The background is a collage of aged, yellowed musical manuscript paper with various notes and staves. Overlaid on this are large, expressive brushstrokes in black, white, and yellow. A prominent vertical black stroke runs down the left side. The overall aesthetic is artistic and layered.

C/S REVISTA
IBERO

AMERICANA
DE CIENCIA,
TECNOLOGIA
Y SOCIEDAD

48

volumen 16

noviembre 2021

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

A stylized logo consisting of the letters 'C' and 'S' rendered in a bold, calligraphic, brush-stroke style. The 'C' is on the left and the 'S' is on the right, both with thick, expressive strokes and some ink-like texture.

Dirección Editorial

Ana Cuevas Badallo (España)

Consejo Editorial

Mario Albornoz (Argentina), Marta Isabel González García (España), José Antonio López Cerezo (España), Miguel Ángel Quintanilla (España), Maria de Lurdes Rodrigues (Portugal), Carlos Alberto Vogt (Brasil)

Comité Asesor

Fernando Broncano (España), Rosalba Casas (México), Javier Echeverría (España), Ana Estany (España), Noemí Girbal-Blacha (Argentina), Hernán Jaramillo Salazar (Colombia), Diego Lawler (Argentina), Santiago M. López (España), José Luis Luján (España), Bruno Maltrás Barba (España), Isabel P. Martins (Portugal), Emilio Muñoz Ruiz (España), Jorge Núñez Jover (Cuba), Eulalia Pérez Sedeño (España), Carmelo Polino (Argentina), Fernando Porta (Argentina), Francisco Sagasti (Perú), José Manuel Sánchez Ron (España), 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 16 - Número 48

Noviembre de 2021

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

2

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.



Índice

Editorial 5

Artículos

3

Terrorismo, tecnología y sociedad en el siglo XXI
Juan Acerbi 11

**Tecnologias em tempos de (pós) pandemia:
um ensaio focalizado ao mundo rural brasileiro**
Monique Medeiros 35

**La producción de conocimiento en contextos agroindustriales
de baja capitalización. Desarrollos técnicos en dos cooperativas
de mandioca de Misiones, Argentina**
Ana Padawer, Mauro Oliveri y Ramiro de Uribe 59

**Apropiación de TIC como herramienta de organización comunitaria
y desarrollo humano en Santa Julia, Chile**
Pedro Reyes García y Teresa P. Vernal-Vilicic 85

**El rol de las empresas privadas en la encrucijada tecnológica nuclear.
Una mirada comparativa de los casos argentino y español (1950-1974)**
Milagros Rocío Rodríguez 105

**El impacto de las políticas de promoción sobre el sector productivo
argentino: el caso de la nanotecnología (2003-2018)**
Sofya Surtayeva 131

Las evaluaciones internacionales a gran escala y la regulación global de los sistemas educacionales: un análisis integrativo Claudio Ramos Zincke	159
Retorno, apropiación y circulación de conocimientos. El regreso de científicos a Argentina con el Programa Raíces (2003-2015) Victoria Ugartemendia	193
Los Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STAN) como recursos de vinculación del CONICET. Alcances y limitaciones Leandro Ferrón y Leticia Katzer	229
Muros: orden matemático y ontología del desorden. Reflexiones sobre el legado de Alexandre Grothendieck Domingo Fernández Agis y Jabel A. Ramírez Naranjo	249
Foro	
Una agenda reflexiva desde la historia y las ciencias sociales Noemí M. Girbal-Blacha	275
Reseñas	
Sobre la psicología: 1956-1967 Gilbert Simondon Por Fernando Tula Molina	283

En la finalización de su decimosexto volumen, la *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad* —CTS incluye artículos académicos de investigadores argentinos, brasileños, chilenos y españoles.

En “Terrorismo, tecnología y sociedad en el siglo XXI”, Juan Acerbi aborda los alcances y las implicancias que tiene sobre las sociedades contemporáneas el uso de nuevas tecnologías aplicadas al campo de la seguridad y, particularmente, a la lucha contra el terrorismo. Aunque son muchas las ventajas que trae la aplicación de dichas tecnologías al campo social y político —el manejo seguro y eficiente de los datos y la realización de procesos sin la injerencia de la subjetividad humana, entre otras—, se profundiza el debate acerca de si es necesario contar, para resguardar el bienestar general, con un sistema de vigilancia orientado a registrar las actividades del grueso de la población.

5

Monique Medeiros, autora de “Tecnologias em tempos de (pós) pandemia: um ensaio focalizado ao mundo rural brasileiro”, reflexiona sobre las concepciones tecnológicas desarrolladas por la agricultura familiar brasileira que podrían configurar estrategias de desarrollo rural más sustentables y contextualizadas una vez que la pandemia del coronavirus quede finalmente atrás. Medeiros se basa en una investigación bibliográfica y documental que tuvo como eje teórico las perspectivas de los sistemas tecnológicos y la construcción social de la tecnología y, como propósito final, la generación de una agenda de investigación y movilización sociotécnica orientada a iniciativas de desarrollo rural.

En “La producción de conocimiento en contextos agroindustriales de baja capitalización. Desarrollos técnicos en dos cooperativas de mandioca de Misiones, Argentina”, Ana Padawer, Mauro Oliveri y Ramiro de Uribe sondean la producción de conocimiento en los procesos técnicos de manufactura agroindustrial en dos cooperativas de mandioca localizadas en Misiones, Argentina. A partir de un trabajo de campo etnográfico, los autores discuten los alcances de la polaridad campo-ciudad en el acceso diferencial a los recursos de conocimiento científico-

tecnológico y despliegan un abanico de formas en que los cooperativistas rurales de baja capitalización participan de los procesos creativos en torno a la tecnología agroindustrial y en interacción con investigadores universitarios, apropiándose de recursos culturales que condensan saberes altamente heterogéneos.

“Apropiación de TIC como herramienta de organización comunitaria y desarrollo humano en Santa Julia, Chile”, contribución de Pedro Reyes García y Teresa Vernal-Vilicic, analiza el rol de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la participación comunitaria en la localidad de Santa Julia, Valparaíso, Chile. A partir de un marco teórico que incluye nociones relacionadas con la apropiación de TIC para el desarrollo humano, los autores aplicaron entrevistas en profundidad a vecinos y vecinas participantes de la Junta de Adelanto. Entre sus principales hallazgos se destaca el uso y la valoración de las tecnologías digitales para la comunicación, la difusión de información y la organización comunitaria.

Milagros Rocío Rodríguez dedica “El rol de las empresas privadas en la encrucijada tecnológica nuclear. Una mirada comparativa de los casos argentino y español (1950-1974)” a ponderar los rasgos generales de la vinculación entre el Estado, la ciencia, la tecnología y el mundo empresario a partir del análisis comparativo de los programas nucleares español y argentino. Según Rodríguez, mientras que en el país europeo las firmas privadas manifestaron un temprano interés por participar del mercado nucleoelectrónico a través de la compra de centrales llave en mano, en el país sudamericano las instituciones públicas debieron desplegar amplias políticas de promoción industrial para fomentar la intervención de grupos económicos locales a través del concepto de apertura del paquete tecnológico. Las características del contexto de posguerra en Europa y América Latina, los mecanismos de transferencia de tecnología y los canales de financiamiento disponibles son otras de las principales variables que el artículo desglosa en clave comparativa.

6

Bajo la premisa de que las políticas tecnológicas necesarias para impulsar el cambio tecnológico constituyen una debilidad persistente en América Latina, en “El impacto de las políticas de promoción sobre el sector productivo argentino: el caso de la nanotecnología (2003-2018)” Sofya Surtayeva discute el problema que enfrentan países en desarrollo como Argentina en el desafío de desarrollar capacidades organizacionales e institucionales que posibiliten el acceso a las tecnologías de frontera. En concreto, Surtayeva reconstruye la trayectoria de la nanotecnología en la Argentina en el período 2003-2018, centrándose en las sucesivas reformulaciones de las políticas públicas de promoción de la nanotecnología y en las capacidades organizacionales e institucionales de gestión de la tecnología para cumplir con los objetivos. La autora concluye que, aunque las políticas implementadas impactaron en la producción de un conjunto heterogéneo de casos testigo a nivel empresarial, el principal objetivo, centrado en mejorar la competitividad de la economía, se mantiene fuera del alcance de las capacidades vigentes a la fecha.

“Las evaluaciones internacionales a gran escala y la regulación global de los sistemas educacionales: un análisis integrativo”, artículo de Claudio Ramos Zincke, hace un repaso de la expansión mundial que han mostrado, desde la última década del siglo XX, las evaluaciones internacionales a gran escala del desempeño educacional.

De acuerdo con el autor, las evaluaciones han dado forma a un dispositivo técnico que se conecta y superpone a los gobiernos nacionales e incide, de formas diversas, en la regulación educativa a nivel global y nacional. El trabajo se focaliza en responder a dos preguntas: por un lado, cuál es la fuente de su fuerza expansiva y regulatoria; y por el otro, qué es lo que estos mecanismos evaluativos producen.

Victoria Ugartemendia, autora de “Retorno, apropiación y circulación de conocimientos. El regreso de científicos a Argentina con el Programa Raíces (2003-2015)”, toma al Programa Raíces —destinado a establecer redes entre los científicos argentinos en el exterior y la ciencia que se desarrolla en la Argentina y favorecer la repatriación de científicos— para estudiar las características sociodemográficas de los investigadores que retornaron, así como también sus trayectorias laborales, y conocer la relación entre las migraciones de retorno y los procesos de apropiación y circulación de los conocimientos traídos por científicos que volvieron al país.

“Los Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STAN) como recursos de vinculación del CONICET. Alcances y limitaciones” es el título del trabajo firmado por Leandro Ferrón y Leticia Katzer, quienes desentrañan la conceptualización y operativización de estos servicios como recursos de formalización de la actividad de vinculación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de la República Argentina. Sobre la base de un relevamiento de la normativa institucional existente, Ferrón y Katzer consideran que los STAN constituyen una construcción social y un dispositivo de poder activo que en ocasiones limita las capacidades, potencialidades y proyecciones territoriales de la vinculación.

7

El último artículo del número es “Muros: orden matemático y ontología del desorden. Reflexiones sobre el legado de Alexandre Grothendieck”. En él, Domingo Fernández Agis y Jabel Ramírez Naranjo explican cómo la matemática históricamente ha buscado dotar de expresión formal a la presencia de un orden subyacente al caos. ¿Qué ha aportado la irrupción de la tecnología computacional a ese objetivo? La respuesta de Fernández Agis y Ramírez Naranjo tiene dos palabras: Alexandre Grothendieck, el gran matemático alemán que unificó la aritmética, la geometría algebraica y la topología.

Con estos contenidos, *CTS* establece una vía de comunicación entre los más actuales ámbitos del conocimiento que tienen lugar hoy en la ciencia iberoamericana. Nos despedimos de nuestros lectores hasta nuestro próximo número.

ARTÍCULOS *C/S*

Terrorismo, tecnología y sociedad en el siglo XXI *

Terrorismo, tecnologia e sociedade no século XXI

Terrorism, Technology and Society in the 21st Century

Juan Acerbi **

En materia de seguridad y prevención criminal, la inteligencia artificial y el procesamiento algorítmico de datos vinieron a posibilitar que una buena parte de las actividades y las comunicaciones que a diario realizan millones de personas sean registradas y analizadas en tiempo real con la finalidad de detectar cualquier indicio de actividad delictiva. Entre las ventajas que trae la aplicación de dicha tecnología al campo social y político, se encuentra el manejo seguro y eficiente de los datos y la realización de procesos sin la injerencia de la subjetividad humana. A su vez, el terrorismo, y particularmente el terrorista que surge de la propia sociedad a la que busca atacar, vino a profundizar el debate en torno a la necesidad de contar con un sistema de monitoreo y vigilancia orientado a registrar y analizar las actividades de la población en pos de resguardar el bienestar general y la seguridad pública. En este artículo abordaremos los alcances y las implicancias que tiene sobre las sociedades contemporáneas el uso de nuevas tecnologías aplicadas al campo de la seguridad y, particularmente, a la lucha de este frecuente y particular tipo de terrorismo.

