veelen M. (2018). Exploring the motives and practices of university–start-up interaction: evidence from Route 128. *Journal of Technology Transfer*, 43, 674-713.

Verre, V., Milesi, D., Petelski, N. (2021). Science-Industry Cooperation: What are the Benefits for the Public Part? Evidence from Argentine Biopharmaceutical Sector. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 18(3), 1-22.

Verre, V., Milesi, D. & Petelski, N. (2023a). New capacities and enhanced research agenda for science: Exploring relational cooperation with industry. *Knowledge and Process Management*, 30(4), 434-445.

Verre, V., Milesi, D. & Petelski, N. (2023b). Learning opportunities and research agenda enrichment: can science benefit from research service to industry? *International Journal of Technological Learning Innovation and Development*, 14(4), 380-399.

Yin, R. K. (2017). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*, Thousand Oaks: Sage.

Zomer, A., Enders, J. & Jongbloed, B. (2010). Do spin-offs make the academics' head spin? The impacts of spin-off companies on their parent research organization. *Minerva*, 48, 331-353.

**El *Network Readiness Index* (2019-2023).
Un análisis teórico y crítico ***

**O *Network Readiness Index* (2019-2023).
Uma análise teórica e crítica**

***The Network Readiness Index* (2019-2023).
A Theoretical and Critical Analysis**

Magdalena Day  **

El *Network Readiness Index* (NRI), o Índice de Preparación de Redes, mide cuán preparadas están las economías para los desafíos tecnológicos y sociales de la interconexión. Fue presentado por el Foro Mundial por primera vez en 2002, como parte de un reporte acerca del estado global de tecnología, pero luego se discontinuó su elaboración. Posteriormente, Soumitra Dutta y Bruno Lanvin, dos de los consultores encargados del índice, se independizaron y continuaron la elaboración del NRI con el apoyo de empresas y universidades. Desde 2019, la metodología consideró más aspectos que el acceso tecnológico y se concentró en cuatro pilares: “Tecnología”, “Sociedad”, “Impacto” y “Gobernanza”, cada uno con subpilares e indicadores que van desde la inversión en tecnologías del futuro y en I+D hasta la inclusión y el desarrollo de habilidades digitales. El NRI presenta las posiciones en estos pilares de unas 130 economías alrededor del mundo, y cada año analiza temáticas como la transformación digital, la crisis de la pandemia y la confianza en la sociedad red. En este artículo analizamos los cambios en el NRI entre 2019 y 2023, los países que lo lideran, y las posibilidades y los desafíos para establecerse como índice global.

231

Palabras clave: *Network Readiness Index*; transformación digital; tecnología; redes; sociedad

* Recepción del artículo: 17/02/2024. Entrega del dictamen: 25/04/2024. Recepción del artículo final: 18/06/2024.

** Doctora en ciencias sociales, Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. Correo electrónico: magdalena.day@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0025-9912>. Este trabajo se desprende de la tesis doctoral de la autora (2022).

O *Network Readiness Index* (NRI) mede o grau de preparação das economias para os desafios tecnológicos e sociais da interconexão. Foi apresentado pela primeira vez pelo Fórum Mundial em 2002, como parte de um relatório sobre o estado global da tecnologia, que posteriormente interrompeu a sua produção. Posteriormente, Soumitra Dutta e Bruno Lanvin, dois dos consultores responsáveis pelo índice, tornaram-se independentes e deram continuidade ao desenvolvimento do NRI com o apoio de empresas e universidades. Desde 2019, a metodologia considerou mais aspectos além do acesso tecnológico, e focou em quatro pilares: “Tecnologia”, “Sociedade”, “Impacto” e “Governança”, cada um com subpilares e indicadores que vão desde investimento em tecnologias do futuro, em I&D, para a inclusão e desenvolvimento de competências digitais. O NRI apresenta as posições nestes pilares de cerca de 130 economias ao redor do mundo, e todos os anos analisa temas como a transformação digital, a crise pandêmica, a confiança na sociedade em rede. Neste artigo analisamos a evolução deste índice, as mudanças nos últimos cinco anos do NRI (2019-2023), os países que o lideram, as possibilidades e desafios para se estabelecer como um índice global.

Palavras-chave: *Network Readiness Index*; transformação digital; tecnologia; redes; sociedade

The Network Readiness Index (NRI) measures how prepared national economies are for the technological and social challenges of interconnection. It was presented by the World Forum for the first time in 2002, as part of a report on the global state of technology, but later it was discontinued. Subsequently, Soumitra Dutta and Bruno Lanvin, two of the consultants in charge of the index, became independent and continued the development of the NRI with the support of companies and universities. Since 2019, the methodology considered more aspects than technological access, and focused on four pillars: “Technology”, “Society”, “Impact” and “Governance”, each with sub-pillars and indicators ranging from investment in technologies of the future and in R&D to the inclusion and development of digital skills. The index presents the positions in these pillars of approximately 130 economies around the world, and each year it analyzes topics such as digital transformation, the pandemic crisis and the trust in the network society. This article analyzes the progress of the NRI, the changes it suffered between 2019 and 2023, the countries that lead it, and the possibilities and challenges to establish itself as a global index.

Keywords: *Network Readiness Index*; digital transformation; networks; society; technology

Introducción

El avance tecnológico de fines del siglo XX se tradujo en anuncios de gobiernos y decisores políticos sobre la necesidad de subirse a una “autopista de la información”, cuyo destino final era una nueva sociedad.¹ Algunos conceptos como “sociedad de la información” o “sociedad del conocimiento” graficaron la creencia de que, en la medida en que aumentan las cantidades de información y digitalización, se presenta un nuevo mundo. En la sociedad contemporánea, la interconexión -esto es, la dinámica en red, y el planeta entendido como una gran red global- sostiene una creciente digitalización de actividades y servicios. ¿Hay países más conectados que otros? ¿Qué supone “estar preparado para estar en red”? ¿Existen países que aprovechen más la interconexión?

El *Network Readiness Index* (NRI en adelante), o Índice de Preparación de Redes, se publica anualmente como uno de los índices globales (2019), y como una versión *aggiornada* de diferentes intentos anteriores de organismos internacionales por medir el impacto de la tecnología en la sociedad. A su vez, este índice se presenta como un *benchmarking* o mejor práctica del futuro; es decir, para evaluar el progreso y la preparación en la adopción de tecnología. A diferencia de otros índices o indicadores, agrega variables vinculadas al impacto de la tecnología en la sociedad, también indicadores sobre adopción de tecnología en empresas, desarrollo de habilidades y regulaciones gubernamentales, como así también la contribución a las economías, por mencionar algunos.

En este artículo analizamos los reportes publicados entre 2019 y 2023, ya que en 2019 el índice fue reformulado y pasó a estar a cargo de un equipo de consultores que trabajaban con el Foro Económico Mundial: Soumitra Dutta y Bruno Lanvin. Presentamos un análisis teórico y crítico; es decir, desde una evaluación de supuestos conceptuales subyacentes al NRI como “índice global” y como estándar que combina aspectos tecnológicos, sociales y de política pública. Para esto nos guiamos por los pilares principales, las temáticas que analiza, el perfil de las tecnologías que evalúa y otras dimensiones externas al reporte como el idioma en el que se publica, entre otros. El interrogante que guía el artículo es si el índice refleja la interconexión a partir de las tecnologías, o si incluye más dimensiones en su análisis. Analizamos los cambios de cada año, los principales países que lideran las posiciones y las especificidades de los criterios incluidos como relevantes para los decisores y públicos a los que se quiere llegar.

233

1. Marco conceptual

Desde finales del siglo pasado, el rápido avance tecnológico -entendido como la aparición de las tecnologías de la información y la comunicación, e Internet, entre

1. El concepto de una autopista de la información estuvo en el centro de los debates políticos estadounidenses en la década de los 90, cuando se ofrecía como respuesta a casi cualquier problemática sobre desarrollo económico (Hardt y Negri, 2000, p. 280).

otros- fue acompañado por iniciativas de organismos internacionales para captar el desarrollo o crecimiento que estas tecnologías conllevarían.

Desde los años 50 se dio importancia a medir e incrementar actividades vinculadas a la información, ya que implicaría un cambio cualitativo en la sociedad. La suposición de que un incremento en actividades vinculadas con la información -el sector “servicios”, genéricamente medido- marcó una ruptura con respecto a modelos económicos de tipo industrial. Tal fenómeno fue caracterizado como “sociedad de la información” para algunos teóricos, entendida como nuevo estadio social a partir de los cambios en la producción. Diferentes conceptos y teorías buscaron graficar estos cambios: desde el “postindustrialismo” de Daniel Bell, que permitió tipificar una economía con un sector servicios en incremento, entre 1950 y 1973, hasta la “sociedad red” de Castells (2005, p. 115). Para este último autor, lo que tradicionalmente se medía como parte del sector “servicios”, en adelante constituyó una nueva área de productividad basada en información para ser aplicada a más información y conocimiento (Castells, 2005, p. 468). En la base de esta nueva forma de producción, se encontraban actividades productivas que involucraban y promovían la generación, el almacenamiento, el procesamiento y la transmisión de información (Castells, 2005, pp. 51-60).²

Pero, tal como argumentaron Hardt y Negri (2000), la centralidad de los trabajos y servicios basados en la información, y “capturados” o potenciados por la tecnología, no implicó la desaparición inmediata del modelo industrial.³ Por el contrario, el modelo informacional, o infoindustrial comenzó en países como Estados Unidos, Reino Unido, y Canadá, donde se produjo un declive de la economía industrial, y el acelerado surgimiento de trabajos del sector servicios (actividades basadas en la información) (Hardt y Negri, 2000, p. 288). En Alemania y Japón, la nueva economía de servicios logró una coexistencia con viejas formas de industrialización. Como efecto no deseado, según estos autores, segmentos de la economía quedaban “desconectados” de las posibilidades que ofrecían de esta redes.

El crecimiento de estas economías basadas en servicios y la nueva configuración económica y geopolítica en redes generaron una dinámica entre las instituciones nacionales y nuevas entidades supraestatales con influencia decisiva en la competencia económica (Castells, 2010, p. 352). De esta forma, se formaron redes de capital, trabajo y mercados, conectadas a “personas y localidades alrededor del mundo”, según su valor para el nuevo sistema capitalista global (Castells, 2010, p. 373).

En los años 90 se dio el apogeo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), aunque esta denominación denotaba a la tecnología como algo exógeno o externo. El supuesto de la información como característica de nuevas economías,

2. Según Castells, existe un intervalo considerable de tiempo entre innovación tecnológica y productividad económica, o cómo la primera impacta en la segunda, lo que se vio reflejado en cómo las transformaciones por la implementación de tecnologías de la información y la comunicación y su impacto en el PBI de Estados Unidos durante los años 70 recién se vio reflejado en las estadísticas de 1994 y 1999.

3. En la categorización de “servicios” se incluyeron generalmente a los servicios informáticos (*software* e ingeniería), servicios financieros, “servicios intensivos en conocimiento” (los que permiten el *e-commerce*, infraestructura de comunicaciones, entre otros) (Aboal, Crespi y Rubacalba, 2015).

sobre todo de servicios, y el intento por ampliar las TIC a casi cualquier cosa, orientó iniciativas de organismos internacionales para recolectar estadísticas sobre el acceso y el uso de estas tecnologías. Uno de esos casos fue el de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que trabajó con agencias de estadísticas, ministerios de telecomunicaciones y autoridades regulatorias de cada nación en la Unidad Internacional de Telecomunicaciones o UIT (ITU-D), que luego publicó un índice de desarrollo, el *ICT Development Index* (IDI), que estuvo disponible desde 2009 hasta 2017.

Los múltiples decisores a nivel nacional e internacional, tanto como las empresas de telecomunicaciones, se preocupaban a principios de milenio por disminuir la “brecha digital”, entendida como la diferencia entre los países con poco acceso a Internet y banda ancha, y aquellos que tenían mayor desarrollo y penetración de las tecnologías y acceso. No obstante, estas mediciones, y los supuestos subyacentes, eran limitados en cuanto a lo que implica una “economía en red”. La referencia a la interconexión, tal como Castells la define, implica un proceso de asimilación tecnológica según el cual la sociedad incluye a la tecnología en sus dinámicas comunicativas y productivas, entre otras. La nueva economía que describe Castells es la “base para generar el excedente necesario para invertir en los flujos globales o el resultado de la inversión originada en esas redes financieras” (2005, p. 468). Esta necesidad acerca de un marco diferente para medir las actividades basadas en el sector tecnológico, pero también, los cambios en la sociedad a partir de la interacción e integración tecnológica (en oposición a “aplicación de tecnología”) se condice con los años en los que surge el NRI. En consecuencia, durante un acelerado fin de milenio se pasó de medir el grado de acceso a las telecomunicaciones y las TIC a desarrollar el NRI, que mide el grado de preparación de países para “estar en red”.

235

2. Metodología

El NRI es un índice que refleja el grado de interconexión y preparación de países para “estar en red”. Aunque un índice es una representación cuantitativa, un conjunto de estadísticas que refleja el estado de la economía de un país, de un mercado o de una determinada industria, también sirve como medida sobre la distancia del objetivo deseado. Tal como el índice Dow Jones se utiliza para invertir en empresas, el NRI no solamente refleja el estado de ciertos indicadores que combinan lo tecnológico con lo social: se posiciona como estándar de un estado deseado de adopción tecnológica.

Durante el período 2019-2023, el NRI no solo analizó la infraestructura tecnológica, sino la intervención de los gobiernos y el impacto de factores sociales en la formulación de estrategias digitales interconectadas. Por esta razón hacemos un análisis de los reportes del NRI de los últimos cinco años: los supuestos y efectos de los principales pilares, y las temáticas que orientan la selección y resultados. Sobre todo analizamos el pilar “tecnología” y su relación con otros pilares como el de “gobernanza” para determinar cómo definen “estar preparado en red”.

En el próximo apartado señalamos cómo, cada año, en el período 2019-2023, cambia la forma en la que estas variables se miden, como parte de un proceso que

sigue los cambios en el mercado tecnológico y en estándares productivos, más que debates globales sobre el índice en sí mismo.

3. Discusión

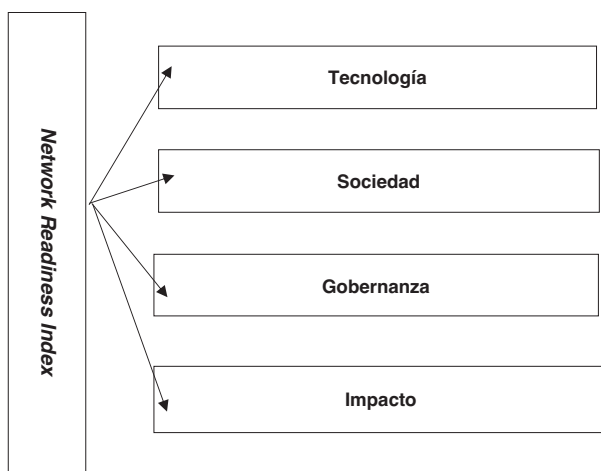
3.1. El rediseño del NRI y los cambios en sus resultados de 2019 a 2023

El NRI fue publicado por primera vez en 2002 por el Foro Económico Mundial, que lo incluyó en un reporte más abarcativo denominado: “Reporte Global de Tecnología de la Información” (Dutta y Lanvin, 2022, p. 31). Entre 2009-2010, el NRI se había posicionado como el índice más integral con respecto a las TIC (*ICT readiness*), cubriendo 133 economías del mundo desarrollado y en desarrollo. En ese momento incluía cuatro categorías, diez subcategorías y 53 indicadores. Hasta 2016 era una publicación del Foro Económico Mundial, y luego se realizó con empresas y universidades privadas.

En 2019, debido a reestructuraciones internas, el Foro Económico Mundial designó al equipo de consultores Dutta y Lanvin, quienes ya participaban en su confección. Estos consultores crearon el Instituto Portulans, una organización educativa y de investigación sin fines de lucro con base en Washington DC, para llevar adelante un nuevo NRI. A partir de su independencia del Foro Económico Mundial, los consultores se asociaron con empresas y universidades como INSEAD (escuela de negocios con oficinas en España, Francia y Singapur, donde Lanvin es profesor emérito), Cornell y Oxford (ya que Dutta es profesor en la escuela de negocios Saïd).

Entre 2019 y 2023, el objetivo del NRI fue establecerse como herramienta cuantitativa, de valor para el diálogo internacional para los múltiples decisores o *stakeholders*, tanto a nivel global, nacional y regional. Los diversos públicos de este índice han sido presentados como decisores de políticas públicas, líderes de negocios, académicos y la sociedad civil.

Una de las preocupaciones en el relanzamiento del NRI de 2019 es la posibilidad de fragmentación social y vulnerabilidad democrática en los diferentes países, a medida que surgen nuevas tecnologías como el *big data*, la inteligencia artificial y la realidad virtual, que cobran “*momentum*” (Dutta y Lanvin, 2019, p. 20). Esta preocupación, como punto de partida, admite que puede haber asimetrías en la implementación de políticas y decisiones tanto de los gobiernos como de las empresas. Por esta razón, el relanzamiento del NRI estuvo guiado por el supuesto de que el aprovechamiento de la tecnología debe asegurar “el bien común” y atender a todos los públicos de interés (Dutta y Lanvin, 2019, p. 19). En base a este nuevo encuadre, los autores del NRI establecieron cuatro pilares para el índice: “Tecnología”, “Sociedad” (*people*), “Gobernanza” e “Impacto” (**Figura 1**).

Figura 1. Pilares del *Network Readiness Index*

Fuente: elaboración propia en base a Dutta y Lanvin (2019-2023).

Al interior de cada uno de los pilares se incluyeron más criterios según los cuales se procesa y define la ubicación de los países incluidos en el ranking. Cada pilar, a su vez, se divide en tres subpilares que contienen diferentes indicadores (revisados cada año).

237

El pilar “Tecnología” tiene tres subpilares principales: “Acceso” (el nivel de infraestructura y asequibilidad de TIC en cada país), “Contenido” (el tipo de tecnologías digitales disponibles en cada país y las que se producen) y “Tecnologías Futuras” (en qué medida están preparados los países para tecnologías como inteligencia artificial o Internet de las cosas).

El pilar “Sociedad” tiene tres subpilares: “Individuos”, que incluye el desarrollo de habilidades digitales (que en el informe se definen como *ICT skills*, es decir: capacidades vinculadas a las TIC), las suscripciones a Internet de banda ancha, el uso de redes sociales, los estudios terciarios y la tasa de adultos conectados; el subpilar “Empresas”, que incluye compañías con sitio web, financiamiento y gasto en inversión y desarrollo (I+D), profesionales, técnicos asociados, inversión anual en servicios de telecomunicaciones; y el subpilar “Gobiernos”, que incluye a gobiernos con servicios digitales, publicación y uso de datos abiertos, promoción gubernamental en tecnología emergente, y gastos de gobierno y educación superior en investigación y desarrollo (I+D).

El pilar “Gobernanza” tiene tres subpilares: “Confianza”, “Regulación” e “Inclusión de gobernanza”, entendida como una regulación de los mecanismos. Aquí cabe diferenciar el concepto de “gobernanza” de “gobierno”; si bien son similares, la primera refiere a “la realización de relaciones entre diversos actores involucrados en el proceso de decidir, ejecutar y evaluar asuntos de interés público (CEPAL, s/f). Es

decir, este pilar busca reflejar en qué medida los países hacen cumplir los objetivos o pautas con las que se implementan estos programas y tecnologías. Este punto tiene gran vinculación con los compromisos ante organismos internacionales, por ejemplo, de acelerar procesos vinculados a gobierno electrónico, ya que así se renuevan posibilidades de financiamiento tecnológico para adquirir más tecnología o adherir a prácticas innovadoras vinculadas a la tecnología.

El pilar “Impacto” tiene tres subpilares principales: “Economía”, “Calidad de vida” y “Contribución al PBI”. El impacto que antes se refería al “sector TIC en la sociedad y en el desarrollo de las naciones” se tradujo en una comprensión acerca de una dinámica que incluía a personas y gobiernos” (Dutta y Lanvin, 2019, p. 7).

Además de estos subpilares con indicadores que definen la posición de un país, el NRI presenta los resultados de la posición general de cada país en su ranking internacional y la específica en cada uno de los pilares analizados. Es decir, un país puede estar primero en el ranking general, pero cuarto si solamente se lo mide en uno de los pilares. Al mismo tiempo, se cruza la performance de un determinado país con sus ingresos.

Si bien los pilares y subpilares ya están establecidos, los autores modifican las temáticas específicas que se analizan, como estrategia para promover la necesidad de mejora para algunos países, e incluyen así tendencias del sector tecnológico, laboral y político. Por ejemplo, en 2019 el título del reporte fue “Hacia una sociedad preparada para el futuro”, y el de 2020 “Acelerando la Transformación Digital en una Economía Global post-COVID”. El de 2021 se tituló “Moldeando la recuperación global: Cómo las tecnologías digitales pueden hacer al mundo post COVID más igualitario”, mientras que el 2022 se llamó “Entrando a una nueva era. Cómo y por qué los nativos digitales van a cambiar el mundo” y el de 2023 “La confianza en la sociedad red: ¿Una crisis en la era digital?” (Tabla 1).

Tabla 1. Títulos del NRI desde 2019 a 2023 y país que lo lidera

Aspectos/año Reporte	2019	2020	2021	2022	2023
Tema	Hacia una sociedad preparada para el futuro	Acelerando la Transformación Digital en una economía Global pos COVID	Moldeando la recuperación global: Cómo las tecnologías digitales pueden hacer al mundo pos COVID más igualitario	Entrando en una nueva era digital. Cómo los nativos digitales van a cambiar el mundo	La confianza en la sociedad red: ¿Una crisis en la era digital?
Top performers	Suecia	Suecia	Países Bajos	Estados Unidos	Estados Unidos

Fuente: elaboración propia en base a Dutta y Lanvin (2019-2023).

En 2019, el título del reporte del NRI se tituló: “Hacia una sociedad preparada para el futuro”, y midió la performance de 121 economías a lo largo de 62 indicadores. Ese fue el año en el que se presentó el nuevo marco metodológico mencionado más arriba, y que incluye la integración de las personas con la tecnología, y con las estructuras de gobernanza, y el impacto (Dutta y Lanvin, 2019, p. 7). El reporte del NRI de 2019 incluyó consideraciones sobre el aprovechamiento de las tecnologías de la información y la comunicación que, además de las ventajas competitivas de diversas economías, contemplaran el bienestar general.

El tema principal del reporte del NRI de 2020 fue la transformación digital, a la que Dutta y Lanvin definen como un cambio radical, profundo, de entidades (a diferencia de estrategias o iniciativas digitales) (2020, p. 14). Los autores toman esta categorización los de la consultora internacional McKinsey y diferencian así cuatro tipos de transformaciones digitales: las referidas a procesos y modelos de negocios, la de dominios, y la cultural-organizacional (Dutta y Lanvin, 2020, p. 23).

El concepto de transformación digital se utiliza para promover la noción de que urge la implementación y reconfiguración de prácticas organizacionales, a través de las tecnologías, por supuesto, para llegar a un punto deseado, diferente al actual. El supuesto subyacente es el de desarrollar arquitecturas de la información (web), integración de sistemas y aplicaciones, optimización de sitios y plataformas para campañas de publicidad y ventas, etc. Se utiliza tanto en el mundo de los negocios y la gestión empresarial como en políticas de gobierno digital (CEPAL, s/f).

Pero, a diferencia de reportes de mercado, o de consultoras internacionales, el NRI incluye más aspectos vinculados a esta transformación, por ejemplo, en subpilares del pilar “Tecnología”. Por ejemplo, se incluyen estadísticas sobre el desarrollo de habilidades digitales en “Individuos”. También, en el subpilar “Gobiernos” se mide la publicación de datos abiertos, gasto en investigación y desarrollo (I+D), y servicios digitales, por mencionar los principales. Es decir, no solamente se mide el gasto e inversión en tecnologías emergentes y nuevas que redefinen la transformación digital. Además, se establece esta sinergia entre la adopción de tecnologías de avanzada (“Tecnologías del Futuro”), las habilidades que las organizaciones educativas y gobiernos enseñan a los ciudadanos. Los mejores puestos del NRI 2020 los obtuvieron Suecia, Dinamarca y Singapur.

El reporte del NRI de 2021, titulado “Moldeando la recuperación global: Cómo las tecnologías digitales pueden hacer al mundo post COVID más igualitario”, partió de una desigualdad en el acceso a la tecnología, que quedó en evidencia durante la pandemia por COVID-19. Debido a que el contexto de este reporte fue el de una “gran aceleración”, tecnológica y digital, a causa de la crisis de salud global se destacó el rol de los Estados, que volvieron a ser actores clave al incentivar políticas públicas referidas a la transformación digital (esto es, la importancia de tener presencia en Internet, realizar negocios en línea, etc.) y amortizar las desigualdades de conectividad. A las desigualdades en el acceso a Internet a nivel global, se suma la brecha de género (12%). En 2021, los Países Bajos obtuvieron la mejor posición en el ranking general del NRI, seguidos de Suecia y Dinamarca. Y Suecia, que había liderado los

años anteriores, vio un retroceso en su posición. En este reporte se hizo evidente que los que mejores posiciones tienen son los de ingresos más altos. No obstante, Dutta y Lanvin señalan la excepción de China (puesto 29) e India (puesto 67), ya que, a pesar de pertenecer a países de ingresos medios, tuvieron buenos puntajes debido a sus ya sólidos sectores tecnológicos. Este reporte de 2021 destaca los paquetes fiscales que algunos países implementaron durante la pandemia por COVID-19 para áreas que resultaron clave durante la pandemia como la salud, la economía “verde” o sostenible, la infraestructura tecnológica y la transformación digital (Dutta y Lanvin, 2021, p. 19). En este reporte, el impacto (como la recesión en muchos países, y los altos niveles de endeudamiento) que generó la pandemia en la medición de infraestructura y desarrollo de habilidades digitales. Estados Unidos aparece primero en el subpilar de “Tecnología”, aunque no lidere el ranking final del NRI de ese año (Dutta y Lanvin, 2021, p. 32).

En el reporte de 2022, “Entrando a una nueva era. Cómo y por qué los nativos digitales van a cambiar el mundo”, Dutta y Lanvin argumentan que, si bien existe una aceleración digital en las principales economías del mundo, más del 40% de la población actual no tiene acceso a Internet. Esto se traduce en que “numerosas naciones todavía no pueden acceder a las plenas ventajas de las tecnologías digitales debido a los desafíos en curso, a las limitaciones estructurales, y a ambientes regulatorios fragmentados” (Dutta y Lanvin, 2022, p. 8). A este ranking internacional según la performance total en los cuatro pilares, se suma que cada año el equipo que realiza el índice actualiza los indicadores que lo integran y reemplaza algunos códigos. Por ejemplo, en una auditoría del Instituto Portulans se detallan los cambios de 2021 a 2022, donde se detalla que en el subpilar “Gobernanza” se cambió el tercer indicador: de “Adaptabilidad del marco legal a las tecnologías emergentes” a “Regulación de tecnologías emergentes” (Caperna y Kovacic, 2022, p. 230).

De América Latina, el informe de 2022 destaca a Brasil y el surgimiento de “unicornios” o emprendimientos digitales valuados en más de 1000 millones de dólares como un signo del crecimiento de los negocios digitales en la región (Dutta y Lanvin, 2022, p. 8). No obstante, este último dato del reporte no necesariamente denota un crecimiento de las capacidades de la región en términos de inclusión de las comunidades en la economía digital. En este reporte se constata que, si bien la pandemia por COVID-19 incrementó el aprendizaje en línea en muchos países, “el 89% de los estudiantes de África Sub-Sahariana no tiene una computadora y 82% no tiene acceso a Internet” (Dutta y Lanvin, 2022, p. 18).

En 2023, Estados Unidos lideró el ranking internacional del NRI, Singapur mantuvo su segundo lugar -al igual que en 2022- y en el tercero se ubicó Finlandia. Este reporte se tituló “La confianza en la sociedad red: ¿Una crisis en la era digital?”, con una afirmación de los autores según la cual en el ámbito digital “la confianza es a menudo una precondition para la existencia misma de una transacción” (Dutta y Lanvin 2023, p. 5). El argumento era que “en sociedades en red, la confianza es el pegamento que sostiene el edificio digital” (p. 5). Es decir, el énfasis en este reporte estuvo en la confianza, que específicamente se vincula con la importancia del pilar “Gobernanza”, en el que se consideran las regulaciones gubernamentales y la inclusión. Pero el análisis sobre la confianza también incluyó los aspectos “negativos” de tecnologías

emergentes, sobre todo en relación con respecto a la privacidad y la vigilancia. Aumentan las preocupaciones de los individuos sobre la privacidad y la vigilancia, y sobre el marco de los medios (Dutta y Lanvin, 2023, p. 20). Así y todo, hay que decir que toman el testimonio de “estadounidenses” para tal afirmación. En este reporte llama la atención la falta de referencia a trabajos académicos sobre la “sociedad red”, como podría ser el caso de Castells, Van Dijk (2012) y Barney (2004). Para este último, igualar el espíritu de nuestra “época” con el de las redes no es inocente, ya que implica que los principios constitutivos de las redes se han convertido en “las fuerzas que animan la vida individual, social, económica, y política” (Barney, 2004, p. 2). Para Castells, la sociedad red es una estructura social resultante de las transformaciones en la economía y las nuevas formas de producción, que prevalece sobre la acción individual (Castells, 2005).

Con respecto al análisis por regiones, este informe destaca que en África continúan los desafíos para asegurar la interconexión entre empresas, personas e instituciones. En treinta países de la región se identifican problemas para el acceso a Internet, en relación con los costos que lo permitan. Estados Unidos se mantuvo como líder indiscutido en “Tecnologías del Futuro”; en el pilar “Tecnología” se cambió el subpilar “Contenido” con respecto a años anteriores, reflejando los intereses en tendencias tecnológicas del 2023: “Compromisos en GitHub”, “Registros de dominios de Internet”, “Desarrollo de *apps* móviles” (aplicaciones para celulares, “Publicación científicas sobre IA (inteligencia artificial)”).

Chile ha superado a Brasil como el país más interconectado de América del Sur, y Estados Unidos fue el primero en el continente americano, único incluido entre los países del ranking. Argentina figura entre los países de ingresos medio-altos, y se ubica a mitad de camino entre los países mejor posicionados y los no tan preparados para estar en red. En el 2020, el país obtuvo el puesto 60, de un total de 134 países evaluados, y su mejor posición fue en el pilar “Sociedad”. En 2021, Argentina ocupó el puesto 58, con su mejor puntaje en el mismo pilar, especialmente en los indicadores de “Individuos”, relativo al acceso y las “capacidades digitales”. Si bien en el pilar “Tecnología”, Argentina no obtuvo su mejor puntaje, sí se incluyó en el reporte la disponibilidad de redes 4G. En el ranking 2022 del NRI, Argentina obtuvo el puesto número 57 sobre un total de 131 países evaluados, con su mejor performance en el pilar de “Tecnología”, subpilar “Tecnologías Futuras” (Dutta y Lanvin, 2022, p. 77).⁴ En 2023, el país descendió unas posiciones en el reporte del NRI, ubicándose en el puesto 61, de un total de 134 países evaluados, con un puntaje de 49,78.

3.2. Sobre el NRI y “estar en red”: la interrelación entre los pilares “Tecnología” y “Sociedad”

Del análisis de los informes de 2019-2023, resulta que la dinámica de interrelación entre los pilares y subpilares se obtiene la definición sobre qué es “estar preparado para estar en red” según el NRI. Con respecto al pilar “Tecnología”, el NRI mantiene

4. Incluimos a Argentina como ejemplo sobre cómo un país puede tener una posición entre los países de ingresos medio-altos, por el *mix* entre el acceso y uso de tecnología, y el desarrollo de capacidades (individuales, a nivel sociedad, y organizaciones) “digitales” relevantes para educación, el trabajo y la investigación.

una consideración de la tecnología en su capacidad productiva y, por ende, supone una asimilación y creación permanente de estructuras y formas sociales. Como consecuencia, el pilar “Sociedad” (*people*) contempla indicadores individuales, de empresas y de gobiernos —es decir, institucionales—. Es decir, evalúa de qué manera los niveles micro y macro de análisis social realizan prácticas económicas a partir de la interconexión. Pero el NRI considera en su medición no solamente los niveles de acceso e inversión en tecnología, sino también la confianza de la sociedad en la tecnología, las acciones en pos de regulación, la inclusión. Aquí aparece la interacción de los pilares “Impacto” y “Gobernanza”. Un país puede tener buena performance en “Tecnología”, pero quedarse atrás en su posición general por estar abajo en otro ítem, como “Sociedad”, como es el caso de Catar.

Si bien el NRI amplía el alcance de las mediciones y evaluaciones sobre el cruce entre tecnología y aspectos sociales, y políticos, sigue centrado en la tecnología. En el desglose de indicadores del pilar “Tecnología”, incluye “Contenidos”: “*GitHub commits*”, “Ediciones de Wikipedia”, “Registros de Dominios Internacionales”, “Desarrollo de Apps móviles”. *GitHub* es una plataforma tecnológica, y en los informes del NRI que aquí analizamos la definen como “la fuente de código más grande del mundo” (Dutta y Lanvin, 2019). En *GitHub*, el NRI considera los *commits*, que pueden ser traducidos literalmente como compromisos, pero se refiere a los cambios en uno o más archivos, y las confirmaciones de envío de esos cambios en los *datasets* compartidos y disponibles al público (el programador guarda cambios o explica las modificaciones que ha hecho). El NRI utiliza este indicador como una forma de medir las habilidades de programación, con la limitación de que no todos los usuarios de esta plataforma están geolocalizados o incluyen su información al respecto. La inclusión de *GitHub*, el registro de dominios o las ediciones de páginas de Wikipedia reflejan más el grado de digitalización de los países analizados, no tanto su preparación para la interconexión. En esta plataforma se trabaja con *datasets*, que son repositorios de datos sobre proyectos públicos hacen más transparente la investigación. Los *datasets* son estructuras digitales del conocimiento que utilizan organismos como el Banco Mundial, el PNDU (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) hasta empresas.

Pero aquí es importante destacar que se pueden hacer *datasets* “abiertos” (a cualquier otro usuario) para que otros programadores o científicos basen su trabajo en ellos, sin que las motivaciones o intenciones con las que se elaboran sean conocidas. Es decir, los datos por sí mismos no aseguran la generación de nuevo conocimiento (para lo cual deben ser utilizados por las comunidades científicas y/o empresas).

Otro punto central en el análisis sobre el NRI son los intereses detrás del mismo, reflejados en los sponsors y empresas que acompañaron a los realizadores del índice en diferentes presentaciones. Por ejemplo, en 2023, la presentación del NRI se realizó en la Universidad de Oxford e incluyó a directivos de Amazon Science (área de investigación científica de la empresa de *e-commerce* Amazon) y a funcionarios políticos como el ministro de tecnologías de la información y la comunicación de Uzbekistán, entre otros. En otros informes anteriores, lo han acompañado como sponsor la empresa europea de fibra óptica y soluciones digitales STL, cámaras de empresas tecnológicas, y empresas de Brasil. Este acompañamiento puede denotar

la necesidad de “empujar” la adopción y competencia tecnológica, y se ve reflejado en los cambios de temáticas que titulan el informe cada año.