Palabras clave: terrorismo; seguridad; redes sociales, *big data*; algoritmos

* Recepción del artículo: 03/08/2020. Entrega de la evaluación final: 18/09/2020.

** Doctor en ciencias sociales por la Universidad de Buenos Aires, Argentina, y licenciado en ciencia política por la misma universidad. Actualmente se desempeña como investigador y profesor en la Universidad Nacional de Tierra del Fuego, forma parte del Centro Ciencia y Pensamiento de la Universidad Nacional de San Martín y es docente de la Especialización en Lenguaje y Comunicación Digital de la Universidad Nacional de Córdoba. Email: juanacerbi@gmail.com.

Em termos de segurança e prevenção criminal, a inteligência artificial e o processamento de dados algorítmicos tornaram possível que grande parte das atividades e comunicações realizadas diariamente por milhões de pessoas fosse registrada e analisada em tempo real, a fim de detectar qualquer sinal de atividade criminal. Entre as vantagens que têm sido destacadas da aplicação desta tecnologia no campo social e político está o manuseio seguro e eficiente dos dados e o fato de que os processos são realizados sem a interferência da subjetividade humana. Ao mesmo tempo, o terrorismo, e particularmente o terrorismo que surge da própria sociedade que ele procura atacar, veio para aprofundar o debate sobre a necessidade de um sistema de monitoramento e vigilância destinado a registrar e analisar as atividades da população, a fim de salvaguardar o bem-estar geral e a segurança pública. Neste artigo vamos abordar o alcance e as implicações para as sociedades contemporâneas do uso de novas tecnologias aplicadas ao campo da segurança e, em particular, à luta contra este tipo frequente e particular de terrorismo.

Palavras-chave: terrorismo; segurança; redes sociais; *big data*; algoritmos

In terms of security and criminal prevention, artificial intelligence and algorithmic data-processing have made it possible for a large part of the activities and communications carried out daily by millions of people to be recorded and analysed in real time in order to detect any sign of criminal activity. Among the advantages that this technology has brought to the social and political field, the safe and efficient handling of data and the fact that these processes are carried out without human interference are two of its main highlights. At the same time, terrorism, and particularly that one which arises from the very society it seeks to attack, came to deepen the debate on the need for a surveillance system aimed at recording and analyzing the activities of the population in order to safeguard general welfare and public security. In this article we will address the scope and implications for contemporary societies of the use of new technologies applied to the field of security and, in particular, to the fight against this frequent and particular type of terrorism.

12

Keywords: terrorism; security; social networks; *big data*; algorithms

Introducción

Uno de los hitos que signó el inicio del presente siglo fue, sin dudas, el atentado ocurrido el 11 de septiembre de 2001 en la ciudad de Nueva York. Como bien ha señalado Münkler (2002), a partir de ese hecho Occidente sería testigo de una inversión del escenario bélico en el que el foco del conflicto dejaría de estar situado exclusivamente en Medio Oriente para ubicarse en nuestros centros urbanos más próximos. Sin embargo, y a pesar de la impronta que las imágenes de los atentados causaron en nuestras retinas, los especialistas han señalado que la mayoría de los atentados terroristas ocurridos en el mundo son cometidos por personas surgidas del mismo seno de la sociedad contra la que buscan atentar. Este hecho vino a significar un nuevo y particular desafío en materia de seguridad, pero también en términos sociales y jurídicos debido a las implicancias que conlleva el hecho de que la figura de la sospecha recaiga ya no de manera exclusiva en el extranjero, sino en cada una de las personas que integran nuestras sociedades. Dicha situación vino a legitimar un conjunto de prácticas ética y jurídicamente objetables como, por ejemplo, el hecho de que cada ciudadano pueda ser investigado sin que existan indicios que lo vinculen con algún tipo de actividad delictiva o criminal. Sin embargo, a los escrúpulos éticos se le sumaría el problema material que supone analizar una cuantiosa cantidad de datos que, a través de correos electrónicos, redes sociales, mensajes instantáneos y transacciones comerciales, se actualizan de manera permanente. De acuerdo con una opinión muy difundida, ambos escollos se vieron superados con la implementación de nuevas tecnologías informáticas, especialmente aquellas desarrolladas para el tratamiento inteligente de datos. Gracias a estas tecnologías fue posible desarrollar sistemas capaces de registrar, almacenar y procesar grandes cantidades de información, posibilitando el monitoreo de grandes poblaciones civiles de una manera eficiente y objetiva, minimizando los dilemas legales y maximizando las probabilidades de detectar actividades que atenten contra el bienestar común y la seguridad pública. Sin embargo, a pesar del avance que de por sí supone el desarrollo de tecnologías como la *big data*, el *machine learning* y el procesamiento algorítmico de datos, cabe preguntarse si resultan el medio más idóneo para resolver muchos de los asuntos humanos, especialmente cuando se trata de dirimir quiénes entre nosotros son esas personas que están dispuestas a actuar contra nuestra propia sociedad.

13

En este artículo abordaremos, en una primera instancia, las razones por las que este tipo de amenaza terrorista supone un desafío particular tanto para los gobiernos y las fuerzas de seguridad como para el conjunto de la sociedad. En una segunda parte, indagaremos las particularidades lógicas y técnicas que caracterizan a las nuevas tecnologías digitales. Nos centraremos particularmente en aquellos dispositivos dedicados a la detección y prevención de acciones criminales e intentaremos dilucidar si efectivamente pueden dar respuestas a un problema de estas características, garantizando de manera eficiente y objetiva el cumplimiento de las bases jurídicas y legales en materia de garantías civiles y derechos humanos.

1. Límites y abordajes de un problema

En materia de prevención criminal, y particularmente en relación con el terrorismo, es posible realizar una división esquemática entre aquellas teorías y discursos que se centran en combatir este tipo de violencia con una lógica propia del escenario bélico de aquellas otras que buscan comprender los orígenes de dichas acciones con el fin de actuar sobre ellos evitando sus consecuencias. En el primer caso nos encontramos con la doctrina ampliamente difundida que entiende que la prevención del terrorismo se realiza a través de la vigilancia masiva, de los ataques preventivos y, en definitiva, de la aceptación del fracaso de las políticas que buscan, a través del poder blando, sensibilizar a aquellas personas que son pasibles de ser movilizadas por ideologías radicalizadas. Un aspecto de suma relevancia es que, bajo esta perspectiva, nos encontramos con la conceptualización del terrorista como alguien que ha dejado de pertenecer a la esfera de lo humano, sea porque es un representante del mal o porque su enajenación le impide el acceso a la razón, siendo situado más allá del ámbito del derecho, de la justicia y de toda posibilidad de diálogo o negociación. Esto se ha visto reflejado en los discursos y las acciones promovidas por la así denominada *War on Terror*, los “bombardeos humanitarios” y la decisión de muchos Estados de no negociar con terroristas, tal como nos lo recuerdan los hechos ocurridos en el teatro Dubrovka de Moscú y que sirven como una muestra de la forma en la que a diario se define buena parte de las acciones a seguir en la lucha contra el terrorismo. La naturaleza de los argumentos que animan las acciones vinculadas a concebir el terrorismo desde esta perspectiva promueven acciones indiscriminadas en las que la solución suele combinar el uso masivo de dispositivos y recursos de inteligencia gubernamental sobre la población local mientras se dirigen ataques preventivos fuera de las propias fronteras, especialmente en aquellos países proclamados terroristas o vinculados a ellos (Groh, 2019; Seliktar y Rezaei, 2020).

14

Desde otro punto de vista, el terrorismo es entendido como la expresión final de un proceso en el que intervienen un conjunto de factores —fundamentalmente de naturaleza social, política, económica y jurídica— que resultan determinantes para comprender el origen de buena parte de las causas que provocan que simples ciudadanos se vean radicalizados y movilizados a realizar acciones violentas contra la población civil. Como veremos a continuación, desde esta perspectiva fue posible demostrar que un prejuicio fuertemente arraigado en los discursos políticos y mediáticos, y ampliamente difundido en nuestras sociedades, como el de la insania mental del terrorista no tiene verdadero asidero, mientras que otros aspectos frecuentemente ignorados como la segregación social o el desempleo resultan ser factores que inciden fuertemente en el proceso de radicalización de las personas. Dentro de las principales conclusiones a las que han llegado quienes abordan al terrorismo desde esta perspectiva que por economía textual denominaremos holística, consideraremos con particular atención tres de ellas debido a la relevancia que tienen tanto para la comprensión del fenómeno como para el posterior desarrollo de nuestros argumentos. Las tres conclusiones son, sucintamente: i) que el ámbito social, económico y político posee una enorme incidencia en el proceso de radicalización de ciudadanos sin antecedentes penales; ii) que existe un amplio consenso de los especialistas en que no es posible definir un perfil psicológico que permita delinear de manera adecuada y precisa la figura del terrorista; y iii) existe un conjunto de variables externas, eventualmente coyunturales,

que funcionan como factores que impulsan a la persona a llevar adelante ideas que hasta ese momento no habían pensado concretar. Veamos con mayor detenimiento cada una de ellas.

El hecho de considerar que hay factores sociales, económicos y políticos que inciden en la subjetividad de una persona favoreciendo su radicalización viene a modificar la perspectiva que sitúa al terrorista como el origen del problema, para concebirlo, más bien, como la expresión resultante de un conjunto de factores. Desde esta perspectiva, el terrorismo es algo que puede ser combatido y prevenido reduciendo los factores que intervienen en el proceso de radicalización, tales como la marginalización, el aislamiento y la discriminación social (Ravndal, 2017; Heitmeyer, 1993; Albrecht, 2003; Post, 2005; Hebberecht y Baillergeau, 2012), la corrupción de las instituciones públicas (Björge, 2005, 2013; Waldmann, 2005), la vulneración sistemática de los derechos y las garantías civiles (Mohammad, 2005; Stohl, 2005; Gries *et al.*, 2015) los altos niveles de desempleo y pobreza (Falk *et al.*, 2011; Björge, 1997; Medhurst, 2000). Como Heitmeyer sintetiza a partir del estudio de las variables económicas y sociales en torno al atentado de 1995 en Oklahoma, este hecho “es también un ejemplo de cómo funciona el marco social” (Heitmeyer, 2005, p. 150) sobre las personas. La segunda conclusión puede, en parte, deducirse de lo dicho anteriormente, debido a que es posible afirmar que el siempre anhelado perfil psicológico del terrorista típico no existe. Las razones de ello son, precisamente, que no existe una patología vinculada con la personalidad del terrorista.¹ En parte, la imposibilidad de definir un perfil psicológico se explica por el hecho de que, así como no existe un solo tipo de terrorismo sino varios, hay un espectro muy amplio de ideologías que animan las acciones terroristas y cada una de ellas se vincula, a su vez, con tipos de personalidad igualmente diversas. De esta manera nos encontramos con grupos o individuos vinculados a ideologías de extrema derecha (supremacistas, nacionalistas, xenófobos, antiLGTBI, antisemitas, islamofóbicos, etc.), de extrema izquierda (separatistas, independentistas, guerrillas y movimientos revolucionarios, etc.), sin dejar de lado a aquellos que actúan movilizados por causas religiosas, económicas o de odio contra determinados valores o políticas (derechos humanos, estado de bienestar, procesos de paz, etc.). En este sentido, podemos afirmar que las especificidades de cada tipo de terrorismo se corresponden con distintos tipos de motivaciones e ideales que permiten suponer, por lo tanto, un perfil psicológico diferente para cada ideología o motivación particular (Post, 2005). A esta dificultad debemos sumar el hecho nada menor de que el terrorismo es un fenómeno sin una definición consensuada² (Schmid *et al.*, 1984, 2005), a la que se le suma el hecho de ser un fenómeno dinámico (Schmid, 2011) y difuso (Acerbi, 2019).