Con respecto a la intención del NRI de establecerse como índice global, o guía orientadora de lo que deben hacer otros países para “estar en red”, tal propósito no carece de efectos, sobre todo si se presenta como nuevo estándar para que las economías en desarrollo o emergentes promuevan actividades y tecnologías. A este perfil se suma que el NRI es presentado como un “*benchmarking* del futuro”, en relación con ser un índice que evalúa “cuán preparada para estar en red una economía”, el NRI vincula una actividad del mundo de la gestión empresarial para estudiar a la competencia y lograr una ventaja competitiva en determinada industria determinada.

Es de considerable importancia en este punto el pilar “Gobernanza” (con respecto a la tecnología, en términos de regulaciones e inclusión), ya que quizás no captura en su totalidad cómo la tecnología refuerza las asimetrías propias de un mundo interconectado. Por ejemplo, no se detalla en qué medida la población está capacitada o tiene habilidades para identificar los riesgos de determinadas tecnologías, que empresas emergentes (*start-ups*) de otros países están dispuestas a probar, ya que la población local ofrece menor resistencia. En particular, en este último año de auge de la inteligencia artificial se hizo evidente que los países menos desarrollados presentan menos resistencia a estas tecnologías (Edelman Trust Barometer, 2024). El riesgo subyacente es que el rápido avance tecnológico haga de poblaciones y regiones menos desarrolladas tierra fértil para obtener datos y realizar pruebas, como ya ha sucedido en América Latina (García, 2023; Palazzo, 2024).

243

En lo que concierne al alcance del NRI -es decir, su carácter de guía “global” para países que no cuentan con sistemas estadísticos robustos-, no debería ser solamente un reporte en inglés, que se presenta en universidades europeas. Este punto es crítico por la influencia de las políticas públicas, y de las decisiones políticas, para determinar el rumbo de una tecnología, ya que, tal como afirma Castells, “si bien la sociedad no determina la tecnología ‘sí puede sofocar su desarrollo, sobre todo por medio del Estado’” (2005, p. 35). Por ejemplo, el caso del 5G sigue siendo problemático en países de América Latina, ya que conlleva alianzas geopolíticas y licitaciones que llevan años.

La sinergia público-privada se ha hecho evidente en gobiernos de países de América Latina como Colombia o República Dominicana, que siguen estas recomendaciones para darle forma a políticas, porque, al ser las menos desarrolladas y no tener en agenda los temas, necesitan fondos para implementarlos. En los países mencionados se toma al NRI para señalar nuevas tendencias a seguir en políticas tecnológicas y de digitalización (Gobierno Digital de Colombia, 2021; Mercedes y Jiménez, 2021). En Argentina no se identifican políticas o reportes del NRI a nivel gubernamental ni académico, lo que puede indicar poco nivel de conocimiento de este reporte para países que -según sus mediciones- requiere llegar.

En este punto se nota la diferencia entre un índice global y un reporte de industria o informe de un mercado específico. Para establecerse como índice global, debe fortalecer el aspecto de la comunicación. Por esta razón, es fundamental que los

creadores del NRI aseguren asociaciones y relaciones con países de todas las regiones que miden en su informe, con el fin de que las agencias estadísticas oficiales consideren de qué manera sus políticas y decisiones permiten mejorar en el ranking del NRI. Por último, si bien el NRI se presenta como un reporte técnico e incluye en su medición a países en desarrollo, refuerza dinámicas desiguales en la medida en que solamente esté disponible en inglés.

Conclusiones

Desde fines del siglo XX, organismos internacionales lanzaron índices y estándares destinados a relevar el acceso y uso de las tecnologías de la información y la comunicación. En los 90, el índice de la UTI de Naciones Unidas sobre las TIC se orientó a medir la adopción y el acceso tecnológico, desde telefonía móvil, servicios de banda ancha para Internet (ITU-D). En este índice, el foco o perfil era el de la industria de las telecomunicaciones, y en la tecnología como un producto para ser aplicado a diversos procesos. En 2002, el Foro Económico Mundial, elaboró el NRI, que era parte de un informe más amplio sobre el estado global de la tecnología. De a poco, se logró un índice que buscó ampliar el alcance de un reporte de la industria tecnológica y evaluar la interrelación de factores asociados a la tecnología como el impacto, la gobernanza (regulaciones, aporte al PBI) y la dinámica de la sociedad.

244

Cuando el Foro Económico Mundial dejó de realizar el NRI, Dutta y Lanvin lograron el apoyo de empresas, cámaras tecnológicas y universidades de prestigio para llevar a cabo el índice de manera independiente. De esta forma, el índice se presentó como una medida de las mejores prácticas sobre cuán preparada está una sociedad para “estar en red”. Este nuevo índice, que en su nombre ya refleja un supuesto sobre la interconexión, incluyó más que indicadores tecnológicos. Por ejemplo, con respecto al impacto social, refleja las posibilidades que la telefonía móvil le otorga a productores de países en desarrollo para crear un negocio y formar parte de la economía mundial.

Los cambios en el índice NRI desde 2019 hasta hoy han considerado aspectos sociales, de inclusión, un equilibrio entre inversión privada y pública en acceso a Internet, el uso de las redes sociales, la inversión en I+D, la utilización de datos abiertos, la relación entre educación superior y habilidades digitales, entre otros. De 2019 a 2023 el enfoque del NRI ofreció diversos resultados en la composición de países y ubicaciones del ranking internacional de interconexión. Si bien el posicionamiento de cada país reflejaba oscilaciones (un país de ingresos medios-bajos podía tener buenos puntajes en uno de los pilares que medía el NRI), en los cinco informes analizados los países mejor ubicados en el ranking son los de altos ingresos. Las mediciones de los últimos años han cambiado sustancialmente el posicionamiento de países árabes, sobre todo, y europeos, que ha sido reemplazados por el liderazgo de Estados Unidos. Estas posiciones se condicen con la procedencia -origen- de las principales empresas tecnológicas.

En general, el NRI refleja las condiciones de digitalización de las empresas, lo que queda claro en el perfil de *benchmarking* con que lo presentan sus creadores y en el énfasis que cada año se pone en evaluar las tecnologías del momento. Los cambios

de las temáticas de cada año parecieron seguir más los cambios y las tendencias en el mercado tecnológico y en estándares productivos que los debates globales sobre el índice en sí mismo. Aunque cabe destacar que se analizaron fenómenos políticos y económicos, como la crisis global generada a partir de la pandemia por COVID-19, y el fortalecimiento de los Estados nacionales en la regulación y difusión del acceso a la interconexión. Si bien el NRI supera el enfoque que se le había dado anteriormente a los índices vinculados con la tecnología, algunas características de los reportes de cada año lo acercan a un reporte de industria o mercado, y no a un índice global. Este fenómeno sucede cuando se identifican procesos sociales y económicos con tendencias tecnológicas. Por ejemplo, la transformación digital no es otra cosa que la reconversión de actividades a partir de digitalizar procesos; hace falta difundir estos nuevos conceptos como necesarios para cualquier economía y sociedad.

También la intención del NRI de establecerse como índice global pierde fuerza cuando los autores toman conceptos académicos en discusión -como sociedad red- y no se especifica a cuál de esos conceptos se adhiere. Lo mismo puede decirse de la transformación digital, la inteligencia artificial y tecnologías detrás de las cuales existen numerosos supuestos teóricos, junto a sus efectos para definir un modelo de “futuro”. Es decir, si bien existe una intención de establecer al NRI como índice, tomar conceptos de consultoras internacionales como McKinsey no es inadecuado, siempre que se haga explícito que detrás de estos conceptos existen fines comerciales (tan relevantes como los ideológicos o políticos). Además, se toman conceptos que ya miden otro tipo de indicadores de industrias muy específicas, como, por ejemplo, el de la consultora de relaciones públicas Edelman, que hace más de una década lanza el *Trust Barometer* y mide el nivel de confianza de ciudadanos alrededor del mundo en los gobiernos, la tecnología y el sector salud, entre otros.

245

El rol de los gobiernos para regular el impacto de la disrupción tecnológica es clave en todos los informes, en particular en los reportes del NRI de 2020 y 2021 -durante y pospandemia-, en los que se hace evidente que los Estados volvieron a ser actores clave al incentivar políticas públicas en materia de transformación digital (tener presencia en Internet, poder realizar negocios en línea, canales de comunicación con clientes, etc.), y al amortizar las desigualdades de conectividad (y hasta las de género). Las recomendaciones de este tipo de reportes globales, apoyados por organismos internacionales, tienen gran influencia en el diseño de políticas de países emergentes o en vías de desarrollo. Por esta razón, es central ampliar la noción sobre qué significa para un país “estar preparado para estar en red”, debido a que no solamente implica desarrollar habilidades digitales y de investigación en la población, por ejemplo, para aumentar productos vinculados a la economía digital. En este sentido, los autores deberían considerar el sesgo inherente a un informe o índice que se realiza en asociación con empresas tecnológicas (desde STAL, proveedor de fibra, hasta Amazon en 2023).

Del análisis de los cinco reportes se desprende que el foco sigue estando en el tipo de tecnologías, y que algunos indicadores (*GitHub*, Wikipedia) no necesariamente reflejan el grado de asimilación tecnológica (cómo las personas incorporan las redes a su vida) o los modos en que la interconexión ayuda a crear empresas. Al tener en cuenta los *GitHub commits* se analiza la posibilidad de crear más productos digitales;

por lo tanto, es un indicador en pos de las posibilidades de transformación digital. Con respecto a los *datasets*, son herramientas fundamentales en la actualidad, ya que conectan a las comunidades académicas y amplían la posibilidad de crear conocimiento. Este indicador es interesante en la medida en que promueve una práctica científica de armar repositorios en línea y ampliar la comunicación científica en plataformas digitales.

Por último, al estar entre indicadores del subpilar “Contenidos”, puede cambiar cada año debido a que muchas tecnologías que se analizan son de propiedad privada y cambian sus features de forma permanente. Toda estadística o dato que se descontextualiza de los fines con los que se elaboró puede ser manipulado, incluso un *dataset* abierto a la comunidad global de programadores. Por otro lado, por mencionar un indicador que no es en sí una medida de “estar preparado en red”, el NRI contempla cuántos “unicornios” tiene un país (emprendimientos tecnológicos valuados en más de mil millones de dólares), un fenómeno que más bien refleja inversiones financieras que no siempre perduran en el tiempo ni producen tecnologías con una masa crítica de usuarios relevantes.

Uno de los problemas para la comprensión del alcance del NRI como índice global es que las temáticas que titulan los reportes de cada año no necesariamente contienen explicaciones a los interrogantes que generan. Por ejemplo, el concepto de transformación digital es parecido al de “autopista de la información” en la medida en que implica que habrá un cambio que dará lugar a algo nuevo. Los resultados confirman esta afirmación, ya que, a través de los años, se ve que los países de altos ingresos lideran este ranking. En los últimos dos años, Estados Unidos lidera con sus puntajes en “Impacto”. En sus últimas mediciones, el NRI refuerza la idea de que aun cuando la economía global se estructura en redes, existe un solo poder global, ya que Estados Unidos ha subido al primer puesto y se mantiene allí luego de cinco años de implementar una nueva metodología para medir cuán interconectadas están las sociedades.

Por esta razón, debemos reforzar la importancia de que los creadores del NRI aumenten los esfuerzos de relación con gobiernos, si este índice se propone lograr representatividad en sus recomendaciones sobre “cómo prepararse para estar en red”. Para tal propósito, es indispensable que se ofrezca el índice en español, portugués y otros idiomas de países incluidos. A lo dicho anteriormente deben sumarse campañas de comunicación de mayor impacto y alianzas con asociaciones de países del sur global o de América Latina y África, donde se encuentran las poblaciones más pobres y limitadas en términos de acceso tecnológico.

Bibliografía

Barney, D. (2009). *The Network Society*. Cambridge: Polity Press.

Caperna G. & Kovacic M. (2022). Appendix III: JRC Statistical Audit of the 2022 Network Readiness Index. European Commission Joint Research Centre. Recuperado de: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/nri_audit%202022.pdf.

Castells, M. (2005). *La Era de la Información: economía, sociedad y cultura*. Volumen I, *La Sociedad Red*. Madrid: Alianza Editorial.

Castells, M. (2010) *The Information Age: Volume III. End of Millennium*. Hoboken: Wiley-Blackwell Publishing.

CEPAL (s/f). *Desde el gobierno digital hacia un gobierno inteligente*. Recuperado de: <https://biblioguias.cepal.org/gobierno-digital/concepto-gobernanza>.

Crespi, G., Rubacalba, L. & Aboal, D. (2015). *La nueva economía de servicios en América Latina y el Caribe. Retos e Implicaciones de Política*. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-innovaci%C3%B3n-y-la-nueva-econom%C3%ADa-de-servicios-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-Retos-e-implicaciones-de-pol%C3%ADtica.pdf>.

Dutta, S. & Lanvin, B. (2019). *Network Readiness Index 2019. Towards a future ready society*. Portulans Institute. Recuperado de: https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2022/09/NRI_2019_Report.pdf.

247

Dutta, S. & Lanvin, B. (2020). *Network Readiness Index 2020. Accelerating Digital Transformation in a post-COVID Global Economy*. Portulans Institute. Recuperado de: <https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/10/NRI-2020-Final-Report-October2020.pdf>.

Dutta S. & Lanvin, B. (2021). *Network Readiness Index 2021. Shaping the Global Recovery. How digital technologies can make the post-COVID world more equal*. Portulans Institute. Recuperado de: https://download.networkreadinessindex.org/reports/nri_2021.pdf.

Dutta, S. & Lanvin, B. (2022). *Network Readiness Index 2022. Stepping into the new digital era How and why digital natives will change the world*. Portulans Institute. Recuperado de: https://download.networkreadinessindex.org/reports/nri_2022.pdf.

Dutta, S. & Lanvin, B. (2023). *Trust in a Network Society: A crisis of the digital age?* Portulans Institute. Recuperado de: https://download.networkreadinessindex.org/reports/nri_2023.pdf.

Edelman (2024). *Trust Barometer*. Recuperado de: <https://www.edelman.com/trust/2024/trust-barometer>.

García, F. (2023). La crypto Worldcoin que escaneó el iris de cientos de mendocinos marcó un récord de adhesiones. Diario UNO, 2 de septiembre. Recuperado de: <https://www.diariouno.com.ar/sociedad/la-crypto-worldcoin-que-escaneo-el-iris-cientos-mendocinos-marco-un-record-adhesiones-n1204242>.

Gobierno Digital (2021). NRI-Network Readiness Index. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Recuperado de: <https://gobiernodigital.mintic.gov.co/portal/Indices-Internacionales/NRI-Networked-Readiness-Index/>.

Hardt, M. & Negri, T. (2000). *Empire*. Cambridge: Harvard University Press.

ICT Development Index (s/f). Sitio Web UIT. Recuperado de: <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/IDI/default.aspx>.

Mercedes, M. & Jiménez, A. (2021). Índice de preparación en materia de redes. Presidencia de República Dominicana, Consejo Nacional de Competitividad. Recuperado de: <https://cnc.gob.do/wp-content/uploads/2022/07/Indice-de-Preparacion-en-Materia-de-Redes-2021.pdf>.

Palazzo, M. (2024). El gobierno de Chile redobla el control sobre la empresa que ofrece criptomonedas a cambio de escanear el iris. Infobae, 29 Marzo. Recuperado de: <https://www.infobae.com/america/america-latina/2024/03/29/el-gobierno-de-chile-redobla-el-control-sobre-la-empresa-que-ofrece-criptomonedas-a-cambio-de-escanear-el-iris/>.

Van Dijk, J. (2012). *The network society*. Londres: SAGE Publications.

Webster, F. (2006). *Information Society Theories*. Nueva York: Routledge.

Cientistas brasileiros e divulgação científica: uma proposta de classificação *

Científicos brasileños y divulgación científica: una propuesta de clasificación

Brazilian Scientists and Science Communication: A Classification Proposal

Marcelo Pereira , Yuriy Castelfranchi  e Luisa Massarani  **

Neste artigo apresentamos os resultados de um estudo sobre as percepções e opiniões dos cientistas brasileiros sobre a divulgação científica, baseado em dados coletados por meio de um *survey* aplicado a bolsistas de produtividade em pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em 2023. Foram identificados três perfis de cientistas segundo suas percepções e atitudes sobre a divulgação científica e a gestão da política científica. Foi constatado significativo efeito do sexo, da disciplina de atuação e da idade dos cientistas nesta classificação. Os resultados revelam uma diversidade de percepções sobre a divulgação científica, indicando que diferentes contextos demandam abordagens específicas. Apesar da consciência sobre a importância da divulgação científica, ainda predomina o modelo que a entende como mera transmissão de conhecimentos ao público.

249

Palavras-chave: percepção pública da ciência e tecnologia; análise de classes latentes; divulgação científica; *survey*; estudos sociais da ciência e tecnologia

* Recebimento do artigo: 06/09/2024. Entrega do parecer: 15/10/2024. Recebimento do artigo final: 14/11/2024.

** *Marcelo Pereira*: doutorando em sociologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Brasil. Correio eletrônico: mapereira@ufmg.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4219-5147>. *Yuriy Castelfranchi*: Departamento de Sociologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Brasil. Correio eletrônico: yuriy@ufmg.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4003-5956>. *Luisa Massarani*: Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Brasil. Correio eletrônico: luisa.massarani@fiocruz.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5710-7242>. Este artigo é um desdobramento da dissertação de mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Sociologia da UFMG.