15

La importancia de la tercera conclusión surge para comprender que hay factores sociales, económicos, políticos y jurídicos que pueden influir en la radicalización de personas que previamente no contaban con antecedentes penales ni estaban

1. De acuerdo a Hamm y Spaaij (2017), el porcentaje de personas vinculadas a actividades terroristas que registraron algún tipo de desequilibrio mental oscila entre 10% y 23% del total de casos.

2. A pesar de su uso frecuente en discursos y documentos oficiales, el término “terrorismo” no cuenta con una definición consensuada ni entre los países que conforman las principales alianzas militares ni a su interior, en los que cada agencia gubernamental utiliza su propia definición. Al respecto, consúltese el ya clásico trabajo de Alex Schmid (1984).

vinculadas a movimientos de ideología extrema. Por lo tanto, lo prioritario para los investigadores es identificar las variables de contexto que suelen funcionar como catalizadores del accionar violento. En el mismo sentido en el que Horgan (2005) señala el error que se comete cuando se habla de la raíz del terrorismo (lo cual nos conduce a pensar en razones unicasuales y, de alguna manera, en soluciones únicas), es necesario comprender que los factores que pueden favorecer el paso de la teoría a la acción del terrorista son múltiples y eventualmente coyunturales. El análisis de las posibles causas, tanto sociales como políticas y económicas, que pueden desempeñar un papel clave en el proceso de radicalización ha llevado a los especialistas a clasificar dichas variables como “precondicionantes” o “precipitantes”. Sucintamente, podemos definir los factores precondicionantes como aquellas cuestiones “de naturaleza relativamente general y estructural capaces de producir una amplia gama de resultados sociales de los cuales el terrorismo es solo uno de ellos” (Bjørge, 2005, p. 258). Mientras que los precipitantes no son en sí mismos factores que puedan explicar el surgimiento de un accionar terrorista, se sostiene que son estos “los que resultan decisivos al momento de desencadenar actos terroristas” (Heitmeyer, 2005, p. 149). Resulta evidente que para los investigadores dedicados a la prevención del terrorismo resulta necesario limitar los posibles precipitantes a un número razonable de factores, dado que las posibilidades abarcan un sinfín de causas que van desde una crisis económica, el desempleo o una justicia corrupta hasta sucesos personales o familiares que puedan ser dolorosos o traumáticos (Nesser, 2010). A su vez, se puede inferir que el no acotar la cantidad de factores y variables que se consideran como precipitantes lleva a justificar la implementación de medidas preventivas de un carácter tan general que se vuelven al mismo tiempo ineficaces y violatorias de los derechos y las garantías civiles. Esto último puede observarse en la forma en la que han coincidido las políticas que luchan contra el terrorismo implementadas tanto por gobiernos democráticos como por aquellos permanentemente denunciados de vulnerar los derechos civiles. En este sentido, resulta necesario precisar las características del tipo de terrorismo que viene a justificar buena parte de las medidas adoptadas en materia de seguridad.

16

2. El caso particular: el terrorista de cosecha propia

En los estudios especializados existe un amplio consenso en clasificar las acciones terroristas en dos grandes grupos: el terrorismo internacional y el doméstico. Un caso es tipificado como terrorismo doméstico cuando la localidad en la que se produce el atentado coincide con la nacionalidad del terrorista y la del objetivo del ataque (Berkebile, 2015), mientras que si no se cumplen estos requisitos se lo considera terrorismo internacional. Esta clasificación resulta importante para comprender que, a pesar de la impresión que puede provocar la lectura de la prensa internacional, la mayor parte de los atentados producidos en el mundo, al menos desde 1980 hasta nuestros días, se corresponden con la definición de la variante doméstica (Eubank y Weinberg, 2001; Sandler, 2015; Levin, 2006), estimándose que la tasa media de los mismos se encuentra entre el 80% y el 90% de los atentados realizados a nivel global (Berkebile, 2015). La impresión distorsionada causada por la prensa encuentra sus razones en el tratamiento desigual con el que se suele abordar este tipo de hechos, llegándose a comprobar que la amplificación de un tipo determinado de terrorismo (en

la que el perpetrador es musulmán) supera en un 357% la cobertura brindada sobre otras formas de terrorismo doméstico (Kearns, Betus y Lemieux, 2019) especialmente si dichos actos se encuentran vinculados a ideologías de extrema derecha o a crímenes de odio (Taylor, 2019; Powell, 2011). Por su parte, en regiones como América Latina resulta llamativa la prácticamente nula atención que ha recibido la gran proliferación de movimientos identificados con la identidad aria, el nazismo y la supremacía racial, incluso cuando muchos de estos movimientos realizan campañas públicas en los que comunican sus ideales y objetivos. Más allá de las particularidades de cada caso y región, el fenómeno general se repite y, por lo tanto, no debe ser menospreciada bajo la premisa de que se trata de un hecho que atañe exclusivamente a los medios de comunicación, sino que debe ser concebida como parte de una política adoptada por gobiernos que, como si se tratara de una política de Estado, han decidido no utilizar la tipificación de terrorismo doméstico a pesar de padecerlo. Un exjefe de la fiscalía antiterrorista de Nueva York reconoce que existe terrorismo doméstico en los Estados Unidos, pero advierte que no se utiliza debido a que el gobierno y los funcionarios norteamericanos se sienten “más cómodos exportando esa etiqueta, viendo al terrorismo como algo que solo viene del exterior” (Aronson, 2019). En definitiva, el tratamiento desigual que políticos y medios de comunicación otorgan a los atentados hace que la percepción general se dirija hacia una parte del problema cuyo impacto sobre la realidad de nuestras sociedades es, al menos en términos estadísticos, significativamente menor que aquella otra que suele ser prácticamente ignorada. Sin embargo, el problema aún reviste una cuestión de insoslayable importancia que se relaciona con la identidad del terrorista y con las implicancias jurídicas, políticas y sociales que dicha particularidad posee a la hora de delinear las estrategias vinculadas con la prevención del terrorismo.

17

Al abordar específicamente el terrorismo doméstico, resulta conveniente especificar el tipo de terrorista que se encuentra asociado a él. Comúnmente se denomina como “terrorista de cosecha propia” o “terrorista de cuño propio” al terrorista que surge del propio seno de la sociedad contra la que busca atentar y que, por su especificidad, se encuentra típicamente asociado al terrorismo doméstico. Dentro de los diversos motivos que suelen movilizar a los terroristas de cosecha propia nos encontramos con que los nacionalismos, el racismo, la xenofobia, la islamofobia, los partidarios de Estados “fuertes” y los reivindicadores de actitudes antidemocráticas³ encarnan la expresión mayoritaria de la ideología que se encuentra detrás del terrorismo doméstico (Hainsworth, 2008; Piazza, 2017; Freilich *et al.*, 2018; Koehler, 2017, 2018, 2019). Por todo lo expuesto, es posible afirmar que la mayor parte de los atentados terroristas que ocurren en el mundo son motivados por sentimientos de odio vinculados a ideales de extrema derecha y cometidos por terroristas de cosecha propia.

En los últimos años, los crímenes de odio han alcanzado gran repercusión mediática debido al uso de Internet y de las redes sociales como medio para difundir manifiestos o

3. Esta clasificación —con excepción de las expresiones islamofóbicas— es la establecida en el documento “*Far-Right Extremism. A practical Introduction*”, publicado por la Radicalisation Awareness Network de la Unión Europea, disponible en: https://ec.europa.eu/home-affairs/sites/homeaffairs/files/what-we-do/networks/radicalisation_awareness_network/ran-papers/docs/ran_fre_factbook_20191205_en.pdf.

incluso transmitir los atentados vía *streaming*. Dos casos han resultado paradigmáticos de esta forma de proceder. Por una parte, el doble atentado perpetrado el 22 de julio de 2011 por Anders Behring Breivik en Oslo, el cual dejó un saldo de 77 personas muertas, siendo la mayoría de ellos niños y adolescentes que disfrutaban de un campamento organizado por el Partido Laboral Noruego. Por otra parte, el caso de Brenton Tarrant, autor del atentado realizado el 15 de marzo de 2019 contra dos mezquitas en la ciudad neozelandesa de Christchurch, dejando como resultado 51 personas muertas y decenas de heridos. En ambos casos los autores de los atentados difundieron manifiestos vía Internet con la intención de inspirar a otras personas a replicar este tipo de acciones. De hecho, el *modus operandi* y el objetivo de Tarrant no solo se ajusta a lo prescrito por Breivik (2011), sino que confiesa en su manifiesto el haberse inspirado en él e incluso haberlo contactado con el fin de “recibir las bendiciones” para llevar a cabo su misión (Tarrant, 2019, p. 18). Un aspecto particularmente relevante, que surge tanto de los manifiestos como de las declaraciones brindadas por ambos terroristas en los interrogatorios, es la importancia que reviste el hecho de actuar con sigilo durante toda la etapa en la que se planifica y se disponen los elementos necesarios para realizar el atentado. Entre las cuestiones más relevantes se destacan las ventajas de actuar como lobo solitario con el fin de pasar desapercibidos ante la policía, los servicios de inteligencia y los vecinos. El propio Breivik especifica con claridad la relación que se establece entre el trabajo requerido para llevar adelante un atentado y el riesgo de ser atrapado por las autoridades en los casos en los que la persona no se encuentra bajo sospecha. De acuerdo con sus cálculos (Breivik, 2011, p. 1471), mientras doce días alcanzan para realizar el trabajo si participan cinco personas, el riesgo de ser descubiertos oscila entre el 90% y el 95%; en cambio, si participan tres personas el tiempo se extiende cuatro días, pero el riesgo solo desciende al 85%, mientras que el accionar en solitario extiende los plazos a 30 días, pero el riesgo se sitúa en el 30%. La dificultad que este tipo de accionar representa para los servicios de inteligencia se encuentra reflejada, tal como había previsto el terrorista noruego, en la alta tasa de éxito que tienen los individuos que actúan como lobos solitarios frente a grupos terroristas de dos o más integrantes (Simon, 2013; Hemmingby y Bjørgo, 2018; Jurczak, Łachacz y Nitsch, 2020).

18

El caso de Breivik, en parte por las particularidades que lo han caracterizado, ha permitido comprender muchas de las lógicas que operan detrás de los ideales, de la planificación y la ejecución de un atentado perpetrado contra una parte de su propia comunidad.⁴ El estudio del caso permite comprender algo que puede parecer trivial, pero que no lo es en absoluto si pretendemos comprender las complejidades que encierra este tipo de terrorismo al que comúnmente se denomina como crímenes de odio. La cuestión es que el término “odio” es utilizado como un eufemismo para explicar lo que no puede ser explicado racionalmente, pero tampoco puede ser atribuido al accionar de una persona mentalmente incapaz. Es ese accionar —incomprensible, reprochable y atroz para el común de las personas, pero racional y metódico de acuerdo a los fines que se ha propuesto el terrorista— lo que se vuelve difícil de

4. Las particularidades a las que aludimos refieren a la infrecuente supervivencia del terrorista al atentado. Por otra parte, Breivik se mostró bien predispuesto a hablar sobre los detalles del atentado y de su planificación además de haber difundido sus ideas y experiencias en un manifiesto de más de 1500 páginas. En particular, recomendamos al lector interesado los trabajos de Raffaello (2011) y Hemmingby y Bjørgo (2016, 2018).

anticipar o comprender. Incluso cuando se cuenta con las pruebas suficientes y el propio testimonio del terrorista resulta difícil para los profesionales dedicados a la seguridad establecer criterios que permitan evitar un nuevo atentado. La suma de todos los elementos que hemos expuesto es lo que nos permite comprender en buena medida los desafíos a los que se enfrentan las fuerzas policiales, servicios de inteligencia y de seguridad gubernamentales cuando se trata de lidiar con la amenaza que supone el terrorista de cuño propio. Si nos guiamos por la casuística, todo ciudadano, aunque no tenga antecedentes psiquiátricos ni criminales, que busque gestionar varias tarjetas de crédito o que decida convertirse en un pequeño emprendedor vinculado al sector agrícola, debería ser considerado como una amenaza pública bajo la sospecha de ser un potencial terrorista.⁵ Este, evidentemente, es el camino que se ha adoptado a nivel mundial en materia de seguridad antiterrorista y es la razón por la que se ha justificado prorrogar los límites de la vigilancia compulsiva sobre el total de la población, sin importar si existen razones fundadas para hacerlo (Acerbi, 2019) y vulnerando todo tipo de derechos y garantías.

Como es de esperar, esta situación afecta la vida cotidiana de las personas tanto en lo que refiere a las relaciones interpersonales como al hecho de contribuir a reforzar la sensación de que la violación sistemática de derechos que se produce cada vez que las comunicaciones y las acciones de las personas son monitoreadas y registradas son un mal menor pero necesario a la hora de evitar un posible atentado. La solución que se suele presentar ante el supuesto dilema de combatir el terrorismo doméstico de manera eficaz y a la vez evitar los excesos que suelen cometerse cuando se busca erradicarlo es el uso de nuevas tecnologías informáticas. De esta manera, la inteligencia artificial y el uso de *machine learning* y del procesamiento de datos a través de algoritmos se presenta como una forma óptima y segura de procesar monumentales cantidades de datos obteniendo información a partir de la parametrización de variables complejas y realizar diagnósticos o predicciones sobre las personas y sus conductas. A continuación, analizaremos algunos supuestos, tanto en lo que refiere a la supuesta capacidad de dichas tecnologías para prevenir atentados terroristas como a su supuesta eficiencia y objetividad.

19

3. La tecnología y sus matices

La eficiencia y la objetividad con la que se proclama que las nuevas tecnologías computacionales pueden ser aplicadas al campo social, y particularmente a la lucha contra el terrorismo, debe ser cuidadosamente ponderada antes de permitir que su avance siga extendiéndose. Cualquier intento por precisar los alcances de dicha tecnología no puede obviar los resultados y las conclusiones a las que llegan los profesionales informáticos y los analistas de datos, incluso cuando dichas conclusiones se opongan a nuestros deseos de dar con una tecnología capaz de resolver o lidiar

5. La referencia corresponde al accionar de Breivik sobre la forma en la que evitó llamar la atención al momento de comprar grandes cantidades del fertilizante que utilizaría para fabricar la bomba que explotaría en la zona céntrica de Oslo. También reconocería que, habiendo agotado sus ahorros, gestionó diez tarjetas de crédito para contar con los fondos necesarios para ultimar los detalles del atentado. Ambas cuestiones provocaron, con posterioridad al hecho, que el gobierno noruego revisara diversas normativas.

muchos de nuestros problemas. Como veremos a continuación, y a diferencia de lo que se suele promocionar, la tecnología no es —al menos por ahora— verdaderamente capaz de anticipar acciones criminales y menos aún atentados terroristas; y, aunque es de esperarse que los algoritmos mejoren su desempeño con el tiempo, resta aún analizar la supuesta objetividad de sus procedimientos.

Como bien reflejan los estudios basados en diversas técnicas algorítmicas para detectar tempranamente actos delictivos o revueltas en espacios públicos, se pueden observar algunas mejoras relativas respecto a los tiempos de respuesta de las agencias de seguridad y de la policía. Por ejemplo, utilizando *machine learning* para llevar a cabo el proceso de *clustering*, desambiguación y resumen de los mensajes publicados en Twitter, Alsaedi, Burnap y Rana (2017), se logró mejorar significativamente el proceso de detección de eventos tales como actos de vandalismo, revueltas o protestas. La aplicación de dicha tecnología permitió, circunscribiendo su radio de análisis a un determinado municipio londinense, anticiparse 14 minutos a la policía ante un caso de disturbios en la vía pública o 36 minutos cuando se producía el ataque a un comercio por parte de un grupo de jóvenes. El tiempo máximo se logró con una diferencia de una hora y 12 minutos de anticipación en un caso de saqueos a un negocio, debido a que un usuario subió rápidamente una foto de lo que estaba sucediendo a la red social (Alsaedi, Burnap y Rana, 2017, p. 21). La comparación resulta apabullante, ya que solo unos minutos representan una enorme diferencia en materia de seguridad; sin embargo, los resultados no pueden ser proyectados a una escala global y sobre cualquier tipo de delito. Por una parte, el estudio acota su análisis a un determinado municipio, por lo que su potencia es reducida mientras que, por otra parte, los datos utilizados para el procesamiento de la información son mensajes que han sido intencionalmente publicados y publicitados mediante el uso de *hashtags* en una red social, lo cual es un aspecto que cabe esperar que no se producirá con otro tipo de delitos. A su vez, otras técnicas de procesamiento algorítmico de datos aplicadas a Twitter muestran también avances relativos, pero aún con muchas limitaciones en el alcance y la efectividad como para aspirar a que puedan ser utilizadas de manera masiva (Benigni, Kenneth y Carley, 2017; Alvari, Sarkar y Shakarian, 2019).

20

Tal vez los casos más ilustrativos de las limitaciones a las que se enfrenta la tecnología en condiciones reales sean brindados por una de las mayores *big tech* de nuestros tiempos. A pesar de su poder tecnológico y del esfuerzo económico realizado para eliminar de su plataforma contenido vinculado a actividades criminales, Facebook se ha transformado en los últimos años en una de las plataformas privilegiadas para difundir propaganda vinculada al terrorismo (Levitt, 2018; Sikkens *et al.*, 2016) y se ha convertido en el lugar “por excelencia para la promoción del Jihadismo entre las mujeres” (Carvalho, 2016, p. 49). Una de las razones es que la estructura de la red social y sus algoritmos la vuelven el lugar ideal para las operaciones de scouting (Awan, 2017; Ratnam *et al.*, 2018) en las que se busca incorporar a nuevos miembros en grupos y organizaciones vinculadas a acciones delictivas o terroristas, debido a que permite fácilmente tomar contacto y establecer vínculos con personas que no confían en nadie por fuera de su red de contactos (Sikkens *et al.*, 2016). A su vez, y a pesar de los logros que la empresa pueda anunciar sobre su capacidad de detectar contenido vinculado al terrorismo jihadista para removerlo rápidamente (Facebook Newsroom, 2018), el gigante tecnológico no fue capaz de detectar ni impedir que

Brenton Tarrant difundiera su manifiesto y transmitiera en vivo —sin interrupciones y siendo replicado por centenares de usuarios— la matanza de 51 personas en marzo de 2019 a través de su servicio de *streaming* Facebook Live.

Sin dudas, la cantidad de información que minuto a minuto se vuelca en las plataformas supera la capacidad de procesamiento actual de la *big data*, a pesar de todo lo que se ha insistido sobre sus virtudes para el tratamiento masivo de información (Corvalán, 2017; Aquaro, 2019; Alzahrani *et al.*, 2018). Pero el problema de fondo no es la cantidad de información que circula en Internet y las redes sociales, sino algunos aspectos o limitaciones propias de la lógica algorítmica que no suelen ser mencionadas con el mismo énfasis con el que se promocionan sus virtudes. Por ejemplo, el uso del procesamiento de textos por medio de técnicas que emplean lenguaje natural funciona eficientemente en los casos en los que el lenguaje es utilizado correctamente, pero se ha mostrado inútil cuando se enfrenta a un texto en el que el lenguaje es utilizado informalmente (Becker *et al.*, 2011; Farzindar y Wael, 2015; Vieweg *et al.*, 2014), o cuando hay “irregularidades, abreviaturas (o) un gran número de faltas de tipeo o errores gramaticales” (Alsaedi, 2017, p. 2), a lo que hay que agregar como problemas la mezcla de idiomas y la alteración de las estructuras de las oraciones (Alsaedi, 2017). Se podrá argumentar, sin dudas, que la tecnología informática aún no ha llegado al grado de desarrollo necesario para sortear estos inconvenientes y detectar de manera rápida y eficiente los mensajes, videos e imágenes que alientan a cometer todo tipo de crímenes. Sin embargo, no debemos perder de vista que aún nos encontramos en los dominios de la circulación pública —o semipública— de contenidos, lo cual significa que resta un largo camino hasta llegar a aspirar a detectar a quienes actúan como lobos solitarios y evitan las redes sociales y utilizan servicios de una *Virtual Private Network* (VPN) para enmascarar sus conexiones a Internet y ocultar el contenido consultado. Por lo tanto, es posible —y necesario— poner en cuestión el supuesto imperio de la *big data* y los algoritmos para llevar adelante procesos a escala masiva y de manera eficiente para, entre otras razones, no delegar la búsqueda de soluciones a problemas que son acuciantes y que interpelan de manera inmediata a los profesionales de las ciencias computacionales, pero también, y muy especialmente, a los investigadores provenientes de las ciencias sociales y las humanidades. Debemos comprender que la creencia generalizada “de que los grandes conjuntos de datos ofrecen una forma superior de inteligencia y conocimiento que puede generar percepciones que antes eran imposibles, con el aura de verdad, objetividad y precisión” (Boyd y Crawford, 2012, p. 663) es falaz debido no solo a sus limitaciones técnicas actuales, sino a la esencia misma en la que se asienta el proceso algorítmico.

21

Buena parte del nivel de aceptación que tiene la aplicación de las nuevas tecnologías informacionales al campo social, jurídico y político se debe al largo idilio que las ciencias sociales vienen manteniendo con las ciencias exactas y naturales (Adorno, 2001; Savage y Borrows, 2007; Latour, 2009). Sin embargo, la naturaleza de la estadística y la matemática utilizadas por los algoritmos dista en un punto esencial de la utilizada tradicionalmente por las ciencias sociales para llevar a cabo el análisis de un determinado fenómeno social (Andrejevic, 2013, p. 12; Hilbert, Liu, Luu y Fishbein, 2019). Siguiendo a Bolin y Andersson Schwarz (2015), diremos que mientras que las ciencias sociales se centran:

“... en variables socio-económicas tales como la edad, el género, la etnia, la educación y sus preferencias (...) la tecnología *Big Data* registra opciones de consumo, posicionamientos geográficos, datos de navegación e información vinculada con el comportamiento de una manera tecnológicamente tan compleja que resulta abstracta para las personas que no son especialistas” (Bolin y Andersson Schwarz, 2015, p. 1).

Es decir, las variables y la posterior codificación que se realiza de las mismas durante el procesamiento algorítmico escapa al entendimiento de la mayor parte de los profesionales que luego aplican, sin ninguna capacidad analítica, las sugerencias que surgen de dicho proceso. En este punto es posible comprender que se realizan, al menos, dos procesos de codificación significativos para el profesional ajeno al campo de la matemática computacional. Al final del proceso de codificación y al establecimiento de correlaciones que se producen al inicio del proceso, se realiza una nueva recodificación para que esos resultados —incomprensibles en sí mismos para los seres humanos— se transformen en un dictamen legible, en una opinión sobre inversiones bursátiles o en el perfil de un sospechoso. Aún con todas las implicancias que tiene este hecho, esto es solo una parte del problema.