En este artículo presentamos los resultados de un estudio sobre las percepciones y opiniones de los científicos brasileños sobre la divulgación científica, a partir de los datos recogidos mediante una encuesta aplicada a los becarios de productividad en investigación del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq, según sus iniciales en portugués) en 2023. Se identificaron tres perfiles de científicos en función de sus percepciones y actitudes hacia la divulgación científica. Hubo un efecto significativo del género, la disciplina y la edad en esta clasificación. Los resultados revelan una diversidad de percepciones sobre la divulgación científica, lo que indica que los distintos contextos requieren enfoques específicos. A pesar de ser conscientes de la importancia de la comunicación científica, sigue predominando el modelo que la considera una mera transmisión de conocimientos al público.

Palabras clave: percepción pública de la ciencia y la tecnología; análisis de clases latentes; divulgación científica; encuesta; estudios sociales de la ciencia y la tecnología

This article presents the results of a study on the perceptions and opinions of Brazilian scientists on science communication, based on data collected through a survey applied to research productivity fellows of the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq, due to its initials in Portuguese) in 2023. Three profiles of scientists were identified, according to their perceptions and attitudes towards science communication and science policy management. There was a significant effect of gender, discipline, and age on this classification. The results reveal a diversity of perceptions about science communication, indicating that different contexts require specific approaches. Despite awareness of the importance of science communication, the model that sees it as merely transmitting knowledge to the public still predominates.

Keywords: public perception of science and technology; latent class analysis; science communication; survey; science and technology studies

Introdução

No presente artigo, procuramos compreender, classificar e analisar as percepções e atitudes dos cientistas sobre a divulgação científica. Cientistas do mundo inteiro têm sido convocados a se comunicar e se engajar mais e melhor com o público (Polino e Castelfranchi, 2012; Loroño-Leturiondo e Davies, 2018). Esta convocação tem se mostrado, inclusive, uma exigência democrática, na medida em que a cidadania contemporânea é cada vez mais permeada por controvérsias sociotécnicas (Latour, 2004; Callon, Lascoumes e Barthe, 2009; Burgess, 2014). A pandemia de COVID-19 deu ainda mais urgência a esta convocação. Assim, instituições de pesquisa, universidades e agências de fomento investem recursos na comunicação pública e incentivam seus cientistas a dedicar parte de seu tempo à divulgação de seus resultados e ao diálogo com a sociedade.

A universalização das plataformas digitais na vida das pessoas e o acesso facilitado a equipamentos para produção de áudio e vídeo permitiram aos cientistas se comunicarem diretamente com a sociedade, complementando o papel do jornalismo científico no diálogo entre ciência e sociedade (Peters *et al.*, 2014; Lo, 2015; Yang, 2021). Isso não apenas amplia o alcance da divulgação científica, mas também possibilita uma comunicação mais imediata e personalizada. No entanto, esse novo cenário traz desafios, como a necessidade de cientistas adquirirem habilidades de comunicação e a importância de manter altos padrões de precisão e integridade nas informações compartilhadas. À medida que os cientistas passam a se comunicar mais diretamente com o público, torna-se cada vez mais crucial compreender suas opiniões e percepções em relação à divulgação científica. Isso se torna uma necessidade premente, especialmente ao considerar a formulação de políticas públicas eficazes nessa área.

251

Este estudo se baseia em dados coletados por meio de um *survey* aplicado a bolsistas de produtividade do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A análise das respostas obtidas neste levantamento conduz a uma proposta de classificação da amostra pesquisada, oferecendo uma estrutura mais clara e informativa para compreender as percepções e características dos cientistas brasileiros.

Assim, na presente pesquisa temos por objetivo responder às perguntas: “Quais são as percepções e opiniões dos e das cientistas sobre divulgação científica e política de ciência e tecnologia?” e “Como tais percepções e opiniões podem ser classificadas?”.

Nas últimas décadas, emergiu um extenso corpus de literatura acadêmica interdisciplinar tratando do tema das interações entre ciência e públicos, tanto do ponto de vista de modelos analíticos capazes de descrever as relações e os fluxos de informações entre ciência e sociedade, quanto do ponto de vista de tentar identificar boas práticas para a comunicação pública da ciência. Especialmente até a década de 1980, muitas das práticas de divulgação científica foram orientadas pela hipótese tácita ou explícita de que a característica mais importante de tais processos de comunicação era a necessidade de transmitir noções, conceitos e processos da ciência para um público visto como deficiente de informação. Um modelo, portanto, “de déficit” para

abordar a relação entre ciência e sociedade: os cientistas e as instituições científicas possuíam um acervo de conhecimento que as “pessoas comuns” não teriam e o papel principal da divulgação seria adaptar a linguagem e os conceitos formalizados, abstratos e complexos da ciência para a linguagem comum, “preenchendo o *gap*” de conhecimento a partir de uma comunicação principalmente unidirecional e de cima para baixo: de quem sabe, para quem não sabe (Irwin e Wynne, 1996). O efeito esperado destas práticas de transmissão linear seria um crescimento da alfabetização científica pública. Por sua vez, a consequência esperada da alfabetização seria uma maior aceitação da ciência e da tecnologia por parte dos “leigos” (Hilgartner, 1990; Castelfranchi e Pitrelli, 2007; Nisbet e Scheufele, 2009; Polino e Castelfranchi, 2012).

As práticas de divulgação científica comumente enquadradas no “modelo do déficit”, são atribuídas, em algumas interpretações, a uma concepção tecnocrática da relação entre ciência e sociedade. Deste ponto de vista, a solução das controvérsias tecnocientíficas deveria passar pela criação de conselhos de experts, câmaras técnicas e outros arranjos que valorizam mais a opinião de experts. As iniciativas de divulgação científica teriam, nesta perspectiva, o objetivo de angariar apoio para que a comunidade científica seja mais ouvida (Bucchi, 2009). Neste sentido, Bruce Lewenstein (1992), analisando práticas e discussões sobre o papel da divulgação científica no EUA após a Segunda Guerra Mundial, enfatiza que a ideia de “compreensão pública da ciência” (*public understanding of science*) foi frequentemente reduzida à de “apreciação pública dos benefícios da ciência para a sociedade”. Quatro grupos principais estão envolvidos nas práticas de comunicação da ciência: jornalistas e escritores de ciência, instituições científicas, entidades governamentais e editoras comerciais. Embora esses grupos tenham objetivos e definições parcialmente divergentes sobre o que constitui divulgação científica, todos convergem na ideia de que a prática central deve ser a disseminação de informações: “Parecia, a cada um desses grupos, que era isso que ‘o público’ [...] queria [...]. Todas as definições [de popular science e public understanding of science] convergiam em promover um reconhecimento público dos benefícios que a sociedade recebia da ciência” (Lewenstein, 1992, p. 62; trad. nossa).

Contudo, especialmente a partir da década de 1980, uma série de evidências empíricas e de discussões teóricas levou a crescentes críticas deste modelo (Bucchi, 2009; Bucchi e Trench, 2021), seja do ponto de vista da teoria da comunicação (a comunicação não funciona com um receptor passivo absorvendo informação: há resignificação, negociação, crenças e atitudes envolvidas), seja pela simplificação excessiva que o modelo de déficit comporta (apenas dois atores, a ciência e o público, apenas um tipo de interação), ou por não levar em conta aspectos importantes como o conhecimento, as crenças, as práticas, das audiências ou as novas necessidades da democracias contemporâneas, que prevêm maior participação ativa e capacidade de decisão dos “públicos” da política, da ciência e da inovação (Wynne, 2004; Jasanoff, 2011). Para muitos, cientistas e comunicadores, a comunicação pública da ciência não podia tornar-se apenas uma *cheerleader*, uma torcida organizada, ou órgão de relações pública da própria ciência (Nature, 2009), mas devia contribuir para com uma “alfabetização científica crítica” (Priest, 2013).

O modelo de déficit, e em geral modelos que descrevem uma transmissão linear de informação, são bom *toy-models*, esquematizações simplificadas mas efetivas

de como a ciência é divulgada. Contudo, tais simplificações (de uma comunicação de mão-única, de um público que é apenas receptor, do conhecimento como sendo situado apenas no emissor) não permitem ressaltar ou observar processos que em vários contextos são importantes, por exemplo os que envolvem o engajamento dos participantes na interação, as escolhas, o conhecimento, as demandas dos públicos, a dimensão política da comunicação da ciência. A necessidade de estudar a comunicação da ciência como uma interação de mão dupla se torna mais evidente no final do século XX, e leva a reformulações teóricas e também novas práticas e políticas públicas para a comunicação da ciência, usualmente a partir do lema do “engajamento público” em ciência e tecnologia, uma transição da retórica “ciência PARA a sociedade” para “ciência E sociedade”, uma busca de práticas bidirecionais (House of Lords, 2000): tais formatos e ideários mais complexos são descritos pelos modelos “dialogicos” para a divulgação científica (Trench, 2008; Brossard e Lewenstein, 2021).

Tais modelos também mostraram rapidamente seus limites, porque, ao focar principalmente na troca bidirecional de informações e em práticas mais horizontais e dialógicas, não permite identificar variáveis e processos relevantes no que diz respeito ao que os públicos fazem, concretamente, durante e depois a divulgação científica: permitem compreender e situar melhor o papel da comunicação, mas não os processos de apropriação da ciência, de participação, de produção de sentido e conhecimento por parte dos públicos. Uma terceira categoria de modelos, chamados “democráticos” ou “de participação” (Bucchi e Trench, 2021; Metcalfe *et al.*, 2022) surge então para suprir essa necessidade, que emerge com particular força após o surgimento de movimentos sociais, entre o final do século XX e o começo do XXI, que claramente disputavam o lugar da tomada de decisão em C&T e questionavam os experts tecnocientíficos.

253

Sendo assim, tornou-se importante estudar como de fato instituições de pesquisa e cientistas comunicam, e como enquadram seus processos de extensão, comunicação e outreach, e diversos estudos recentes fizeram isso (Entradas *et al.*, 2024).

Diversos estudos de *survey* com cientistas buscaram medir suas percepções e atitudes sobre a divulgação científica, em países tão distintos quando Itália (Anzivino, Ceravolo e Rostan, 2021), Índia (Rajput e Sharma, 2022), Taiwan e Alemanha (Lo, 2015), Estados Unidos (Dudo e Besley, 2016; Besley *et al.*, 2021; Calice *et al.*, 2022), França (Jensen, 2011), Argentina (Kreimer, Levin e Jensen, 2011), Suíça (Rauchfleisch, Schäfer e Siegen, 2021), México (Sanz Merino e Tarhuni Navarro, 2019), Brasil (Massarani e Peters, 2016) e Reino Unido (Royal Society, 2006). Além destes, há estudos que tratam de pesquisadores de disciplinas específicas como cientistas de ciências naturais e engenharias da Dinamarca (Nielsen, Kjaer e Dahlgaard, 2007) ou biomédicos estadunidenses (Dudo, 2013) e cientistas do clima. (Entradas *et al.*, 2019). Há ainda estudos específicos a instituições, como o estudo de Crettaz Von Roten e Moeschler (2010), que teve como população pesquisada os cientistas da Universidade de Lausanne, na Suíça, e o estudo de Maia e Massarani (2017) sobre a relação entre os cientistas do Instituto Oswaldo Cruz e os meios de comunicação de massa.

Tal literatura aponta que os cientistas não estão todos reclusos na “Torre de Marfim”. De maneira geral, os pesquisadores participam, ainda que com baixa prioridade, de atividades de comunicação pública. Entretanto, Jensen (2011) verifica a existência de uma estrutura piramidal da comunicação pública da ciência: 5% dos cientistas têm intensa atividade, 45% não têm atividade alguma e 50% têm atividade pouco frequente.

Pesquisas nos Estados Unidos e na Europa, a partir de grupos de discussão com cientistas e *surveys online*, ressaltaram que muitos dos cientistas nessas regiões aderem principalmente ao modelo de déficit e pensam o papel da comunicação pública da ciência principalmente em termos de corrigir erros e desinformação e transmitir informação de qualidade para público (Davies, 2008; Dudo & Besley, 2016)

Massarani e Peters (2016) indicam que os cientistas brasileiros acreditam que um maior conhecimento do público leva a atitudes mais positivas sobre ciência e tecnologia, e que esta visibilidade positiva garante maior apoio político para a ciência. Estes cientistas rejeitam, em sua maioria, a demanda por maior participação do público nas decisões sobre políticas de pesquisa. Assim, Massarani e Peters (2016) concluem que há entre os cientistas brasileiros a percepção de benefícios evidentes da divulgação científica para a ciência, mas também uma ambiguidade em relação à imagem do público e à forma preferida de comunicação com ele.

A revisão da literatura revela a relevância dos estudos empíricos para compreender a interação entre cientistas e público na comunicação pública da ciência. Neste contexto, nosso estudo busca contribuir para esse campo específico, concentrando-se na percepção dos cientistas brasileiros agraciados com as bolsas produtividade em pesquisa do CNPq. Ao direcionar nossa investigação para essa população, visamos oferecer *insights* significativos sobre as dinâmicas de comunicação científica nesse contexto específico.

1. Materiais e métodos

1.1. Descrição do processo de coleta de dados

Este estudo foi realizado com apoio e parceria do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que disponibilizou a base de dados dos bolsistas produtividade para que a coleta de dados pudesse ser realizada.

Neste estudo quantitativo, buscamos entender a relação entre ciência e público na percepção dos cientistas brasileiros. Para atingir este objetivo, realizamos um estudo quantitativo que compreende a aplicação de um *survey* na população dos cientistas brasileiros agraciados com as bolsas produtividade em pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A escolha dos bolsistas produtividade como população alvo foi feita por ser esta uma população conhecida de cientistas ativos na produção de conhecimento, o que nos permitiu realizar uma amostragem estratificada, reduzindo, assim, a

incerteza quanto ao viés das respostas coletadas. Além disso, por serem cientistas altamente ativos em termos de projetos e publicações, há maior probabilidade de terem interações com jornalistas e divulgadores e terem opiniões informadas sobre a divulgação científica. (Massarani e Peters, 2016) Assim, é provável que os cientistas bolsistas de produtividade já tenham tido contato, em sua trajetória profissional, com a necessidade de interagir com diversos atores não-acadêmicos (financiadores, comunicadores, educadores, gestores) e de ter participado de ações de extensão com públicos variados (jovens, escolas, museus, etc.). Trata-se, então, de recortar o universo dos pesquisadores a partir de um critério objetivo e voltado a produzir uma amostra representativa de pesquisadores que possuem uma elevada probabilidade de terem tido contato com algumas práticas de comunicação científica ao público e de terem visões e posicionamentos informados sobre o assunto. Como tal, os resultados se referem especificamente aos bolsistas produtividades, sem poder ser generalizados para a comunidade científica como um todo (embora mostre algumas tendências importantes).

A aplicação do questionário foi realizada de maneira remota, por meio de formulário autoaplicado *online*. Os pesquisadores selecionados para responder o questionário receberam um convite por email contendo descrição da pesquisa e seus objetivos, além de um resumo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, cujo inteiro teor constava na apresentação do questionário, além de estar disponível para *download*. O questionário foi construído a partir de uma revisão de literatura de pesquisas prévias, para permitir comparações. Foram utilizados como ponto de partida os questionários de estudos anteriores, a saber, Entradas *et al.* (2020), CGEE (2019) e Crettaz Von Roten e Moeschler (2010). O questionário compreende 51 perguntas, distribuídas em sete seções: 1) temas de interesse e hábitos culturais; 2) acesso à informação sobre ciência e tecnologia; 3) opiniões sobre ciência e tecnologia na sociedade; 4) atividades de divulgação científica; 5) motivações e obstáculos; 6) valores e participação política; 7) caracterização do(a) entrevistado(a).