Quienes suelen mostrarse a favor de la implementación de esta tecnología para tomar decisiones más inteligentes, veloces y eficientes sobre una población suelen dar por descontado el hecho de que tanto la recolección de datos como su procesamiento se encuentran en evidente relación con la realidad (van Dijck, 2014), sin objetar la naturaleza del dato ni las implicancias éticas o judiciales que acarrea el delineamiento de los *proxys* que operan detrás de la identificación de determinados perfiles (O’Neil, 2016; Pasquale, 2015) —criminales o no— o la más evidente de todas las cuestiones: que la programación es realizada por empleados que trabajan para empresas con intereses que no siempre se corresponden con los ideales de la democracia, la justicia y la virtud cívica (Mager, 2012; O’Neil, 2016). Pero, aunque nada de esto sea simple y se pueda sostener que la naturaleza del dato puede ser problematizada y corregida y que los intereses de las empresas que intervienen en la programación y el procesamiento de información podrían ser auditados (Castelvecchi, 2016; LeCun, Bengio y Hinton, 2015), la naturaleza del *proxy* es algo que no se podrá modificar, y por ello merece nuestra atención.

El concepto de *proxy*, si bien suele ser asociado con los sistemas informáticos y más allá de su denominación, es algo conocido y empleado por todos nosotros. Cada vez que realizamos una caracterización de otra persona basándonos en aspectos tan dispares como su lenguaje corporal, su vestimenta, la forma en la que nos mira, la zona en la que vive, los comentarios que realiza o la música que escucha estamos reduciendo algo imposible de aprehender —la persona en su compleja totalidad— a un conjunto de características que clasificamos y ponderamos para contar con una evaluación que nos permita saber cómo proceder y dirigirnos a ella. El procedimiento parece simple debido a que, como animales políticos, hemos desarrollado el hábito que nos permite resolver parte de la ansiedad y los temores que nos despiertan las personas, haciendo en parte posible la vida en sociedad. Sin embargo, el hecho de que unos segundos resulten suficientes para tener una impresión sobre si una persona

que cruzamos en la calle es confiable o representa una amenaza solo es posible debido a la enorme cantidad de agrupamientos de datos (*clustering*) y las posteriores codificaciones y relaciones que realizamos sobre lo que vemos de esa persona y que se resumen en un impulso o una sensación que determina la forma en la que nos relacionamos con ella. La noción de *proxy*, entonces, es la representación que nos hacemos de una persona a partir de un número reducido de características. Por supuesto, las características que permiten definir a otro ser humano y su ponderación variarán de una persona a otra y así un hombre puede ser ignorado o menospreciado por algunas personas debido a su etnia, religión, nivel socioeconómico o preferencias culturales, mientras que en otras despierta estima y empatía. El *proxy* funciona de manera análoga en el mundo de las ciencias computacionales y es lo que permite a los algoritmos operacionalizar grandes cantidades de datos para clasificar a las personas en décimas de segundos y agruparlas en determinados segmentos poblacionales, permitiéndoles tratarlas o clasificarlas de determinada manera.

Al igual de lo que ocurre con las personas, el diseño de los *proxies* y la programación de los algoritmos que los procesan no son objetivos, están cargados de los sesgos ideológicos de las empresas o los organismos que encargan la tarea a los científicos de datos, que son quienes diseñan el proceso. La cuestión es que los *proxies* son fácilmente manipulables (como la propia subjetividad humana), pero el agravante en este caso es que los resultados a los que arriban los algoritmos son utilizados para definir una realidad que se justifica a partir de los propios resultados que genera (O’Neil, 2016), mientras que el imperio del “dataísta”⁶ (Mager, 2012; van Dijck, 2014) refuerza el hecho de que dichos resultados se encuentren envueltos en una suerte de halo sacral que los vuelve incuestionables. En términos de O’Neil, entendemos que:

“Las aplicaciones matemáticas que potencian la economía de datos está basada en elecciones hechas por seres humanos falibles. Algunas de estas elecciones se hicieron, sin duda, con las mejores intenciones. Sin embargo, muchos de estos modelos codifican los prejuicios, las incomprendiones y las parcialidades humanas en los sistemas informáticos que manejan cada vez más nuestras vidas. Como los dioses, estos modelos matemáticos son opacos y su funcionamiento es invisible para todos, excepto para los más altos sacerdotes: los matemáticos e informáticos. Sus veredictos, incluso cuando son erróneos o dañinos, son incuestionables y no pueden ser apelados” (O’Neil, 2016, p. 3).

La opacidad del proceso y el devenir de un discurso que promueve el imperio de la soberanía digital (Sadin, 2018a) transforman los resultados en algo de naturaleza casi divina a la que los profesionales no especializados en matemáticas o informática deben responder obedientemente, mientras que nadie puede explicarles a las personas implicadas las razones por las que un seguro médico, un empleo o una reserva en un restaurante les fueron denegadas (O’Neil, 2016). A esa opacidad y a

6. Nos referimos por dataísmo a “la transformación de las acciones sociales en información cuantificada *online* posibilitando el seguimiento en tiempo real (*real-time tracking*) y el análisis predictivo” (van Dijck, 2014, p. 198).

los vicios que puede acarrear la conformación de los proxies debemos agregar que las tecnologías informacionales requieren de la alimentación permanente de datos para funcionar adecuadamente, lo cual fuerza muchas veces a las compañías o a los gobiernos a obtener datos de manera no siempre ética ni legal. Un ejemplo claro de esto puede ser que en los últimos años se ha considerado al teléfono móvil como un proxy de nosotros mismos. Es decir, la localización del teléfono en un momento y lugar específicos es, en principio, considerada como la ubicación del dueño del dispositivo mientras que bajo el mismo supuesto se analiza su perfil como usuario al traducirse y combinarse paramétricamente suposición geolocalizada y el movimiento de sus dedos en la pantalla con los tiempos de consulta, la hora del día y la música que está reproduciendo al tiempo que todo esto se combina, a su vez, con los datos biométricos registrados en su reloj inteligente o sus patrones de consumo a través de las compras realizadas y todo el conjunto de metadatos generados a través de las diversas aplicaciones utilizadas para navegar y comunicarse (Greenfield, 2018; Srnicek, 2018). La aceptación —tácita o no— de que vivimos en la era de la economía del dato —en la que se “aspira a hacer de todo gesto, hábito o relación una ocasión de beneficio”, razón por la que se registra, analiza, clasifica y explota la vida integral de una persona (Sadin, 2018b, p. 28)— debe ser entendido no solo como parte del oscurantismo del que se alimenta el Arcano de las tecnologías digitales, sino como un elemento más que se suma a la violación flagrante de las bases jurídicas del debido proceso.

24

Si consideramos el debido proceso como el conjunto de derechos y garantías que surgen de los tratados y concordatos internacionales, no hay dudas de que, a pesar de que se insista en la potencia y la capacidad de las nuevas tecnologías informáticas, existe en la propia lógica del proceso que anima a dichas tecnologías suficientes motivos para interponer escrúpulos fundados en razones tanto humanitarias como jurídicas (Beresňak, 2020). A los aspectos señalados por los especialistas en matemáticas e informática, que permiten concebir a los algoritmos como “armas de destrucción matemática” (O’Neil, 2016), debemos agregar las particularidades que se dan en el contexto de la lucha contra el terrorismo y al análisis jurídico de datos. Como ya hemos precisado, las características del terrorista de cosecha propia son las que suelen servir de justificativo para implementar medidas de vigilancia y monitoreo sobre poblaciones completas vulnerando sistemáticamente derechos y garantías elementales como la inviolabilidad de la privacidad, sin que existan razones debidamente fundadas (art. V CADDH; art. 12 DUDH; art. 11 inc. 2 CADH) o la presunción de inocencia (art. XXVI DADDH; art.11 DUDH; art. 8 inc. 2 CADH). A su vez, si consideramos su opacidad, no hay dudas de que también se vulnera el principio de sana crítica⁷ (Couture, 1979), dado que a los integrantes del Poder Judicial les sería imposible explicar cómo se

7. Nos referimos al sistema de valoración de la prueba denominado de la libre convicción o sana crítica racional, mediante el cual el juez debe llegar a sus conclusiones apoyándose en el razonamiento motivado de las pruebas. Ello significa que el juez “debe proporcionar las razones de su convencimiento, demostrando el nexo racional entre las afirmaciones o negaciones a que llegó y los elementos de prueba utilizados para alcanzarlas” (Cafferata Nores, 1988, p. 47) mediante la descripción del elemento probatorio y su valoración crítica. Al respecto, también nos remitimos al trabajo realizado por Couture (1979).6. Nos referimos por dataísmo a “la transformación de las acciones sociales en información cuantificada *online* posibilitando el seguimiento en tiempo real (*real-time tracking*) y el análisis predictivo” (van Dijck, 2014, p. 198).

conformaron y dispusieron los distintos elementos probatorios que permitieron arribar a una determinada conclusión más allá de que aún resta dirimir la legalidad misma del proceso. La suma de estas cuestiones parece dar suficientes bases para apelar a la doctrina del fruto del árbol envenenado (Cafferata Nores, 1988; Carrió, 1994; Anselmino, 2012), invalidando así todo el proceso posterior, debido a que:

“... siendo el procedimiento inicial violatorio de garantías constitucionales (...) tal ilegalidad se proyecta a todos aquellos actos que son su consecuencia y que se ven así alcanzados o teñidos por la misma ilegalidad. De tal manera, no solo resultan inadmisibles en contra de los titulares de aquellas garantías las pruebas directamente obtenidas del procedimiento inicial (...) sino además todas aquellas otras evidencias que son 'fruto' de la ilegalidad originaria” (Carrió, 1994, p. 164).

Todo esto pone en cuestión la base tanto lógica como jurídica en la que se sustentan las nuevas tecnologías informáticas, lo cual también viene a resaltar las graves omisiones que cometen quienes asumen que el único desafío que tenemos ante nosotros para liberarnos de la pesada carga de tener que decidir sobre nosotros mismos es el de programar “la inteligencia artificial para que pueda incluir un enfoque jurídico y ético” (Corvalán, 2017, p. 1). Esta suerte de entusiasmo por la tecnología aplicada al campo de las cuestiones humanas no se debe exclusivamente a que se presupone — contrariamente a lo que afirman los especialistas informáticos— que la tecnología es capaz de tratar de manera eficiente el “monstruoso volumen de datos e información” que minuto a minuto se vuelca en las redes, sino que también supone que se pueden superar sin inconvenientes el procesamiento de información mediante lenguaje natural, debido a que “asistimos a la progresiva eliminación de las barreras de comprensión de otras lenguas casi instantáneamente, a partir del desarrollo exponencial del sistema de inteligencia artificial” (Corvalán, 2017, p. 2). La cuestión central aquí no es si al día de hoy la tecnología es capaz de procesar la información de manera eficiente y segura, sino si el origen y la naturaleza de los elementos que intervienen en la elaboración de diagnósticos que impliquen consecuencias directas o indirectas para la vida de las personas son lícitos tanto ética como jurídicamente. El problema del terrorismo representa aquí no solo uno de los problemas más graves y angustiantes de nuestra época, sino que, precisamente por sus características e implicancias para la humanidad, sirve para poner en evidencia que la solución que se nos brinda no puede ser a costa de la dignidad y los derechos humanos. A las dudas razonables que pueden anteponerse en materia ética y jurídica sobre la forma en la que se obtienen datos e información sobre nosotros, y lo abstruso de su procesamiento, debemos agregar que en casos de seguridad pública y, particularmente de terrorismo todo se vuelve mucho más complejo e inaccesible para personas o instituciones ajenas a las fuerzas de seguridad. Si comúnmente resultan inaccesibles las líneas de los códigos de programación por pleitos o denuncias comerciales en casos como el que hemos propuesto aquí, es donde resulta más evidente que “la necesidad de mantener los algoritmos en secreto es ciertamente mayor de lo habitual (mientras que) este interés por el secreto puede extenderse también a algunos de los datos subyacentes, a fin de proteger las fuentes de inteligencia” (Steinbock, 2005, p. 64).

Los diferentes aspectos que hemos abordado deberían ser suficientes para llamar la atención y calmar los bríos de quienes proclaman que es posible sostener un progresivo avance de estas tecnologías sobre ámbitos determinantes para la vida de las personas resguardando, a su vez, los derechos humanos. Finalmente, y como parte de un conjunto de trabajos que exceden el marco del presente escrito, creemos necesario enfatizar la importancia de la figura del terrorista de cosecha para disciplinas como la ciencia política, la sociología y el derecho, debido a que consideramos que representa el paradigma *par excellence* que signará el marco en el que se desarrollarán tanto las relaciones interpersonales como algunas de las disputas más sensibles para el futuro de la humanidad y la vida democrática. Una muestra de esto ha surgido recientemente con el confinamiento de buena parte de la población mundial a raíz de la pandemia de Covid-19 y la rápida respuesta que Google y Apple han brindado en pos de hacer posible el rastreo en tiempo real de las personas para prevenir la propagación del virus. Como hemos afirmado en otra oportunidad, creemos que “el rápido gesto que recientemente han realizado dos de los más poderosos gigantes tecnológicos al ofrecer unir sus recursos con el fin de rastrear los movimientos que cada usuario realiza para permitir detectar y prevenir posibles contagios no responde al diseño de una nueva tecnología sino a la readecuación de los protocolos utilizados para la detección y la prevención del terrorismo” (Acerbi, 2020, p. 1). Es decir, la rápida adaptación de esta tecnología evidencia que los patrones de parametrización ya están dispuestos de manera tal que, sin importar si se trata de un virus o de un terrorista, somos cada uno de nosotros los que representamos una potencial amenaza para otros y, en definitiva, para el bienestar general. Nuestros derechos, así como la identidad, la seguridad, la gubernamentalidad y la soberanía estatal, ya han comenzado a redefinirse y continuarán haciéndolo por lo que resulta imperioso, si no es posible formar parte de los círculos que definen esos nuevos contornos, intentar al menos poner una palabra sobre lo que está aconteciendo a nuestro alrededor.

26

Conclusiones

Hemos iniciado el artículo abordando la figura de un tipo particular de terrorista debido a los desafíos e implicancias que ella plantea tanto a los profesionales de las ciencias sociales y jurídicas como a los organismos encargados de garantizar la seguridad pública. El análisis de dicha figura nos permitió comprender las razones por las que se suele recurrir a la tecnología en pos de preservar la seguridad jurídica de las personas, pero también como el único medio capaz de analizar la gran cantidad de datos e información que segundo a segundo genera buena parte de la población mundial. Sin embargo, como hemos visto, la supuesta eficiencia con la que se suele caracterizar al uso de la *big data* y el *machine learning* no se constata cuando dicha tecnología es aplicada a gran escala en Internet o en las redes sociales que, como Facebook y Twitter, funcionan como el principal medio de reclutamiento y de difusión de material propagandístico vinculado al terrorismo. De hecho, observamos que, si bien esta tecnología permite mejorar los tiempos en los que la inteligencia policial responde a un hecho delictivo, lo hace de manera relativa y sobre hechos que son públicos debido a que operan sobre la información proporcionada por los usuarios de las redes sociales. En casos de delitos más complejos, es de esperar que el rendimiento de los sistemas informáticos disminuya significativamente, más aún tratándose de lobos solitarios,

que aumentan sus probabilidades de éxito actuando de manera individual y siendo extremadamente precavidos al momento de planificar el atentado y, particularmente, al utilizar Internet. En este sentido, los casos como el de Breivick en Noruega o el de Tarrant en Nueva Zelanda evidencian la brecha entre la publicidad de la que goza el procesamiento algorítmico de datos y sus capacidades actuales.

En una segunda parte, hemos analizado los aspectos técnicos que operan detrás del análisis inteligente de datos. Allí hemos podido comprobar que la supuesta objetividad con la que los algoritmos procesan la información es por lo menos cuestionable debido a la opacidad que recubre el proceso de conformación de perfiles, así como la conformación de los *clustering* y el delineamiento de los *proxies*. Como hemos señalado, dicha opacidad suele ser aceptada como si se tratase de una parte natural del proceso, el cual continúa, de manera recursiva, cuando esos primeros resultados son utilizados como insumos de nuevos procesos, los cuales contribuyen a opacar aún más los resultados dificultando su cuestionamiento por parte de los profesionales que son ajenos a las ciencias de datos. De esta manera, las conclusiones a las que suelen arribar los sistemas de procesamientos algorítmicos de datos se vuelven incuestionables, tanto por la imposibilidad de comprender el proceso en sí como por el hecho de que se ha instalado en nuestras sociedades un dataísmo que tiende a reforzar el paradigma que sitúa el Arcano de la soberanía ya no en el ámbito de las decisiones humanas, sino en la constelación del universo digital.

Resulta insoslayable la necesidad de que los profesionales de las ciencias sociales cuestionen seriamente el lugar al que se los ha relegado frente al avance de las nuevas tecnologías informacionales. Por referirnos solo a los tópicos que hemos tratado aquí —terrorismo, seguridad y tecnología—, el tamaño del desafío ante el que se enfrentan nuestras sociedades y nuestros sistemas políticos resulta evidente y es, por esto mismo, que la humanidad no puede desligarse de la responsabilidad que sobre ella recae. En definitiva, se puede pensar que la tensión entre amenaza (terrorista, bacteriológica, climática o alimentaria) y seguridad continuará marcando el rumbo de la agenda pública en las décadas siguientes y, en este sentido, no debería menoscabarse que en el binomio amenaza–seguridad se asientan las bases del Estado moderno y, en consecuencia, nuestra noción de soberanía.

27

Bibliografía

Aaronson, T. (2019). Terrorism's double standard: Violent far right extremists are rarely prosecuted as terrorists. *The Intercept*, 23 de marzo. Recuperado de: <https://theintercept.com/2019/03/23/domestic-terrorism-fbi-prosecutions/>

Acerbi, J. (2019). *Metapolítica. Enemigo público, poder y muerte civil en la tradición republicana*. Buenos Aires: Miño y Dávila.

Acerbi, J. (2020). *La identidad del virus. Pensar la pandemia. La filosofía interpelada por el COVID-19*. Buenos Aires: Miño y Dávila. Recuperado de: <https://germyd.wixsite.com/bitacorabfv>.

Adorno, T. (2001). *Epistemología y Ciencias Sociales*. Valencia: Cátedra.

Albrecht, G. (2003). *Sociological Approaches to Individual Violence and their Empirical Evaluation*. En W. Heitmeyer y J. Hagan (Eds.), *International Handbook of Violence Research* (611-656). Dordrecht, Boston y Londres: Kluwer Academic Publishers.

Alsaedi, N., Burnap, P. y Rana, O. (2017). Can we predict a riot? Disruptive event prediction using Twitter. *Transactions on Internet Technology*, 17(2), 1-26.

Alzahrani, A. *et al.* (2018). Countering Terrorism on Social Media Using Big Data. *CS&IT*, 35-42.

Andrejevic M. (2013). *Infoglut. How too Much Information is Changing the Way We Think and Know*. Nueva York: Routledge.

Anselmino, V. (2013). Las garantías constitucionales y la regla de exclusión probatoria en el proceso penal. *Anales*, 42, 106-119.

Aquaro, V. (2019). Prólogo. En J. G. Corvalán (Ed.), *Prometea. Inteligencia Artificial para transformar organizaciones públicas*. Buenos Aires: Astrea.

Battersby, J. y Rhys, B. (2019). Christchurch in the context of New Zealand terrorism and right wing extremism. *Journal of Policing, Intelligence and Counter Terrorism*, 1-17.

28

Becker, H., Mor, N. y Gravano, L. (2011). Beyond trending topics: Real-world event identification on twitter. *Proceedings of the 5th International AAAI Conference on Weblogs and Social Media (ICWSM'11)*, 1-4.

Benigni, M., Kenneth, J. y Carley, K. (2017). Online extremism and the communities that sustain it: Detecting the ISIS supporting community on Twitter. *PloS one*, diciembre, 1-23.

Beresñak, F. (2020). Comentario crítico sobre un posible nuevo orden jurídico-político: la unidimensionalidad de la norma y el uso de la tecnología. En J. G. González, Á. A. Lozano y G. M. Rodríguez (Dir.), *El derecho público y privado ante las nuevas tecnologías* (568-574). Madrid: Dykinson.

Berkebile, R. (2015). What Is Domestic Terrorism? A Method for Classifying Events From the Global Terrorism Database. *Terrorism and Political Violence*, 0, 1-26.

Bjørge, T. (1997). *Racist and right-wing violence in Scandinavia: Patterns, perpetrators and responses*. Oslo: Tano Aschehoug.

Bjørge, T. (2005). *Root Causes of Terrorism. Myths, reality and ways forward*. Londres: Routledge.

Bjørge, T. (2013). *Strategies for Preventing Terrorism*, Basingstoke. Palgrave: Macmillan.

Bolin, G. y Andersson Schwarz, J. (2015). Heuristics of the algorithm: Big Data, user interpretation and institutional translation. *Big Data & Society*, julio–diciembre, 1-12.

Boyd, D. y Crawford, K. (2012). Critical Questions for Big Data. *Information, Communication & Society*, 15(5), 662-679.

Brevik, A. (2011). 2083: A European Declaration of Independence.

Cafferata Nores, J. I. (1988). La prueba obtenida por quebrantamientos constitucionales. *Temas de Derecho Procesal Penal*. Buenos Aires: Depalma.

Cafferata Nores, J. I. (1998). La prueba en el proceso penal. Buenos Aires: Depalma.

Carrio, A. (1994). Garantías constitucionales en el proceso penal. Buenos Aires: Hammurabi.

Carvalho, C. (2016). The Importance of Web 2.0 for Jihad 3.0. Female Jihadists Coming to Grips with Religious Violence on Facebook. *Online. Heidelberg Journal of Religions on the Internet*, 11, 46-65.

Castelvecchi, D. (2016). Can we open the black box of AI? *Nature News*, 538(7623), 20-23.

Chichizola, M. (1983). El debido proceso como garantía constitucional. *La Ley*, Tomo Nro.1983.

Corvalán, J. G. (2017). La primera inteligencia artificial predictiva al servicio de la Justicia: Prometea. *La Ley* 2017-E-1.

Couture, E. (1979). *Estudios de Derecho Procesal Civil*. Tomo II. Buenos Aires: Ediciones Depalma.

Delanda M. (1991). *War in the Age of Intelligent Machines*. Nueva York: Zone.

Eubank, W. y Weinberg, L. (2001). Terrorism and Democracy: Perpetrators and Victims. *Terrorism and Political Violence*, 13(1), 155-164.

Facebook News Room (2018). Hard Questions: How Effective Is Technology in Keeping Terrorists off Facebook? Recuperado de: <https://about.fb.com/news/2018/04/keeping-terrorists-off-facebook/>.