255

Como em toda pesquisa de teor quantitativo, a escolha das variáveis implica em tornar mais visíveis alguns aspectos da percepção, e menos visíveis outros. Por exemplo, ao perguntar sobre “participação” da sociedade em temas de C&T (pergunta P1 da **Tabela 5**), obviamente poderemos ter diferentes interpretações dos diferentes entrevistados; ou ao perguntar se a população “pode entender” a ciência quando bem explicada (P2), podemos ter respostas positivas principalmente de entrevistados inclinados para um modelo de disseminação, que métodos qualitativos de escuta dos sujeitos poderiam explorar mais adequadamente. Contudo, é justamente pelo cruzamento e a correlação dessas variáveis com as demais que podemos detectar a que tipo de visão e interpretação essas perguntas estão associadas na percepção dos pesquisadores. Como veremos, por exemplo, a classe de pesquisadores que menos concorda com a ideia de ‘participação’, é também a que menos ressalta a capacidade de compreensão da ciência por parte dos públicos, mostrando que, embora com sua margem de ambiguidade, essas variáveis capturam uma parte coerente e importante da percepção dos cientistas

A amostra destinada à pesquisa foi estratificada com base nas variáveis de sexo, região geográfica, grande área e categoria da bolsa. Para cada estrato, uma porção

correspondente a 15% da população (totalizando 2261 indivíduos) foi selecionada aleatoriamente e convidada a participar da pesquisa. Os convidados que não responderam ao convite foram substituídos por pesquisadores do mesmo estrato. A coleta de dados foi realizada entre janeiro e março de 2023, envolvendo um total de 9670 convidados, dos quais 1934 responderam (resultando em uma taxa de resposta de 20%). Entre as respostas recebidas, 1597 foram completas. A amostra coletada representa 12,2% da população de bolsistas PQ no momento da coleta, o que representa uma fração suficientemente robusta do universo para permitir resultados significativos e representativos. As proporções dos respondentes foram calculadas com base nas variáveis usadas para estratificar a amostra, a fim de avaliar sua representatividade. A **Tabela 1** sumariza as proporções destas variáveis na população e na amostra para comparação:

Tabela 1. Distribuição dos estratos da amostra e da população

Variável sexo	Tamanho da população	Proporção da população	Tamanho da amostra	Proporção da amostra
M	10263	0,65	1243	0,64
F	5572	0,35	661	0,34
Região				
SUDESTE	9093	0,57	1146	0,59
SUL	3164	0,2	367	0,19
NORDESTE	2206	0,14	241	0,13
CENTRO- OESTE	989	0,06	114	0,06
NORTE	383	0,02	36	0,02
Grande área				
Ciências exatas e da terra	3307	0,21	413	0,21
Ciências biológicas	2526	0,16	317	0,16
Engenharias	2088	0,13	242	0,13
Ciências agrárias	2014	0,13	228	0,12
Ciências humanas	2014	0,13	251	0,13
Ciências da saúde	1696	0,11	187	0,1
Ciências sociais aplicadas	1205	0,08	151	0,08
Linguística, letras e artes	635	0,04	67	0,04
Outra	350	0,02	48	0,03
Nível da bolsa				
2	9106	0,58	1127	0,58
1D	2526	0,16	295	0,15
1C	1489	0,09	174	0,09
1B	1260	0,08	137	0,07
1A	1218	0,08	146	0,08
SR	236	0,02	25	0,01

Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

O teste do Qui-quadrado foi conduzido com o propósito de investigar possíveis disparidades estatisticamente significativas entre as proporções das amostras. Em relação a todas as variáveis examinadas, a hipótese nula, postulando que a proporção observada na amostra é igual à proporção esperada na população, não demonstrou evidências suficientes para ser rejeitada, corroborando, assim, a premissa da representatividade amostral. Os resultados do teste, juntamente com os valores de p associados a cada variável, estão sumarizados na **Tabela 2**.

Tabela 2. Teste de correlação Qui-quadrado para as variáveis utilizadas na estratificação da amostra

	Estatística Chi-quadrado	Graus de liberdade	Valor de P
Sexo	0,15	1	0,7
Região	6,86	4	0,14
Grande área	5,63	8	0,69
Categoria da bolsa	2,81	5	0,73

Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Uma consideração relevante dos dados coletados refere-se à natureza autoaplicável do questionário. Sob essas circunstâncias, a razão pela qual um respondente eventualmente opta por não participar da pesquisa permanece desconhecida, o que impede a determinação da proporção de convidados que se abstém de responder devido à falta de interesse no tópico em análise. Esta incerteza quanto aos motivos dos não respondentes pode influenciar a composição da amostra. Como os não respondentes foram substituídos por outros cientistas do mesmo estrato, é plausível que a amostra tenha sido enriquecida com pesquisadores mais interessados no assunto.

257

1.2. A Análise de classes latentes

Para proceder com a classificação de nossa amostra segundo suas opiniões e percepções sobre a divulgação científica, a metodologia estatística escolhida é a análise de classes latentes (LCA, de latent class analysis). Este é um método que parte do pressuposto de que as populações são heterogêneas, ou seja, as populações consistem em grupos não identificados que se comportam de maneira diferente sobre uma determinada questão. A LCA tem se mostrado um método eficiente em tornar estes grupos aparentes (Hagenaars e McCutcheon, 2002).

A ideia básica da LCA é a de que indivíduos podem ser distribuídos em subgrupos baseados em construtos não observáveis diretamente e medidos por meio de indicadores, que no nosso caso são as perguntas do questionário. O construto de interesse é a variável latente. Os subgrupos são chamados de classes latentes. As classes são mutuamente exclusivas e exaustivas, o que quer dizer que cada indivíduo pertence a uma única classe, e a somatória de todas as classes coincide com o total da amostra. Um modelo de Classes Latentes gera dois conjuntos de informações: a

probabilidade de resposta para cada item, dado o pertencimento a uma determinada classe latente, e a proporção de cada classe. Esses dados possibilitarão, inicialmente, compreender a maneira como os cientistas brasileiros se agrupam em relação à percepção da interação entre ciência e sociedade.

A literatura recomenda a estimação de modelos de classes latentes com diferentes números de classes, utilizando princípios de parcimônia e interpretabilidade, juntamente com critérios estatísticos, como o Bayesian information criterion (BIC) e o Akaike information criterion (AIC), para selecionar o modelo mais adequado. É importante também considerar diagnósticos de classificação, como a probabilidade média posterior da classe latente (AvePP), a entropia e as chances de classificação correta (OCC), para avaliar a precisão e a separação das classes do modelo. Esses indicadores ajudam a garantir a confiabilidade e a validade dos resultados obtidos na análise de classes latentes (Vermunt e Magidson, 2004; Collins e Lanza, 2010; Masyn, 2013; Weller, Bowen e Faubert, 2020).

A análise dos dados foi conduzida utilizando a linguagem R. (R CORE TEAM, 2020) Toda a limpeza e preparação dos dados foi feita obedecendo os princípios de *tidy data* (Wickham, 2014). O pacote utilizado para a modelagem das classes latentes foi o *glca*. Este pacote encontra as estimativas de máxima verossimilhança (ML) usando o algoritmo de expectativa-maximização (EM) (Kim e Chung, 2020). O algoritmo de expectativa-maximização (EM) é um método iterativo utilizado para encontrar a estimativa de máxima verossimilhança em modelos estatísticos com variáveis latentes. Ele itera duas etapas: a etapa de expectativa (*E-step*) e a etapa de maximização (*M-step*). Na etapa E, o algoritmo utiliza as estimativas do passo anterior para calcular a probabilidade posterior dos valores latentes. Já na etapa M, o algoritmo utiliza essas probabilidades calculadas para atualizar as estimativas dos parâmetros do modelo. Esse processo se repete até que a convergência seja atingida e as estimativas finais sejam encontradas (Vermunt e Magidson, 2004).

Além disso, investigaremos a relação da variável latente identificada com covariáveis presentes no questionário, como sexo, idade, região geográfica, grande área do conhecimento e categoria da bolsa concedida. Para isso, adotaremos a abordagem conhecida como “abordagem de um passo”, que implica na estimativa simultânea do modelo de classes latentes de interesse juntamente com um modelo de regressão logística multinomial no qual as classes latentes estão associadas a um conjunto de variáveis explicativas (Vermunt, 2010).

2. Resultados

2.1. Seleção do modelo

Para a seleção do modelo de classes latentes, foram estimados modelos com dois a seis classes, escolhendo-se aquele com melhor ajuste baseado em critérios estatísticos, parcimônia e interpretabilidade. A **Tabela 3** apresenta os critérios estatísticos dos modelos estimados pelo pacote *glca*, incluindo o *Akaike information criterion* (AIC), o *Consistent Akaike Information Criterion* (CAIC) e o *Bayesian information criterion* (BIC).

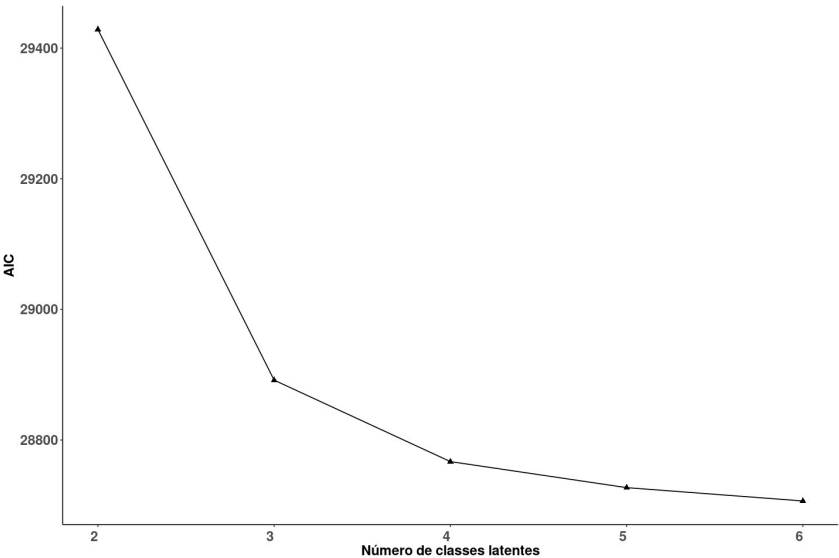
Os valores mais baixos desses critérios indicam melhor ajuste do modelo. No nosso conjunto de dados, tanto o BIC quanto o CAIC apontam para o modelo de três classes como o de melhor ajuste. Embora o AIC não atinja um valor mínimo para os modelos estimados, o método do “cotovelo” é empregado para selecionar o modelo com a maior mudança no valor. A **Figura 1** exibe o gráfico do método do “cotovelo”, confirmando que o modelo com três classes é a melhor escolha também de acordo com o AIC.

Tabela 3. Bondade de ajuste de modelos de “k” classes latentes

k	logLik	AIC	CAIC	BIC	Entropia	Graus de liberdade	G
2	14616.29	29428.58	30040.03	29942.03	0.782263	1294	28458.43
3	14289.84	28891.68	29864.99	29708.99	0.793138	1236	27805.52
4	14169.49	28766.98	30102.17	29888.17	0.790754	1178	27564.82
5	14091.56	28727.13	30424.19	30152.19	0.773504	1120	27408.97
6	14023.36	28706.72	30765.66	30435.66	0.738145	1062	27272.56

Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Figura 1. Gráfico do método do cotovelo (elbow plot) para os valores de AIC



Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Além de avaliar o ajuste, consideramos também o diagnóstico de classificação, ou seja, os indicadores que medem a separação das classes no modelo selecionado. A **Tabela 4** mostra os valores da probabilidade média posterior da classe latente (AvePP), entropia e chance de classificação correta (OCC) encontrados para o modelo de três classes. Todos estes valores estão adequados, segundo as boas práticas que a literatura revisada recomenda (Weller, Bowen e Faubert, 2020).

Tabela 4. Diagnósticos de classificação para o modelo de três classes

Entropia = 0,793		
Classe k	AvePPk	OCCk
Classe 1	0,9	35,84
Classe 2	0,92	30,6
Classe 3	0,9	8,27

Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Em conclusão, por meio da análise de diferentes critérios estatísticos e diagnósticos de classificação, selecionamos o modelo de três classes como o melhor ajuste para o conjunto de dados. Assim, podemos apresentar em seguida as características das classes identificadas por nosso modelo.

260

2.2. Apresentação das classes latentes

Os modelos de classe latente oferecem parâmetros que apresentaremos a seguir para a análise. Esses parâmetros incluem γ (*gamma*), que representa as prevalências das classes latentes estimadas, ou seja, a frequência com que cada classe ocorre na amostra estudada. Além disso, ρ (*rho*) denota as probabilidades de resposta ao item considerando o pertencimento a uma classe latente específica, permitindo entender como as respostas aos itens variam de acordo com a atribuição da classe.

A **Tabela 5** apresenta os parâmetros ρ para o modelo escolhido. Assim, o modelo mostrou bom ajuste para três classes, com prevalência de 20%, 27% e 53%, para cada uma delas. As linhas da tabela apresentam as variáveis utilizadas, e as colunas são as probabilidades de cada uma das cinco respostas possíveis para cada uma das três classes. A **Figura 2** exibe a prevalência das classes no nosso modelo (parâmetro γ) e a **Figura 3** representa graficamente a tabela de probabilidade resposta ao item (parâmetros ρ).

A Classe 1 compreende os cientistas que tendem a concordar com afirmativas como “participação da sociedade civil na gestão de C&T”, “é necessário que os cientistas exponham os riscos decorrentes do desenvolvimento científico”, “o papel da divulgação científica é também permitir a participação da população na discussão sobre C&T”. Além disso, é a classe que atribui maior importância à divulgação científica no seu trabalho (85% “Muito importante” e 15% “Importante”). Por isso, demos a ela o nome de “Classe Democrata-Engajada”.

Por sua vez, as pessoas que pertencem à Classe 2 têm pouca concordância com afirmações que envolvem a participação social na política de C&T, discordando, por exemplo, que “o público é suficientemente capaz de participar do processo de tomada de decisão sobre a política de C&T” (45% para “Discordo em partes” e 51% para “Discordo totalmente”). Entretanto, não podemos dizer que a Classe 2 não atribui importância à divulgação científica (A soma dos que consideram “Muito Importante” ou “Importante” nesta classe é 84%). Por esta razão, chamamos esta classe de “Classe Tecnocrata-Informativa”.

Por último, a Classe 3 identificada em nosso modelo ocupa uma posição intermediária entre as duas anteriores. Ela, por exemplo, está dividida sobre a capacidade do público em participar da tomada de decisões em C&T (43% concorda em partes e 45% discorda em partes). Ela tende a concordar mais que a Classe “Tecnocrata-Informativa” sobre a necessidade dos cientistas em expor os riscos do desenvolvimento científico (59% concordam totalmente e 38% concordam em partes, contra 35% e 47%, respectivamente). Esta classe também ocupa um lugar intermediário com relação à importância dada à divulgação científica no seu trabalho (57% “Muito importante” e 40% “Importante”, contra 85% e 15% na Classe “Democrata-Engajada” e 33% e 51% na Classe “Tecnocrata-informativa”). Nomeamos a Classe 3 de “Democrata-Informativa”, pois supomos que seus membros possuem uma visão geralmente favorável à governança democrática, porém suas perspectivas sobre divulgação científica tendem a refletir mais um modelo informativo do que dialógico.

Tabela 5. Probabilidade de resposta ao item dado o pertencimento às classes latentes do modelo com três classes

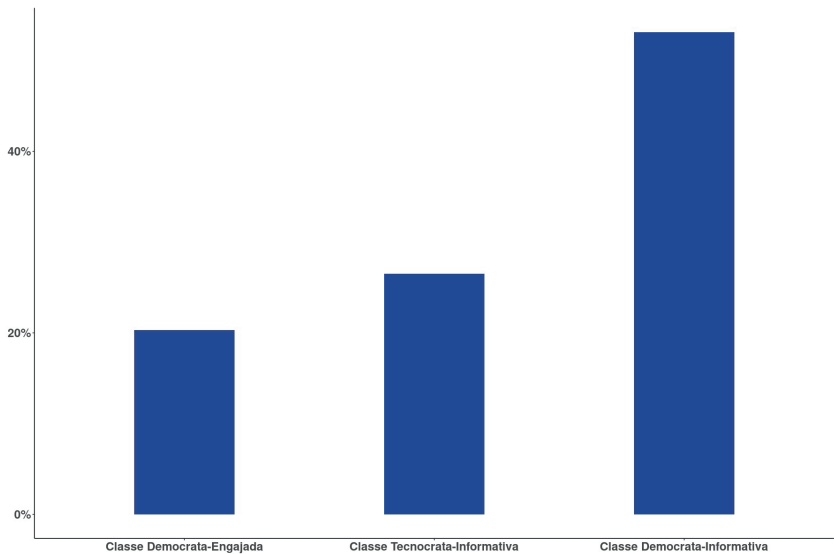
261

Indicadores do questionário		Classe 1 (Democrata-Engajada)	Classe 2 (Tecnocrata-Informativa)	Classe 3 (Democrata-Informativa)
Tema: Participação e governança				
P1. A gestão de C&T deveria ter participação da sociedade civil	Concordo totalmente	82%	6%	25%
	Concordo em partes	18%	37%	67%
	Discordo em partes	0%	37%	8%
	Discordo totalmente	0%	17%	0%
	Não sei	0%	2%	0%
P4. A população deve ser ouvida nas grandes decisões sobre os rumos da C&T	Concordo totalmente	67%	2%	15%
	Concordo em partes	31%	19%	69%
	Discordo em partes	0%	46%	16%
	Discordo totalmente	1%	32%	0%
	Não sei	0%	1%	0%
P6. O público é suficientemente capaz de participar da tomada de decisão	Concordo totalmente	21%	1%	0%
	Concordo em partes	71%	1%	43%
	Discordo em partes	6%	45%	45%
	Discordo totalmente	2%	51%	11%
	Não sei	0%	1%	1%

P8. A divulgação científica deve permitir a participação da população na discussão	Concordo totalmente	92%	16%	50%
	Concordo em partes	8%	49%	47%
	Discordo em partes	0%	23%	3%
	Discordo totalmente	0%	10%	0%
	Não sei	0%	1%	0%
Tema: Capacidade do público e modelo de comunicação				
P2. A maioria das pessoas é capaz de entender o conhecimento científico se ele for bem explicado	Concordo totalmente	60%	9%	25%
	Concordo em partes	35%	43%	59%
	Discordo em partes	3%	33%	14%
	Discordo totalmente	2%	13%	2%
	Não sei	0%	1%	0%
P3. É necessário que os cientistas exponham publicamente os riscos	Concordo totalmente	90%	35%	59%
	Concordo em partes	8%	47%	38%
	Discordo em partes	1%	15%	2%
	Discordo totalmente	0%	3%	0%
	Não sei	0%	0%	1%
P5. A divulgação científica deve primeiramente sanar o déficit de conhecimento	Concordo totalmente	45%	19%	21%
	Concordo em partes	45%	48%	60%
	Discordo em partes	4%	16%	14%
	Discordo totalmente	5%	15%	4%
	Não sei	0%	1%	1%
P7. Na divulgação científica, é essencial que se estabeleça um diálogo em pé de igualdade	Concordo totalmente	71%	18%	26%
	Concordo em partes	26%	40%	59%
	Discordo em partes	2%	29%	12%
	Discordo totalmente	0%	10%	2%
	Não sei	1%	4%	1%
Tema: Motivações e importância				
P9. Considerando todas as atividades do seu trabalho, que importância você atribui à comunicação com o público não-especialista?	Muito importante	85%	33%	57%
	Importante	15%	51%	40%
	Pouco importante	0%	14%	3%
	Nada importante	0%	2%	0%
	Não sei	0%	0%	0%
P10. O diálogo com a população traz boas ideias para o meu trabalho	Sim	29%	13%	22%
	Não	71%	87%	78%
P11. A população impactada deve ser ouvida e tem o direito de conhecer os resultados	Sim	49%	20%	38%
	Não	51%	80%	62%

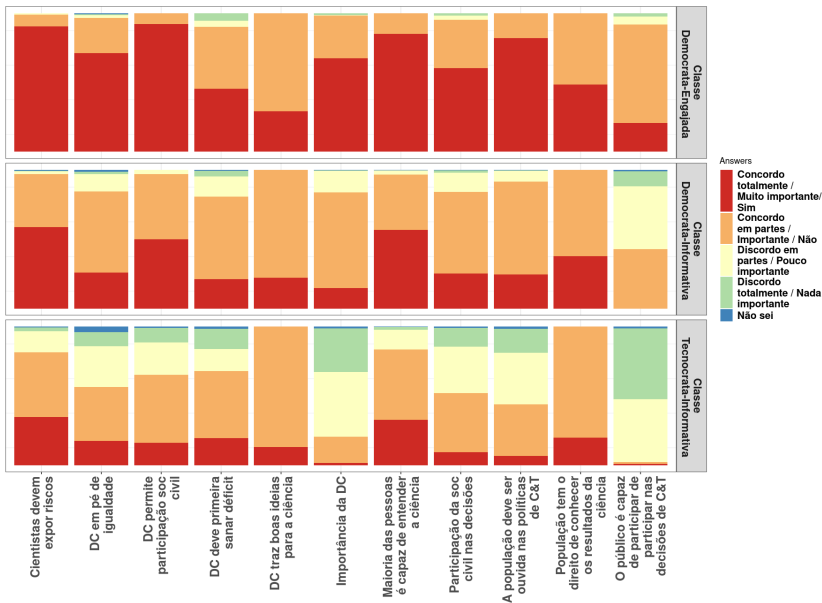
Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024)

Figura 2. Prevalência das classes latentes no modelo



Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

Figura 3. Probabilidade de resposta ao item do modelo de três classes (parâmetros p)



Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelos autores (2024).