Falk, A., Kuhn, A. y Zweimüller, J. (2011). Unemployment and right-wing extremist crime. *Scandinavian Journal of Economics*, 113(2), 260-285.

Farzindar, A. y Khreich W. (2015). A survey of techniques for event detection in twitter. *Comput. Intell.*, 31(1), 132-164.

Freilich, J. *et al.* (2018). Patterns of Fatal Extreme-Right Crime in the United States. *Perspectives on Terrorism*, 12(6), 38-51.

Greenfield, A. (2018). *Radical Technologies: The Design of Every-day Life*. Londres: Verso.

Gries, T., Meierrieks, D. y Redlin, M. (2015). Oppressive governments, dependence on the United States and anti-American terrorism. *Oxford Economic Papers*, 67, 83-103.?

Groh, T. (2019). *Proxy War. The Least Bad Option*. California: Stanford University.

Hamm, M. y Spaaij, R. (2017). *The Age of Lone Wolf Terrorism*. Columbia: Columbia University Press.

Hainsworth, P. (2018). *The Extreme Right in Western Europe*. Londres y Nueva York: Routledge.

Hamidreza, A., Soumajyoti, S. y Shakarian, P. (2019). Detection of Violent Extremists in Social Media. *ArXiv:1902.01577*, 1-5. Ithaca: Cornell University.

Hebberecht, P. y Baillergeau, E. (2012). *Social Crime Prevention in Europe*. Bruselas: Brussels University Press.

30 Heitmeyer, W. (1993). Hostility and violence towards foreigners in Germany. En T. Bjørgo y R. Witte (Eds.), *Racist violence in Europe (17-28)*. Basingstoke: Palgrave Macmillan.

Heitmeyer, W. (2005). Right-Wing terrorism. En T. Bjørgo (Ed.), *Root Causes of Terrorism. Myths, reality and ways forward (141-153)*, Londres: Routledge.

Hemmingby, C. y Bjørgo, T. (2016). *The Dynamics of a Terrorist Targeting Process: Anders B. Breivik and the 22 July Attacks in Norway*. Londres: Palgrave Macmillan.

Hemmingby, C. y Bjørgo, T. (2018). Terrorist Target Selection: The Case of Anders Behring Breivik. *Perspectives on Terrorism*, 12(6), 164-176.

Hilbert, M., Liu, B., Luu, J. y Fishbein, J. (2019). Behavioral Experiments With Social Algorithms: An Information Theoretic Approach to Input–Output Conversions. *Communication Methods and Measures*, 13, 267-286.

Horgan, J. (2005). The social and psychological characteristics of terrorism and terrorists. En T. Bjørgo (Ed.), *Root Causes of Terrorism. Myths, reality and ways forward (44-53)*. Londres: Routledge.

Jurczak, J., Łachacz, T. y Nitsch, H. (2020). The So-Called ‘Lone Wolf’ Phenomenon. En B. Akhgar, D. Wells y J. M. Blanco (Eds.), *Investigating Radicalization Trends. Case Studies in Europe and Asia*. Suiza: Springer.

Kearns, E., Betus, A. y Lemieux, A. (2019). Why do some terrorist attacks receive more media attention than others? *Justice Quarterly*, 26 [online first], 985-1022.

Koehler, D. (2018). Recent Trends in German Right-Wing Violence and Terrorism: What are the Contextual Factors behind ‘Hive Terrorism’? *Perspectives on Terrorism*, 12(6), 72-88.

Koehler, D. (2017). *Right-Wing Terrorism in the 21st Century. The “National Socialist Underground” and the history of terror from the Far-Right in Germany*. Londres y Nueva York: Routledge.

Koehler, D. (2019). Violence and Terrorism from the Far-Right: Policy Options to Counter an Elusive Threat. *The International Centre for Counter-Terrorism – The Hague*, 10.

Latour, B. (2009). Tarde’s idea of quantification. En M. Candea (Ed.), *The Social after Gabriel Tarde: Debates and Assessments*. Londres: Routledge.

Lecun, Y., Bengio, Y. y Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.

Levin, J. (2006). *Domestic Terrorism*. Reno: Chelsea House Publishers.

Levitt, M. (2018). *Neither Remaining nor Expanding. The Decline of the Islamic State*. Washington: The Washington Institute for Near East Policy.

Mager, A. (2012). Algorithmic Ideology. *Information, Communication & Society*, 15(5), 769-787.

Manch, T. (2019). Alarming’ increase in extreme-right genocide theory came before Christchurch terror attack – report, *Stuff News*. Recuperado de: <https://www.stuff.co.nz/national/christchurch-shooting/114066106/alarming-increase-in-extremerright-genocide-theory-came-before-christchurch-terror-attack--report>.

Medhurst, P. (2000). *Global terrorism, a course produced by UNITAR*. Nueva York: UNITAR.

Mohammad, A. (2005). Roots of terrorism in the Middle East. En T. Bjørge (Ed.), *Root Causes of Terrorism. Myths, reality and ways forward*. Londres: Routledge.

Münkler, H. (2002). *Die neuen Kriege*. Hamburgo: Rowohlt Verlag.

Nesser, P. (2010). Joining jihadi terrorist cells in Europe: Exploring motivational aspects of recruitment and radicalisation. En M. Ranstorp (Ed.), *Understanding Violent Radicalisation: Terrorist and Jihadist Movements in Europe* (81-114). Londres: Taylor and Francis.

O’Neil, C. (2016). *Weapons of Math Destruction*. Londres: Penguin.

Pasquale, P. (2015). *The black box society: The secret algorithms that control money and information*. Cambridge: Harvard University Press.

Piazza, J. (2017). The determinants of domestic right-wing terrorism in the USA: Economic grievance, societal change and political resentment. *Conflict Management and Peace Science*, 34(1), 52-80.

Post, J. (2005). The socio-cultural underpinnings of terrorist psychology. En T. Bjørgo (Ed.), *Root Causes of Terrorism. Myths, reality and ways forward* (54-69). Londres: Routledge.

Powell, K. (2011). Framing Islam: An analysis of U.S. Media coverage of terrorism since 9/11. *Communication Studies*, 62(1), 90-112.

Raffaello, P. (2011). What Have We Learned about Lone Wolves from Anders Behring Breivik? *Perspectives on Terrorism*, 5(5/6), 27-42.

Ravndal, J. (2017). Explaining right-wing terrorism and violence in Western Europe: Grievances, opportunities and polarisation. *European Journal of Political Research*, 57(4), 845-866.

Sadin, É. (2018a). *La humanidad aumentada. La administración digital del mundo*. Buenos Aires: Caja Negra.

Sadin, É. (2018b). *La silicolonización del mundo. La irresistible expansión del liberalismo digital*. Buenos Aires: Caja Negra.

32

Sandler, T. (2015). *Terrorism and Counterterrorism: An Overview*. *Oxford Economic Papers*, 67(1), 1-20.

Savage, M. y Burrows, R. (2007). The coming crisis of empirical sociology. *Sociology*, 41(5), 885-899.

Schmid, A. *et al.* (1984). *Political Terrorism: A Research Guide to Concepts, Theories, Data Bases and Literature*. Amsterdam: North-Holland.

Schmid, A. (2001). *The Routledge Handbook of Terrorism Research*. Londres y Nueva York: Routledge.

Schmid, A. (2005). Preventing of terrorism. Towards a multi-pronged approach. En T. Bjørgo (Ed.), *Root Causes of Terrorism. Myths, reality and ways forward*. Londres: Routledge.

Seliktar, O. y Rezaei, F. (2020). *Iran, Revolution and Proxy Wars*. Suiza: Palgrave Macmillan.

Sikkens E., Van San, M., Sieckelinck, S., Boeije, H. y Winter, M. (2016). Participant Recruitment through Social Media: Lessons Learned from a Qualitative Radicalization Study Using Facebook. *Sage Journals*, 29(2), 130-139.

Simon, J. D. (2013). *Lone Wolf Terrorism: Understanding the Growing Threat*. Amsterdam: Prometheus books.

Small, D. (2011). The uneasy relationship between national security and personal freedom: New Zealand and the 'War on terror'. *International Journal of Law in Context*, 7(4), 467-486.

Srnicek, N. (2018). *Capitalismo de plataformas*. Buenos Aires: Caja Negra.

Steinbock, D. (2005). Data Matching, Data Mining, and Due Process. *40 Georgia Law Review*, 1, 1-88.

Stohl, M. (2005). Expected utility and state terrorism. En T. Bjørgo (Ed.), *Root Causes of Terrorism. Myths, reality and ways forward*. Londres: Routledge.

Tarrant, B. (2019). *The Great Replacement*.

Taylor, H. (2019). Domestic terrorism and hate crimes: legal definitions and media framing of mass shootings in the United States. *Journal of Policing, Intelligence and Counter Terrorism*, 14(3), 227-244.

Van Dijck, J. (2014). Datafication, dataism and dataveillance: Big Data between scientific paradigm and ideology. *Surveillance & Society*, 12(2), 197-208.

Vieweg, S., Castillo, C. y Imran, M. (2014). Integrating social media communications into the rapid assessment of sudden onset disasters. *Proceedings of the 6th International Conference on Social Informatics*, 444–461.

Waldmann, P. (2005). Social-revolutionary terrorism in Latin America and Europe. En T. Bjørgo (Ed.), *Root Causes of Terrorism. Myths, reality and ways forward*. Londres: Routledge.

33

Fuentes normativas

Declaración Americana de los Derechos y Deberes del Hombre

Declaración Universal de Derechos Humanos

Convención Americana sobre Derechos Humanos

Cómo citar este artículo

Acerbi, J. (2021). Terrorismo, tecnología y sociedad en el siglo XXI. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(48), 11-33.

**Tecnologias em tempos de (pós) pandemia:
um ensaio focalizado ao mundo rural brasileiro ***

**Tecnologías en tiempos de (pos) pandemia:
un ensayo centrado en el mundo rural brasileño**

***Technologies in (Post) Pandemic Times:
An Essay Focused on the Brazilian Rural World***

Monique Medeiros **

No contexto atual, no qual vivencia-se a propagação do novo coronavírus (Covid-19), a tecnologia ganha roupagem diferenciada, mormente, interpretada como produto ou combinação inusitada de processos, baseada nos pressupostos da ciência, com vistas à superação dos desafios que foram criados ou avultados à vida humana. No espaço rural brasileiro, se por um lado, a incidência viral em nível global afeta negativamente distintos sujeitos do campo, por outro lado, ela destaca a importância, para toda a sociedade, de uma categoria social produtora de alimentos, em geral, mais saudáveis, mas, sobretudo tecnologicamente inovadora. À luz dessa problemática, este ensaio se propõe a refletir sobre as formas de concepção tecnológica desenvolvidas pela agricultura familiar que podem vir a configurar estratégias de desenvolvimento rural mais sustentáveis e contextualizadas em tempos de (pós) pandemia. Para tanto, é metodologicamente pautado em pesquisas bibliográficas e documentais realizadas no segundo semestre de 2020 e tem como cerne teórico as perspectivas de sistemas tecnológicos e de construção social da tecnologia. Como principais alcances, contribui na composição de uma agenda de pesquisa e mobilização sociotécnica voltada a iniciativas contra-hegemônicas de desenvolvimento rural a serem constituídas no contexto de (pós) pandemia.

35

Palavras-chave: construção social da tecnologia; sistemas tecnológicos; agricultura familiar; desenvolvimento rural; Covid-19

* Recepción del artículo: 27/11/2020. Entrega de la evaluación final: 11/05/2021.

** Professora do Instituto Amazônico de Agriculturas Familiares, Programa de Pós-Graduação em Agriculturas Amazônicas, Universidade Federal do Pará, Brasil. Líder do Grupo de Pesquisa Desenvolvimento Rural e Inovação Sociotécnica (DRIS). Correio eletrônico: mmedeiros@ufpa.br.