2.3. Covariáveis e composição das classes

Após identificar os padrões de resposta de cada classe, uma pergunta que surge é sobre a composição de cada classe. Quais são as características demográficas que podem influenciar a percepção de um cientista sobre a divulgação científica? Buscaremos a resposta a esta pergunta com os dados coletados.

Analizamos, portanto, a influência de covariáveis no pertencimento às classes encontradas por meio de uma regressão logística estrutural. Esse modelo, que é estimado simultaneamente às classes latentes, consiste na relação entre estas e um conjunto de covariáveis pré-definidas, seguindo a abordagem “de um passo” (Vermunt, 2010).

No presente estudo, algumas variáveis independentes utilizadas nas regressões apresentavam múltiplas categorias, resultando em uma dispersão considerável nas respostas. Por exemplo, a coleta de dados resultou em apenas 36 respostas da região Norte (1,9% da amostra) e 67 respostas da área de linguística, letras e artes (3,5% da amostra), o que poderia comprometer a qualidade das análises estatísticas devido à insuficiência de dados em algumas categorias. Para contornar esse problema, optamos por reduzir o número de categorias em algumas covariáveis, agregando a variável de região geográfica em “Centro-Oeste e Norte” e agrupando as categorias de grande área em “Outras”. Essa abordagem visa aprimorar a eficácia da análise, minimizando a dispersão das respostas e possibilitando a obtenção de resultados mais robustos e relevantes para a pesquisa.

A **Tabela 6** apresenta os coeficientes estimados no modelo de classes latentes que compara o pertencimento à classe democrata-engajada com a classe democrata-informativa, em relação às variáveis independentes sexo, região geográfica (região Sudeste como referência), grande área disciplinar (ciências humanas como referência), nível da bolsa (categoria 1A como referência) e idade. Os coeficientes das variáveis independentes mostram como cada variável afeta a chance de pertencer à classe democrata-engajada, em relação à referência estabelecida para cada variável. A tabela também apresenta o erro padrão de cada coeficiente, o valor t e o valor p para testar a significância estatística de cada coeficiente. Um valor p menor que 0,05 é geralmente considerado estatisticamente significativo. Para facilitar a visualização, nós destacamos em cinza as linhas cuja categoria tem valor de p significativo.

Tabela 6. Relacionamento de covariáveis com o pertencimento à classe democrata-informativa em relação à classe democrata-engajada

	<i>Odds Ratio</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t value</i>	<i>Pr(> t)</i>
(Intercept)	14490	2.6735	0.7905	3.3818	0.0007 ***
Sexo masculino	1.1127	0.1068	0.1897	0.5628	0.5737
Região Centro-Oeste e Norte	1.4378	0.3631	0.3548	1.0233	0.3064
Região Nordeste	0.8145	-0.2051	0.2713	-0.7561	0.4497
Região Sul	1.1215	0.1146	0.2381	0.4814	0.6303
Ciências agrárias	1.5401	0.4319	0.3297	1.3098	0.1905
Ciências biológicas	2.9233	1.0727	0.3237	3.3142	0.0009 ***
Ciências da saúde	1.1143	0.1083	0.2971	0.3643	0.7157
Ciências exatas	2.6507	0.9748	0.3429	2.8430	0.0045 **
Ciências sociais aplicadas	1.0150	0.0149	0.3180	0.0467	0.9627
Engenharias	2.7357	1.0064	0.3778	2.6638	0.0078 **
Outras áreas	1.3817	0.3233	0.3592	0.9001	0.3682
Bolsa 1B	1.3713	0.3158	0.4337	0.7280	0.4667
Bolsa 1C	1.0024	0.0024	0.3932	0.0060	0.9952
Bolsa 1D	0.8662	-0.1436	0.3529	-0.4070	0.6841
Bolsa 2	1.0964	0.0921	0.3339	0.2757	0.7828
Bolsa SR	2.2513	0.8115	0.8168	0.9935	0.3206
Idade	0.9592	-0.0416	0.0102	-4.0892	0.0000 ***
Códigos de significância: *** = 0,001; ** = 0,01; * = 0,05					

As linhas em cinza apresentam categorias com significância estatística (valor de $p < 0,05$).

Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelo autor (2024).

Uma primeira observação importante é que as variáveis sexo, região e categoria de bolsa não apresentaram significância estatística na atribuição das classes encontradas. Com relação às demais variáveis, as áreas das ciências biológicas, exatas e engenharias apresentaram maior probabilidade de pertencer à classe democrata-informativa do que à democrata-engajada, se comparadas com as ciências humanas. Além disso, a idade mostrou-se uma variável significativa, no sentido contrário ao do efeito das disciplinas: a cada ano acrescido à idade do cientista, há uma maior chance dele pertencer à classe democrata-engajada.

A **Tabela 7** compara o relacionamento de covariáveis com o pertencimento às classes democrata-informativa e tecnocrata-informativa. Aqui, diferentemente da tabela anterior, aparece efeito significativo do sexo, sendo que homens tem maior probabilidade de pertencer à classe tecnocrata-informativa. No que diz respeito às disciplinas, as ciências biológicas, exatas e engenharias, acompanhadas desta vez pelas ciências agrárias, apresentaram maior probabilidade de pertencimento à classe tecnocrata-informativa. Assim como na tabela anterior, o efeito da idade teve sentido contrário, sendo que os respondentes mais velhos tiveram chance aumentada de pertencer à classe democrata-informativa.

Tabela 7. Relacionamento de covariáveis com o pertencimento à classe democrata-informativa em relação à classe tecnocrata-informativa

	<i>Odds Ratio</i>	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t value</i>	<i>Pr(> t)</i>
(Intercept)	17.4696	2.8605	0.9405	3.0415	0.0024 **
Sexo masculino	1.6914	0.5256	0.2222	2.3656	0.0182 *
Região Centro-Oeste e Norte	1.1930	0.1765	0.3832	0.4606	0.6452
Região Nordeste	0.5524	-0.5936	0.3195	-1.8578	0.0634 .
Região Sul	0.9008	-0.1045	0.2686	-0.3891	0.6973
Ciências agrárias	3.3416	1.2065	0.4109	2.9364	0.0034 **
Ciências biológicas	3.9622	1.3768	0.4218	3.2641	0.0011 **
Ciências da saúde	1.1426	0.1333	0.4390	0.3037	0.7614
Ciências exatas	8.6394	2.1563	0.4121	5.2329	0.0000 ***
Ciências sociais aplicadas	1.6780	0.5176	0.4430	1.1684	0.2429
Engenharias	5.9337	1.7806	0.4518	3.9413	0.0001 ***
Outras áreas	2.5442	0.9338	0.4764	1.9601	0.0502 .
Bolsa 1B	1.2948	0.2583	0.5066	0.5099	0.6102
Bolsa 1C	0.5422	-0.6122	0.4693	-1.3043	0.1924
Bolsa 1D	0.6412	-0.4444	0.3990	-1.1138	0.2656
Bolsa 2	0.6689	-0.4022	0.3853	-1.0439	0.2968
Bolsa SR	0.7992	-0.2242	1.1711	-0.1914	0.8482
Idade	0.9360	-0.0661	0.0118	-5.6062	0.0000 ***

Códigos de significância: *** = 0,001; ** = 0,01; * = 0,05

As linhas em cinza apresentam categorias com significância estatística (valor de $p < 0,05$).

Fonte: banco de dados da presente pesquisa. Elaborado pelo autor (2023).

Discussão e considerações finais

A análise de classes latentes forneceu indícios interessantes sobre os tipos principais de relação entre cientistas e público na percepção dos bolsistas PQ. Sabemos que as opiniões dos cientistas sobre a divulgação científica são variadas e refletem uma diversidade de modelos e abordagens. Nossa análise dos dados aqui apresentados é que prevalece a concepção de que a divulgação científica deve, antes de tudo, reduzir a diferença de conhecimento entre a comunidade científica e o grande público, no que se tornou comum chamar de “modelo do déficit” (Irwin e Wynne, 1996; Bucchi, 2009). Neste estudo, identificamos três classes principais que representam diferentes visões e abordagens de divulgação científica entre os cientistas brasileiros: a classe “democrata-engajada”, a classe “democrata-informativa” e a classe “tecnocrata-informativa”.

A taxonomia que encontramos sugere que: 1) há uma conexão entre as opiniões e percepções sobre o modelo de comunicação da ciência e o modelo de gestão da política de ciência e tecnologia; 2) a maioria dos cientistas está mais inclinada para práticas de comunicação em que o foco seja explicar, informar, transmitir conhecimento (normalmente atribuídas ao “modelo do déficit”), do que práticas que estimulem e possibilitem questionamentos, participação na tomada de decisões, co-construção de conhecimento e diálogo.

A relação encontrada em nossos resultados entre opiniões sobre o modelo de comunicação e a gestão da ciência e tecnologia vai ao encontro da literatura revisada. Em geral, as práticas informativas, lineares e verticais de divulgação são atribuídas

a concepções tecnocráticas da relação entre ciência e sociedade (Bucchi, 2009). Ao longo dos anos foram propostos modelos mais dialógicos de divulgação científica, que enunciaram um diálogo mais horizontal e democrático entre ciência e sociedade e, a seguir, modelos participativos, onde ao diálogo se associa uma possibilidade concreta dos cidadãos contribuírem tanto com a produção de conhecimento e de comunicação da ciência (por exemplo, com experiências de ciência cidadã, de co-criação de museus e atividade de divulgação), quanto de participarem de alguma forma da tomada de decisão (com conferências de consensos, assembleias cidadã, júris etc.) com vistas à solução de controvérsias sociais e científicas (Trench, 2008; Burgess, 2014; Brossard e Lewenstein, 2021).

A classe “democrata-engajada”, que representa cerca de 20% da amostra, tende a valorizar a participação da sociedade civil na gestão e regulação da ciência e tecnologia. Esses cientistas são mais propensos a concordar com afirmações como “A população deve ser ouvida nas grandes decisões sobre os rumos da ciência e tecnologia”, o que indica uma proximidade com visões de divulgação científica que visam a possibilidade de uma co-construção não apenas dos conteúdos e dos temas da DC, mas também das políticas públicas de CT&I. Na literatura revisada, estas concepções se aproximam de modelos de “democráticos”, ou “de participação” (Bucchi e Trench, 2021; Metcalfe *et al.*, 2022).

A classe “democrata-informativa”, que constitui a maior parte da amostra (54%), também valoriza o engajamento da sociedade civil na governança da ciência e tecnologia. No entanto, suas perspectivas sobre a divulgação científica tendem a se alinhar mais com o “modelo do déficit”. Comparado à classe anteriormente descrita, os membros desta classe geralmente concordam menos com os indicadores utilizados no modelo. Entre esses indicadores, aqueles com os quais eles mais concordam estão relacionados às ideias e concepções associadas ao modelo do déficit. Por exemplo, “A divulgação científica deve primeiramente sanar o déficit de conhecimento da população em geral” ou “A maioria das pessoas é capaz de entender o conhecimento científico se ele for bem explicado”.

Finalmente, a classe “tecnocrata-informativa”, que compõe cerca de 26% da amostra, tende a defender um modelo em que a gestão da ciência e tecnologia é conduzida por experts, e a valorizar a divulgação científica como um meio de *accountability* e responsabilidade social, de informar o público sobre os desenvolvimentos científicos e tecnológicos. Esta associação entre ver como função principal da divulgação científica o letramento da população, para que entenda, e uma gestão tecnocrática (só os especialistas são chamados a decidir sobre regulação e discutir impactos), era predominante no século XX, especialmente até os anos 1980 (Bucchi, 2009).

Nossos achados refletem a diversidade de visões sobre a divulgação científica entre os cientistas brasileiros, e estão em consonância com a ampla gama de modalidades e perspectivas sobre o papel e os objetivos da divulgação científica identificados e discutidos na literatura internacional e nacional. Ao mesmo tempo, a prevalência da classe “democrata-informativa” e da classe “tecnocrata-informativa” sugere que a visão de divulgação científica como principalmente um meio de transmissão de informação é a mais comum entre os cientistas brasileiros, o que corrobora os resultados de

outros estudos empíricos. É importante ressaltar, entretanto, uma presença menor, mas consistente e significativa, de concepções dialógicas e democráticas de relação entre a ciência e a sociedade, que estão mais presentes nas opiniões e percepções sobre a gestão da ciência e tecnologia do que sobre a prática de divulgação científica. Tal visão parece mais frequente entre cientistas mais velhos e das ciências humanas.

A área de atuação do cientista provou ser um preditor significativo na determinação das classes latentes. Isso sugere que a disciplina de um cientista pode impactar significativamente suas percepções e abordagens à divulgação científica. Cada disciplina tem suas próprias tradições, práticas e desafios de comunicação que podem influenciar como seus membros percebem e se envolvem na divulgação científica. Ao levar em conta o papel da área de atuação na determinação das classes latentes, podemos obter uma compreensão mais profunda e detalhada das percepções e comportamentos dos cientistas em relação à divulgação científica.

A análise de covariáveis revelou também um efeito significativo da idade. Os cientistas mais jovens têm maior probabilidade de pertencer à classe “democrata-informativa” (quando comparada à classe “democrata-engajada”) e à classe “tecnocrata-informativa” (quando comparada à classe “democrata-informativa”). No entanto, é preciso considerar que esse efeito pode ser influenciado pelo fator coorte. No contexto brasileiro, nas últimas décadas, ocorreram mudanças sociais e culturais que impactam as diferentes gerações. Fatores históricos, como avanços tecnológicos, mudanças políticas e transformações socioeconômicas, têm potencialmente moldado as experiências e perspectivas das coortes de maneiras distintas. Por exemplo, houve uma significativa expansão de vagas em universidades brasileiras nas últimas décadas. Essas influências compartilhadas ao longo do tempo podem gerar padrões únicos de comportamento, atitudes e valores para cada coorte. Assim, é plausível que o efeito da idade observado na análise seja um reflexo do efeito coorte, revelando como as experiências e eventos históricos têm moldado os indivíduos em suas respectivas gerações, em vez de simplesmente representar uma mudança intrínseca ao processo de envelhecimento.

A expansão das universidades federais brasileiras, ocorrida sobretudo entre 2007 e 2012, resultou na criação de novas instituições públicas, campi avançados e novos cursos nos turnos diurnos e noturnos. Além disso, houve um fortalecimento das ações de extensão e formação de professores da rede básica, bem como a contratação de jovens docentes com perfis diversificados. Esses novos professores apresentam uma maior diversidade em termos de classe social de origem, gênero, raça, trajetória profissional e acadêmica em comparação com a geração anterior. Essa mudança pode ter contribuído para as diferenças observadas em nosso estudo, embora não possamos confirmar essa hipótese com os dados atuais. Futuras pesquisas poderão explorar mais a fundo quais fatores influenciam as perspectivas distintas dos pesquisadores da nova geração.

Estudos posteriores poderão responder qual é a tendência crescente: se a das práticas de divulgação mais dialógicas ou a de dar maior peso às opiniões de experts nas questões em que a ciência e a tecnologia tocam a democracia; se a visão de cientistas mais jovens está se diferenciando das dos mais velhos; e também se as

áreas do conhecimento que mais tocam questões e fenômenos sociais tendem a se tornar aquelas em que os cientistas praticam uma comunicação mais participativa.

Por fim, ainda na análise das covariáveis, chama atenção o fato de não ter sido encontrado efeito significativo da categoria da bolsa PQ, quando controlado pelo efeito de outras variáveis (idade, área de conhecimento, etc.) na atribuição das classes. Este fato sugere que os bolsistas PQ podem ser uma boa amostra para a população de cientistas como um todo, pois suas opiniões sobre a relação com os públicos e sobre a comunicação são afetadas pela idade, gênero, área de conhecimento, mas não pelo grau de produtividade em si. Futuras pesquisas, sejam *surveys* ou estudos qualitativos como grupos focais e entrevistas, poderão corroborar ou não tais indícios.

Este estudo forneceu um panorama detalhado das percepções e abordagens dos cientistas brasileiros bolsistas de produtividade do CNPq em relação à divulgação científica, identificando três classes principais que refletem diferentes visões sobre a ciência e a sua comunicação para o público. Os resultados aqui apresentados devem ser vistos como ponto de partida para novos estudos que possam aprofundar sobre as causas e interpretações deste panorama. A natureza quantitativa do nosso estudo limita a nossa capacidade de capturar plenamente as razões e argumentações subjacentes às diferentes percepções entre os cientistas.

Nesse sentido, salientamos a importância de estudos de metodologias mistas, ou que envolvam dados também derivados de análise de entrevistas, grupos focais e etnografias da divulgação científica praticada por cientistas. Tais contribuições poderão fornecer uma compreensão mais rica e profunda das motivações, crenças e experiências que moldam as perspectivas dos cientistas sobre a divulgação científica.

269

Ainda assim, indícios importantes emergem das análises quantitativas aqui apresentadas. Em primeiro lugar, tanto a diversidade de opiniões dos pesquisadores bolsistas PQ quanto sua distribuição mostram que nossos cientistas estão conscientes da existência de diversos modos, práticas e funções para a divulgação científica. O modelo de classes latentes que apresentamos, embora traga importantes achados, apresenta baixa homogeneidade. Em alguns dos indicadores utilizados, as probabilidades de resposta ao item em algumas das classes não são próximas de 0 ou 1, o que é apontado na literatura como algo desejado para modelos mais robustos e diferenciadores. Como resultado, há mais de um padrão de respostas predominando para os 11 indicadores em cada classe latente. Isto é particularmente verdade na classe “Democrata-Informativa”, que é exatamente a maior das classes, com 54% da amostra. Isso indica, em nosso julgamento, a multiplicidade de práticas e atitudes que esses cientistas assumem em diferentes contextos. Em vez de seguir um único modelo ou perspectiva de divulgação científica, muitos cientistas parecem integrar múltiplas abordagens e práticas em sua atuação.

Essa variabilidade nas respostas sugere que as atitudes e práticas de divulgação científica não estão rigidamente compartimentadas entre os cientistas. Ao contrário, há uma sobreposição e interação entre diferentes modelos, refletindo a complexidade e a flexibilidade com que esses profissionais abordam a divulgação científica. Portanto, a baixa homogeneidade do modelo pode ser interpretada como um reflexo da natureza

multifacetada e adaptativa das percepções e práticas de divulgação científica entre os cientistas brasileiros.

Em segundo lugar, emergem alguns padrões: pesquisadores das ciências humanas e/ou mais velhos têm mais chances de terem entrado em contato com formas de comunicação dialógica e participativa. Enquanto isso, cientistas das ciências agrárias, biológicas, exatas e engenharia, mais jovens e/ou do sexo masculino, apresentam uma maior inclinação a adotar uma postura mais tecnocrática em relação à participação popular nas decisões de ciência e tecnologia.

À medida que continuamos a explorar a complexa dinâmica da divulgação científica no Brasil, essas percepções podem ajudar a refletir sobre as melhores práticas e estratégias para promover uma maior conexão entre a ciência e a sociedade, e também a compreender a demanda dos cientistas sobre divulgação científica, seja ela de formação, de maiores recursos, de políticas específicas para área.

Agradecimentos

Este estudo foi realizado no escopo do Instituto Nacional de Comunicação Pública da Ciência, apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). Além disso, contou com a parceria do CNPq, por meio da Coordenação do Programa de Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais, que forneceu a base de dados dos pesquisadores para envio dos convites para participação na pesquisa. Castelfranchi e Massarani agradecem ao CNPq pela bolsa Produtividade em Pesquisa respectivamente PQ2 e PQ1B. Massarani agradece à Faperj pelo Cientista do Nosso Estado.

Referências bibliográficas

Brossard, D. & Lewenstein, B. V. (2021). Uma avaliação crítica dos modelos de compreensão pública da ciência: Usando a prática para informar a teoria. Em L. Massarani & I. C. Moreira (Eds.), *Pesquisa em divulgação científica: Textos escolhidos*. Fiocruz/COC. Disponível em: https://www.inct-cpct.ufpa.br/wp-content/uploads/2021/04/Livro-VPEIC_pesquisa_divulgacao_cientifica_final.pdf.

Bucchi, M. (2009). *Beyond technocracy: Science, politics and citizens*. Springer New York. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/978-0-387-89522-2>.

Bucchi, M. & Trench, B. (2021). Rethinking science communication as the social conversation around science. *Journal of Science Communication*, 20(3), Y01. DOI: <https://doi.org/10.22323/2.20030401>.

Burgess, M. M. (2014). From “trust us” to participatory governance: Deliberative publics and science policy. *Public Understanding of Science*, 23(1), 48–52. DOI: <https://doi.org/10.1177/0963662512472160>.

Callon, M., Lascoumes, P. & Barthe, Y. (2009). *Acting in an uncertain world: An essay on technical democracy*. MIT Press.

Castelfranchi, Y. & Pitrelli, N. (2007). *Come si comunica la scienza?* Laterza.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2019). *Percepção pública da C&T no Brasil – 2019*. Disponível em: https://www.cgee.org.br/documents/10195/4686075/CGEE_resumoexecutivo_Percepcao_pub_CT.pdf.

Collins, L. M. & Lanza, S. T. (2010). *Latent class and latent transition analysis*. Wiley.

Crettaz Von Roten, F. & Moeschler, O. (2010). Les relations entre les scientifiques et la société. *Sociologie*, 1(1), 45–60. DOI: <https://doi.org/10.3917/socio.001.0045>.

Entradas, M., Bauer, M. W., Marcinkowski, F. & Pellegrini, G. (2024). The communication function of universities: Is there a place for science communication? *Minerva*, 62(1), 25–47. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11024-023-09499-8>.

Entradas, M., Gascoigne, T., Metcalfe, J., Medvecky, F. & Nepote, A. C. (2022). Participatory science communication for transformation. *Journal of Science Communication*, 21(02), E. DOI: <https://doi.org/10.22323/2.21020501>.

271

Hagenaars, J. A. & McCutcheon, A. L. (2002). *Applied latent class analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.

Hilgartner, S. (1990). The dominant view of popularization: Conceptual problems, political uses. *Social Studies of Science*, 20(3), 519–539. DOI: <https://doi.org/10.1177/030631290020003006>.

House of Lords (2000). *Science and technology - Third report*. The Stationery Office.

Irwin, A. & Wynne, B. (1996). *Misunderstanding science? The public reconstruction of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

Jasanoff, S. (2011). Constitutional moments in governing science and technology. *Science and Engineering Ethics*, 17(4), 621–638. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11948-011-9302-2>.

Kim, Y. & Chung, H. (2020). *glca: An R package for multiple-group latent class analysis*. Disponível em <https://kim0sun.github.io/glca/>.

Latour, B. (2004). *Politics of nature: How to bring the sciences into democracy*. Harvard University Press.

Lo, Y.-Y. (2015). Online communication beyond the scientific community: Scientists' use of new media in Germany, Taiwan and the United States to address the public [Tese de doutorado]. Berlin: Freie Universität Berlin. Disponível em: <https://d-nb.info/1102933473/34>.

Loroño-Leturiondo, M. & Davies, S. R. (2018). Responsibility and science communication: Scientists' experiences of and perspectives on public communication activities. *Journal of Responsible Innovation*, 5(2), 170-185. DOI: <https://doi.org/10.1080/23299460.2018.1434739>.

Maia, B. Á. & Massarani, L. (2017). Os cientistas e os meios de comunicação de massa: Um estudo de caso no Instituto Oswaldo Cruz. *Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde*, 11(4). Disponível em: <https://www.reciis.icict.fiocruz.br/index.php/receis/article/view/1342>.

Massarani, L. & Peters, H. P. (2016). Scientists in the public sphere: Interactions of scientists and journalists in Brazil. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*, 88, 1165–1175. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201620150558>.

Masyn, K. (2013). Latent class analysis and finite mixture modeling. In *The Oxford handbook of quantitative methods* (Vol. 2). Oxford University Press.

Metcalfe, J., Gascoigne, T., Medvecky, F. & Nepote, A. C. (2022). Participatory science communication for transformation. *Journal of Science Communication*, 21(02), E. DOI: <https://doi.org/10.22323/2.21020501>.

Nature (2009). Cheerleader or watchdog? *Nature*, 459(7250), 1033. DOI: <https://doi.org/10.1038/4591033a>.

Nisbet, M. C. & Scheufele, D. A. (2009). What's next for science communication? Promising directions and lingering distractions. *American Journal of Botany*, 96(10), 1767–1778. DOI: <https://doi.org/10.3732/ajb.0900041>.

Peters, H. P., Dunwoody, S., Allgaier, J., Lo, Y.-Y. & Brossard, D. (2014). Public communication of science 2.0. *EMBO Reports*, 15(7), 749–753. DOI: <https://doi.org/10.15252/embr.201438979>.

Polino, C. & Castelfranchi, Y. (2012). The “communicative turn” in contemporary techno-science: Latin American approaches and global tendencies. Em B. Schiele, M. Claessens & S. Shi (Eds.), *Science communication in the world* (3–19). Springer Netherlands. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-4279-6>.

Priest, S. (2013). Critical Science Literacy: What Citizens and Journalists Need to Know to Make Sense of Science. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 33(5–6), 138–145. DOI: <https://doi.org/10.1177/0270467614529707>.

Trench, B. (2008). Towards an analytical framework of science communication models. Em. D. Cheng (Ed.), *Communicating science in social contexts: New models, new practices* (71–92). Springer. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8597-0_4.

Vermunt, J. K. (2010). Latent class modeling with covariates: Two improved three-step approaches. *Political Analysis*, 18(4), 450–469. DOI: <https://doi.org/10.1093/pan/mpq025>.

Vermunt, J. K. & Magidson, J. (2004). Latent class analysis. Em M. S. Lewis-Beck, A. Bryman, & T. F. Liao (Eds.), *The SAGE encyclopedia of social science research methods* (549–553). SAGE Publications.

Weller, B. E., Bowen, N. K. & Faubert, S. J. (2020). Latent class analysis: A guide to best practice. *Journal of Black Psychology*, 46(4), 287–311. DOI: <https://doi.org/10.1177/0095798420930932>.

Wickham, H. (2014). Tidy data. *Journal of Statistical Software*, 59, 1–23. DOI: <https://doi.org/10.18637/jss.v059.i10>.

Wynne, B. E. (2004). May the sheep safely graze? A reflexive view of the expert-lay knowledge divide. Em S. Lash, B. Szerszynski & B. Wynne (Eds.), *Risk, environment and modernity: Towards a new ecology*. Sage.

Yang, Z. (2021). Citizen science communicators, boundary-work and scientific authority: Struggle for discourse authority between scientists and the public in the digital media environment of China [Tese de doutorado]. Sheffield: University of Sheffield. Disponível em: <https://etheses.whiterose.ac.uk/29063/>.

RESEÑAS 



Atlas de la Inteligencia Artificial: poder, política y costos planetarios

Kate Crawford

Fondo de Cultura Económica
México, 2023, 444 págs.

Por **Fernando Tula Molina**  *

Kate Crawford se pregunta: ¿cuáles son las consecuencias sociales y ambientales de incluir la inteligencia artificial (IA) en la toma de decisiones educacionales y gubernamentales? Como toda pregunta política, en lugar de una respuesta única, lo que aparece son imaginarios enfrentados. De un lado, la idea de convergencia tecnológica, la cual -en gran medida gracias a la IA- se encargará de optimizarlo y solucionarlo todo. El libro, luego de un claro y lúcido recorrido, culmina recuperando las reflexiones de Langdon Winner -de hace más de cuatro décadas- sobre las sociedades de base tecnológica, completamente sonámbulas dentro de sus “realidades artificiales”. Tal sonambulismo es el que lleva a ignorar o negar las consecuencias por las que se pregunta Crawford. Por el contrario, una vez abiertos los ojos, no queda sino -y esta será su tesis- “considerar a la IA, en una visión amplia, como una industria de extracción” (p. 37).

277

Hay dos problemas de base que, a pesar de algunos magros intentos, hasta ahora no se han podido solucionar: el origen de los “datos de entrenamiento” de los algoritmos y su pronunciado “sesgo”. Con estos datos de base serán etiquetadas todas las *selfies*, gestos con la mano, cámaras de videovigilancia, conversaciones de grupos, constituyendo la “verdad de base” del sistema. Los primeros datos de entrenamiento, hará una breve historia Crawford, son los de los prontuarios policiales. Y no solo el sesgo acompañará la educación de los algoritmos, sino también su ideología; es decir, la de la videovigilancia. ¿Por qué esto es un problema? Porque desaparecen

* Universidad Nacional de Quilmes (UNQ)-CONICET, Argentina. Correo electrónico: ftulamolina@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2150-3424>.

las modulaciones del contexto. Se trata de correlaciones estadísticas, umbrales y patrones de reconocimiento. Cuando WS corrige erróneamente algo que escribimos con toda corrección, se trata de ese mismo dudoso “patrón de inteligencia” que todo lo homogeniza, carente de sensibilidad a la diferencia, la ironía y mucho menos al humor. Su verdad de base, como pondrá Crawford de manifiesto, resulta claramente autoritaria. Y no sorprende, en tanto que desde el origen la infraestructura de la IA está asociada a las agencias de inteligencia durante la Segunda Guerra Mundial: “Desde la alerta que recibe el conductor de Uber, al rastreo de inmigrantes y los inquilinos que deben lidiar con sistemas de reconocimiento facial, los sistemas de IA se construyen siguiendo la lógica del capital, la vigilancia y la militarización” (p. 41).

La idea de “extracción” que propone Crawford tiene dos grandes modos: i) la abstracción de las condiciones materiales (invisibilización o externalización); y ii) acumulación de información y recursos, sobre todo de quienes son menos capaces de defenderse. El primer capítulo está dedicado a “La Tierra”. Aquí el problema son los efectos de la computación a gran escala, los cuales pueden verse en la atmósfera, los océanos, la corteza terrestre, el tiempo profundo del planeta y el brutal impacto sobre las poblaciones desfavorecidas: “El ciclo de vida de un sistema de IA tiene muchas cadenas fractales: formas de explotación de mano de obra y de recursos naturales y concentraciones masivas de poder corporativo y geopolítico. Y a lo largo de toda la cadena, un continuo consumo en amplia escala de energía que mantiene el ciclo funcionando” (p. 61). El segundo capítulo trata sobre “El Trabajo”. ¿Han mejorado las condiciones laborales gracias a la optimización de la IA? Crawford no está pensando tanto en la robotización, sino en las maneras en que la experiencia del trabajo ha ido cambiando en relación con el aumento del monitoreo, la evaluación algorítmica y la modulación del tiempo. Su conclusión, teniendo en cuenta que en las industrias de servicios y de comida rápida se cuentan hasta los segundos, es que las formas contemporáneas de IA no son ni artificiales ni inteligentes, sino -podríamos agregar- una manera descarnada de gestionar cuerpos. En el tercer capítulo, Crawford desarrolla el mencionado origen “policial” de los datos de entrenamiento; fotografías tomadas sin autorización que dejarán de ser imágenes para dar lugar a una infraestructura: “Estos conjuntos de datos le dan forma a los límites epistémicos que gobiernan la manera en que opera la IA. En este sentido, crean los límites de cómo la IA puede ‘ver’ el mundo” (p. 153).

¿Qué resulta de la clasificación automática de las emociones humanas? En el capítulo siguiente Crawford responderá, fundamentalmente un negocio muy lucrativo para los ejércitos, las corporaciones, las agencias de inteligencia y las fuerzas policiales: Promete filtrar, de manera confiable, al amigo del enemigo. Ahora bien, ¿son universales las expresiones faciales humanas? Lee Hough, a la cabeza de la Advanced Research Projects Agency (ARPA) -una de las ramas de investigación del Departamento de Defensa-, vio el potencial de las investigaciones del joven psicólogo Paul Ekman sobre la posibilidad de estandarización de las emociones humanas. Estas investigaciones se remontaban a los estudios originales de electroshock de Duchenne a las mediciones sobre la musculatura facial. Ello derivó en el *Facial Action Coding System* (FACS), el cual proporciona: un conjunto de etiquetas estable, discreto y finito; y un sistema para producir mediciones. El peligro evidente de este sistema, tal como advirtieron los científicos sociales M. Gendron y L. Feldman Barrett, es su

falta de confiabilidad: pueden detectar un ceño fruncido, pero eso no es lo mismo que detectar enojo. El segundo peligro es el entendimiento extremadamente limitado, o directamente nulo, sobre las emociones humanas. En tanto todos estos sistemas operan con el conjunto inicial de categorías de Ekman de “ira”, “felicidad”, “sorpresa”, “asco”, “tristeza” y “miedo”.

Para referirse al papel del Estado en todo este proceso, Crawford comienza por los Archivos Snowden, los cuales desnudan la recopilación masiva de datos (*data mining*) de todo teléfono, navegador o plataforma existente, como fuentes de datos para la seguridad del Estado. Sumado a las herramientas de reconocimiento automático, un sueño para muchos se vuelve posible: poder marcar un objetivo en una vista de Internet de 100 km. A partir de ahora, las personas pueden ser rastreadas -y entendidas- a partir de sus metadatos: “El archivo Snowden subraya la manera en que los actores estatales colaboran para producir lo que Achille Mbembe llama ‘la guerra de infraestructura’. Parafraseando al teórico Benjamin Bratton, el Estado está tomando el armazón de una máquina porque las máquinas ya han asumido las funciones y el registro del Estado” (pp. 281-282).

Sin embargo, no han sido saldados los interrogantes del inicio: ¿quién está construyendo los conjuntos de datos de entrenamiento, con qué datos y cómo se etiquetan las cosas como una “amenaza inminente”? Actualmente la mayoría de los Estados niegan cualquier responsabilidad bajo el argumento: “No podemos ser responsables por algo que no entendemos”. Aun así, mientras que la etiqueta “ataque selectivo” involucra apuntar a un individuo específico, observa Crawford, la etiqueta “ataque por firma” habilita la eliminación del objetivo.

279

El punto más inquietante es que no se trata de precisión, sino de correlación. Este es el motivo por el que la precisión de la IA es un mito. Se han comprobados errores a gran escala: 19.000 residentes del Estado de Michigan clasificados como “inmigrantes” entre 2012 y 2015, quitándoles la asistencia alimentaria; 40.000 ciudadanos mal identificados como “estafadores” al seguro de desempleo, con el embargo automático de sus salarios. Aun así, concluye Crawford, el hecho es que “una vez que un patrón de datos alcanza un umbral, la sospecha se vuelve suficiente para tomar decisiones incluso sin pruebas definitivas” (p. 309).

¿Qué concluir de todo ello? Crawford desarrolló -junto al historiador de la tecnología Alex Campolo- el concepto de “determinismo encantado”, el cual utiliza para cerrar el libro. Su contenido abarca tanto el proyecto de simplificar el mundo en aras de la optimización de las señales, como abordarlo como un juego de estrategia. ¿Estrategia en función de qué objetivo? Culminar el entrelazamiento de la tecnología, el capital y el poder, del cual la IA es la última manifestación. Ahora bien, por más datos que se recopilen y aunque se cumpla el objetivo de digitalizar el mundo, solo alimentarán algoritmos con sus datos sesgados del inicio. Sumado a esto, una lógica normativa centralizadora y de largo alcance solo podrá ser más de lo mismo, toda novedad reducida estadísticamente o eliminada como salto disruptivo. De este modo, el sueño de la democratización de la tecnología no es más que eso. En palabras de Crawford, “sugerir que democratizemos la IA para, reducir las asimetrías de poder, es un poco como querer democratizar la fabricación de las armas en aras de la paz” (p. 338).

¿Qué hacer ante esta situación global? El deseo de Crawford, como el de tantos otros -entre ellos Winner- es el de una “nueva era de la crítica” que nos permita salir de la situación de sonambulismo tecnológico. Pero de poco sirve la crítica académica si no se encuentran espacios que vayan más allá de la vida técnica y derroquen el dogma de la inevitabilidad.

SOBRE ESTE NÚMERO 

Los siguientes expertos evaluaron los artículos publicados en el presente número de la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*.

Lola S. Almendros: graduada en filosofía por la Universidad Complutense de Madrid (UCM), España. Magíster en filosofía, ciencia y valores por la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), España, y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Doctora en lógica y filosofía de la ciencia por la Universidad de Salamanca (USAL), España. Ha sido investigadora predoctoral en el Instituto de Filosofía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España e investigadora posdoctoral en el Instituto de Estudios de la Ciencia y la Tecnología (ECyT) de la USAL. En 2017 obtuvo la beca de investigación Fundació Banc Sabadell y en 2019 la Beca Santander Iberoamérica Investigación. Ha realizado estancias de investigación en la Universidad de Buenos Aires (UBA), la Universidad de la República (Udelar) de Uruguay y en el IAS-Research Center for Life, Mind and Society de la UPV/EHU. Sus áreas de especialidad son la filosofía de la ciencia y la tecnología, los estudios sociales de ciencia, tecnología y género, y la epistemología.

283

Rodolfo Barrere: doctor en ciencias sociales (Universidad Nacional de Quilmes, Argentina) y licenciado en comunicación social. Especializado en temas relacionados con la producción, la gestión y el análisis de información científica, tecnológica y de innovación. Actualmente se desempeña como coordinador de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) y del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS) de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).

Cristian Brixner: licenciado en economía política por la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Argentina. Magíster en desarrollo económico por la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Argentina, y doctorando en economía por la UNGS. Es becario doctoral del CONICET y se desempeña como profesor adjunto de grado y posgrado e investigador en la Universidad Nacional de Tierra del Fuego (UNTDF), Argentina, donde desarrolla su actividad profesional en docencia, investigación y vinculación. Sus áreas de trabajo incluyen la economía de

la innovación y el desarrollo económico, con foco en procesos territoriales, estructuras productivas y políticas CTI. Posee formación en métodos de investigación cuantitativos y cualitativos, así como conocimientos técnicos para el análisis empírico aplicado a las ciencias sociales.

Roberto Follari: doctor y licenciado en psicología por la Universidad Nacional de San Luis, Argentina. Profesor titular jubilado de epistemología de las ciencias sociales por la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Argentina. Ha sido asesor de UNICEF y de CONEAU. Premio Nacional sobre Derechos Humanos y universidad del Servicio Universitario Mundial. Recibió la distinción Juana Azurduy del Senado de la Nación (2017) y fue declarado profesor emérito de la UNCuyo (2023). Ha sido director de la maestría en docencia universitaria de la Universidad de la Patagonia y de la maestría en estudios latinoamericanos de la UNCuyo; y es miembro del comité académico de diversos posgrados. Ha sido miembro de las comisiones evaluadoras de CONICET y profesor invitado de posgrado en diversas universidades argentinas, además de otras de Ecuador, Chile, Uruguay, Venezuela, México y España. Autor de 15 libros publicados en diversos países, y unos 150 artículos en revistas de filosofía, educación y ciencias sociales, traducido al alemán, el inglés, el italiano, el gallego y el portugués. Uno de sus libros es *Teorías débiles*, editado por Homo Sapiens Ediciones (Argentina). En esa editorial ha publicado posteriormente *La selva académica (los silenciados laberintos de los intelectuales en la universidad)* y *La alternativa neopopulista (el reto latinoamericano al republicanismo liberal)*.

284

Natividad Garrido Rodríguez: graduada en filosofía, Universidad de La Laguna (ULL), España. Tiene un máster de investigación en filosofía (ULL) y es doctora en filosofía con mención internacional sobresaliente *cum laude* (ULL). Actualmente es investigadora posdoctoral Catalina Ruiz en el Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia, la Educación y el Lenguaje de ULL y miembro asociado de la Unité de recherche PLURIELLES (UR 24142) de la Université de Bordeaux Montaigne.

Javier Gómez Ferri: profesor titular de sociología en el Departamento de Sociología y Antropología Social de la Universitat de Valencia y miembro del Instituto Interuniversitario López Piñero (IILP), ambas instituciones de España. Licenciado en filosofía y en antropología social y cultural, y doctor en filosofía. Se ha formado en la Universitat de València y en la Universitat Jaume I de Castellón. Sus áreas de especialización son los estudios sociales del conocimiento, la ciencia y tecnología, junto con el de la comprensión pública de la ciencia y la tecnología (PUS). Además, también se ha ocupado de la epistemología de las ciencias sociales, así como del estudio de la colaboración y la publicación científica. Ha realizado estancias de investigación en varios centros extranjeros y nacionales: la Universidad de Costa Rica, la Universidad de Penn State (Estados Unidos), la Universidad de Notre Dame (Estados Unidos), la Universidad de Toronto (Canadá) y la Universidad de La Laguna (España).

Patricia Gutti: doctora en economía con orientación en gestión de la innovación, Universidad Autónoma de Madrid (UAM), España, y magíster en gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación, Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Argentina. Licenciada en comercio internacional, Universidad de Quilmes (UNQ), Argentina. Profesora asociada e investigadora del Departamento de Economía y

Administración de la UNQ. Investigadora del Centro de Estudios sobre Desarrollo, Innovación y Economía Política (CEDIEP-UNQ). Docente de grado y posgrado en la Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina, y la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. Secretaria de investigación de la UNQ (2021-2025). Integrante de la RIED y de LALICS, y especialista en temas de desarrollo económico, en particular políticas de ciencia, tecnología e innovación productiva y gestión de la innovación.

Belén Laspra Pérez: profesora ayudante doctora en el Departamento de Filosofía de la Universidad de Oviedo, España, donde forma parte del Grupo de Investigación en Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (Grupo CTS). Doctora en filosofía por la misma universidad (tesis defendida en 2016, galardonada con el Premio Extraordinario de Doctorado). Cuenta también con un máster en estudios sociales de la ciencia, la tecnología y la innovación, así como con un máster TIC en entornos virtuales de formación. Entre 2007 y 2008 realizó una estancia investigadora en la Universidad de Tampere, Finlandia, gracias a una beca Erasmus de doctorado, y entre 2009 y 2014 disfrutó de una beca predoctoral Severo Ochoa vinculada al Departamento de Filosofía de la Universidad de Oviedo. En 2017 fue *researcher fellow* en la Universidad de Michigan (Estados Unidos), vinculada al International Center for the Advancement of Scientific Literacy. Su investigación se centra en cultura científica, alfabetización científica y percepción social de la ciencia. Ha dirigido proyectos de innovación docente y participado en proyectos nacionales e internacionales. Desde 2018 coordina la evaluación de la Noche de la Investigación para el Grupo G-9 de universidades, en el marco de un proyecto europeo.

Marila Lázaro: profesora adjunta de la Unidad de Ciencia y Desarrollo de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República (Udelar), Uruguay. Es licenciada y magíster en ciencias biológicas (Udelar) y doctora en filosofía, ciencia, tecnología y sociedad (Universidad del País Vasco, España). Su principal línea de investigación es el desarrollo y la evaluación de procesos de participación pública en ciencia y tecnología. Con equipos interdisciplinarios, ha adaptado y desarrollado mecanismos de deliberación pública sobre temas complejos y controversiales en Uruguay, como los juicios ciudadanos sobre energía nuclear y minería, la deliberación ciudadana sobre el agua, el análisis causal estratificado sobre la gestión de residuos y el diálogo ciudadano sobre desarrollo.

Santiago M. López: licenciado en historia por la Universidad Autónoma de Madrid (UAM) y doctor en economía por la Universidad Complutense de Madrid (UCM), ambas casas de estudio de España. Ha realizado estancias en Turquía, Italia y Reino Unido. Es el director del Instituto de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología (ECyT) de la Universidad de Salamanca (USAL), España, y catedrático de historia económica. Ha sido presidente y secretario general de la Asociación Española de Historia Económica, y vicepresidente de la Asociación Española para el Avance de la Ciencia. Ha trabajado en las historias empresariales de Red Eléctrica de España, Iberdrola, Hispano-Suiza, Nestlé, CASA y ENUSA. Colaborador en tres proyectos europeos y actualmente en el titulado EC2U (*European Campus of City – Universities*), e investigador principal en cuatro proyectos nacionales, actualmente en el titulado “Los condicionantes del cambio tecnológico en España, 1950-2000”.

Roberto López-Mas: profesor en el Departamento de Filosofía de la Universidad de las Islas Baleares (UIB), España. Tras obtener el título de graduado en filosofía por la UIB en 2016, cursó el máster universitario en lógica y filosofía de la ciencia por la Universidad de Salamanca (USAL), España. En 2019 inició su etapa como becario predoctoral FPI adscrito al proyecto “Estándares de prueba y elecciones metodológicas en la fundamentación científica de las declaraciones de salud” (FI2017-83543), doctorándose en filosofía por la UIB en 2023. Desde entonces ha continuado como miembro del equipo de investigación de la UIB “Análisis Filosófico y Conocimiento Científico”, destacándose su participación en el más reciente proyecto “Las políticas epistémicas en la ciencia reguladora: evaluación de riesgos y evaluación de beneficios” (PID2020-113449GB-I00). Ha estudiado cuestiones epistemológicas de la ciencia reguladora mediante el análisis de dos casos de estudio: la regulación de las declaraciones de salud y de los productos medicinales. Ha examinado la relación entre aspectos metodológicos de la actividad científica reguladora y aspectos pragmáticos y contextuales.

Danilo Magalhães: investigador del Instituto Nacional de Comunicación Pública de la Ciencia y la Tecnología (INCT-CPCT), con sede en la Fundación Oswaldo Cruz (Fiocruz), Brasil. Integrante del Grupo de Investigación “Ciencia, Comunicación y Sociedad” del CNPq. Doctorando en educación, gestión y difusión en biociencias en la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ), Brasil. Magíster en antropología social por el Museo Nacional/UFRJ y licenciado en ciencias sociales por el Instituto de Filosofía y Ciencias Sociales (IFCS/UFRJ). Desarrolla investigaciones sobre historia de la divulgación científica y estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad.

Constanza Beatriz Pérez Martelo: profesora asociada de la Universidad Central, Colombia. Doctora en sociología por la Universidad de Grenoble, Francia, y doctora en ingeniería por la Universidad de los Andes, Colombia. Ingeniera industrial y magíster en ingeniería industrial. Su campo de investigación es el de los estudios sociales de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI). Sus tópicos de trabajo son: redes de colaboración científica e innovación, relaciones entre las políticas y prácticas de CTI, gestión de conocimiento y dinámicas de producción de conocimiento.

Gustavo L. Seijo: investigador-docente (profesor asociado concursado) de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Argentina. Investigador adjunto de carrera de investigador en el CONICET e investigador categoría II del Sistema Nacional de Incentivos. En cuanto a su formación, es licenciado en administración de la Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina, y PhD en *management studies* del King's College (Universidad de Londres), Reino Unido. Su labor en investigación está centrada en temas de gestión científico-tecnológica de investigación y desarrollo. Ha publicado en revistas como *Organization*, *Organization Management Journal*, *Technology Analysis & Strategic Management*, *Prometheus*, *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, *Revista Redes*, *Multiciencias*, *Ciencia*, *Docencia y Tecnología* y *Ciencias Administrativas*.

Laura Trama: licenciada en sociología por la Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina. Especialista en producción y análisis de información estadística. Cuenta con experiencia de trabajo en la gestión de proyectos de investigación en el ámbito

de la cooperación internacional, y en organismos del sector público y del sector privado. Forma parte del equipo del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS) de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), desempeñándose como responsable técnica de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).

Nevia Vera: docente exclusiva del Departamento de Relaciones Internacionales de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Argentina. Becaria posdoctoral de CONICET e integrante del Centro de Estudios Interdisciplinarios en Problemáticas Internacionales y Locales (CEIPIL-UNICEN-CIC). Es licenciada en relaciones internacionales, magíster en ciencias sociales (UNICEN) y doctora en ciencias políticas (Universidad Nacional de San Martín, Argentina). Ha dirigido proyectos de investigación y escrito varios capítulos de libros y artículos, impartido seminarios de posgrado y actualización, y participado en jornadas y congresos. Es directora y codirectora de varias tesis de grado y posgrado y evaluadora de artículos científicos. Se especializa en el estudio de la intersección entre ciencia, tecnología y relaciones internacionales, con énfasis en diplomacia científica y tecnodiplomacia, tecnología nuclear y diplomacia atómica.

Se terminó de editar en
Buenos Aires, Argentina
en julio de 2025



REVISTA IBEROAMERICANA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

Artículos

**La democratización de la ciencia en el ámbito sanitario:
el fenómeno de la participación activa del paciente**
Alejandra Rivas Carrero

**Vacunas y vacunaciones. Capacidades, políticas y visiones
sobre el Estado frente al COVID-19 en Argentina**
Gabriela Bortz y María Cecilia Sanmartín

**Textos de divulgação científica como estratégia didática
na abordagem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA):
contribuições para a alfabetização científica na educação básica**
Diana Araújo de Sousa, Leonardo Baltazar Cantanhede,
Severina Coelho da Silva Cantanhede e Floriza Gomide Sales Rosa Meireles

Tensiones epistémicas en un programa de posgrado en ciencias ambientales
Gerardo Morales Jasso y Leonardo Ernesto Márquez Mireles

**Capacidades estatales, apuntes desde la periferia. Aportes y limitaciones
de las capacidades financieras para el estudio de instituciones estratégicas:
la Comisión Nacional de Energía Atómica (2006-2022)**
Lourdes Alvez Taylor

**Agendas de investigación y financiación de la ciencia y la tecnología:
el caso de un instrumento de financiamiento interno en un instituto del INTA**
Paula Schuff y Matthieu Hubert

**Los desafíos de la vinculación entre la universidad y el sector productivo:
una mirada desde el sur**
Andrea Waiter

**Aprendizajes y capacidades desarrolladas por la organización parental
a partir de la creación de un *spin-off*: evidencias del caso argentino**
Vladimiro Verre, Alejandra Quadrana y Darío Milesi

El Network Readiness Index (2019-2023). Un análisis teórico y crítico
Magdalena Day

Cientistas brasileiros e divulgação científica: uma proposta de classificação
Marcelo Pereira, Yuri Castelfranchi e Luisa Massarani

OEI

Instituto Universitario de
Estudios de la Ciencia y la Tecnología,
Universidad de Salamanca



iscte INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA



redes
Centro de Estudios sobre Ciencia,
Desarrollo y Educación Superior