En el contexto actual de pandemia, la tecnología adquiere una forma diferente, interpretada principalmente como un producto o una combinación inusual de procesos y basada en los supuestos de la ciencia con miras a superar los desafíos que fueron creados o añadidos a la vida humana. En el espacio rural brasileño, más allá de la incidencia negativa del coronavirus a nivel global, resalta la importancia que tiene el campo en su categoría social como productor de alimentos más saludables, en general, y sobre todo tecnológicamente innovadores. Ante esta problemática, este artículo se propone reflexionar sobre las formas de concepción tecnológica desarrolladas por la agricultura familiar que pueden llegar a configurar estrategias de desarrollo rural más sustentables y contextualizadas en tiempos pospandémicos. Para ello se basa metodológicamente en una investigación bibliográfica y documental realizada durante el segundo semestre de 2020, tiene como eje teórico las perspectivas de los sistemas tecnológicos y la construcción social de la tecnología, y contribuye a la generación de una agenda de investigación y movilización sociotécnica orientada a iniciativas contrahegemónicas de desarrollo rural.

Palabras clave: construcción social de tecnología; sistemas tecnológicos; agricultura familiar; desarrollo rural; Covid-19

In the present context, dominated by the Covid-19 pandemic, technology gains a new shape as a product or an unusual combination of processes oriented to overcome the challenges that were created or added to human life. In the Brazilian rural space, notwithstanding the global negative incidence of the pandemic, the importance of a social category that produces healthier and technologically innovative food for everyone is highlighted. This article proposes to reflect on the forms of technological conception developed by family farming that may come to configure more sustainable and contextualized strategies for rural development in these (post) pandemic times. The article is methodologically based on a bibliographic research carried out during the second half of 2020 and its theoretical core resides in the concepts of technological systems and the social construction of technology. It contributes to a research and socio-technical mobilization agenda aimed at constituting counter-hegemonic rural development initiatives.

Keywords: social construction of technology; technological systems; family farming; rural development; Covid-19

Introdução

As tecnologias desempenham um papel central nos processos de mudança social. Demarcam posições e condutas da sociedade; condicionam estruturas de distribuição social, custos de produção, acesso a bens e serviços, repartição de benefícios e custos; geram problemas sociais e ambientais e facilitam ou dificultam sua resolução (Thomas, 2009). Entretanto, inúmeras facetas delas ainda são desconhecidas por muitos ainda são desconhecidas por muitos. Apenas recentemente vem se destacando a ideia de que, para além de produtos ou processos produtivos, a dimensão tecnológica compreende distintas formas de instituições e organizações (Medeiros, 2017). As sociedades atuais são tecnologicamente configuradas exatamente da mesma maneira que as tecnologias são socialmente construídas e operacionalizadas. Não há uma relação sociedade-tecnologia que as possa manter dissociáveis. Dito de outra forma, “somos seres sócio-técnicos” (Thomas *et al.*, 2008, p. 12).

Com intensidade crescente, a tecnologia vem conquistando um espaço notório no mundo contemporâneo. No contexto atual, no qual vivencia-se a propagação do Novo Coronavírus (Covid-19), a tecnologia ganha roupagem diferenciada, mormente, interpretada como surgimento de produtos e de combinações inusitadas baseadas nos pressupostos da ciência e seus conhecimentos, com vistas ao combate à pandemia e mesmo à superação dos desafios que, com a emergência do vírus, foram criados ou avultados nas mais distintas áreas da vida humana.

A caracterização da Covid-19 como uma pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS), em 11 de março desse ano (FAO, 2020), desencadeou alterações significativas para a população mundial, nos aspectos socioeconômico, ambiental, cultural e, sobretudo, tecnológico. Esse cenário pandêmico levou governantes de todas as regiões do planeta a adotarem medidas drásticas para a contenção da pandemia com massivos impactos na organização das economias. Durante alguns meses, o confinamento da população deixou centros comerciais vazios, paralisou os meios de transporte, parou setores inteiros da vida social e diminuiu fortemente um conjunto de atividades econômicas. Enquanto isso, sobretudo na China e na Europa, evidencia-se a recuperação significativa da qualidade do ar nas cidades mais poluídas. Sentiu-se na pele, nesta experiência de dimensão global, a importância do convívio social para o equilíbrio psicológico individual e as limitações dos modelos tecnológicos e de desenvolvimento, como um todo, especialmente em relação à questão socioambiental. 37 *Pari passu* ao crescimento da percepção do papel da tecnologia nas mazelas que afligem a sociedade, amplificou-se também o esperar de que, por meio dela, possa-se construir sociedades mais humanas, empáticas e sustentáveis.

No Brasil, desde decretado o estado de calamidade pública, no dia 20 de março (Brasil, 2020), no espaço rural, especificamente para as agriculturas familiares, para as quais uma dinâmica cuja ordem sociocultural torna indissociáveis o trabalho, a família e a terra (Van der Ploeg, 2008), as mudanças atreladas às medidas de controle da pandemia vêm irradiando consequências para os distintos setores da vida. A adequação a protocolos de saúde, indicados pela OMS, também para a operacionalização do trabalho e, conseqüentemente, a suspensão e/ou a redução

de mercados importantes, como as feiras-livres e as compras públicas de alimentos, levou à redução do ingresso de renda a essas famílias.

Todavia, se por um lado, a incidência viral em nível global afeta negativamente a vida de distintos agricultores familiares no campo, por outro lado, ela destaca a importância, para toda a sociedade, de uma categoria não somente produtora de alimentos destinados a distintas famílias, inclusive às localizadas nos grandes centros urbanos, mas garantidora de uma forte economia local. Notabiliza também a capacidade de resiliência e inovação desses agricultores que, ao construírem e ajustarem tecnologias de diferentes qualidades ao seu contexto, vêm conseguindo edificar rumos diferenciados de desenvolvimento na superação das crises que se constituem hoje e de um amanhã que se apresenta incerto.

O papel do consumidor nessa evidenciação da relevância da agricultura familiar para a sociedade vem se mostrando, cada vez mais, central. As mudanças de comportamento social no ato consumir, primordialmente, alimentos, as quais incluem uma reflexão crítica, ambientalmente responsável e focada na boa saúde, vêm fazendo com que novos valores e princípios façam parte do cotidiano dessa sociedade tecnológica que se reconstrói em face de tal pandemia. Justamente com a atenção direcionada a essa problemática, este ensaio se propõe a refletir sobre as formas de concepção tecnológica desenvolvidas pela agricultura familiar que podem vir a configurar estratégias de desenvolvimento rural mais sustentáveis e contextualizadas em tempos de (pós) pandemia. Para tanto, o texto é pautado em pesquisas bibliográficas e documentais realizadas no segundo semestre desse ano e tem como cerne teórico as perspectivas de sistemas tecnológicos e de construção social da tecnologia (Pinch e Bijker, 1987, 2008; Dagnino, Brandao e Novaes, 2004; Darré, 2002).

O texto está estruturado em cinco partes, para além dessa introdução. Na segunda parte, procurou-se entender a tecnologia enquanto fenômeno social, mostrando as relações entre evoluções sociais e tecnológicas, notadamente na agricultura. A terceira parte discute o (des)controle da evolução tecnológica pela sociedade, ou grupos sociais específicos. A quarta apresenta o período de gênese do modelo agroindustrial globalizado, objeto das críticas atuais, no seu contexto macroeconômico e as suas consequências em termos de desenvolvimento tecnológico agrícola. A quinta lança reflexões acerca de como analisar e robustecer a construção social de tecnologias voltadas a formas mais sustentáveis de desenvolvimento. A sexta parte coloca em perspectiva as discussões propostas no trabalho do ponto de vista de uma agenda de pesquisa e mobilização sociotécnica voltada a iniciativas contra-hegemônicas de desenvolvimento rural a serem constituídas no contexto de (pós) pandemia.

1. Ser sociotécnico

A técnica sempre foi um meio utilizado pelos humanos com o intuito de que determinados fins fossem alcançados. A racionalidade de fins é tanto expressão de processos técnicos, quanto o que os move (Brüseke, 2002). Produzir e viver tecnicamente se apresentam como capacidades intrínsecas do ser humano. Ainda que a habilidade

técnica pareça acompanhar a existência humana desde seus primórdios, autores como Bunge (1985a) e Cupani (2013) distinguem a técnica pré-científica da técnica alicerçada na ciência.

Para além das circunstâncias que representam as manifestações das capacidades humanas de fazer coisas, o que parece articular formas antigas e modernas de técnica ou tecnologia é o fato de que toda a produção, técnica ou tecnológica, é a manifestação de um saber fazer (Cupani, 2013). Esse saber fazer difere de outras capacidades humanas como a de contemplar a realidade, agir, no sentido de adotar decisões responsáveis, experimentar sentimentos e exprimir-se, sobretudo, manifestando a própria identidade, as ideias e os anseios mediante uma linguagem articulada (Cupani, 2004). A capacidade de fazer expressa-se nas possibilidades de mobilizar recursos racionais nas condições do agir, ou seja, de conduzir a própria vida em vez de viver de modo unicamente instintivo. Ao fazer, o humano cria os artefatos, sejam eles “objetos ou processos artificiais” (Cupani, 2013, p. 13).

Dada sua possibilidade de atender interesses humanos, a tecnologia tornou-se um vasto campo de investigação e de planejamento, que utiliza conhecimentos científicos com a finalidade de controlar coisas ou processos naturais, de desenhar artefatos ou processos, ou de conceber operações de maneira racional (Bunge, 1985a). Ao considerar a quantidade de conhecimento científico de ponta utilizada pela tecnologia, Bunge (1985b) afirma que certos ramos representam, por oposição aos demais, o que se denomina *high tech* (alta tecnologia). Entretanto, para esse autor, se repararmos na economia de recursos escassos, no respeito ao ambiente e na facilidade de operacionalização, inclusive por pequenos grupos, certas tecnologias se sobressaem como *soft* (brandas), intermediárias ou apropriadas.

39

Ainda de acordo com os esclarecimentos de Bunge (1985b), conforme o artefato produzido e a classe de informação científica utilizada, é possível identificar as tecnologias clássicas, as tecnologias da informação e as sociotecnologias ou tecnologias sociais. As formas clássicas se dividem em físicas, que estão relacionadas a projetos vinculados a princípios específicos da engenharia, e biológicas, as quais são concebidas com o objetivo de controlar organismos, respectivamente, com a ajuda da biologia e da psicologia.

As tecnologias da informação¹ compreendem a informática ou engenharia do conhecimento, em especial a “inteligência artificial”. Já as sociotecnologias ou tecnologias sociais são divididas por Bunge (1985b) em tecnologias específicas e gerais. As específicas como a administração, por exemplo, se ocupam de sociossistemas determinados, tais como unidades de produção, departamentos governamentais e organizações culturais. As gerais, também denominadas pelo autor de “engenharia social”, são direcionadas a enfrentar problemas sociais globais, como a escassez de recursos naturais, a superpopulação, a pobreza, o desemprego, a extrema desigualdade social, a opressão e dependência política e a depressão cultural.

1. Esta poderia ser entendida, atualmente, como tecnologias da informação e da comunicação (TIC), envolvendo além da informática, os objetos conectados e a Internet.

A importância das tecnologias sociais e, mais precisamente, da engenharia social, está relacionada ao fato dela direcionar os recursos científicos disponíveis, principalmente os provenientes das ciências sociais, para a busca de melhorias de problemas sociais. Essas melhorias, embasadas também na construção e reconstrução de políticas sociais conduzidas pelo Estado, propõem tanto eliminar ou neutralizar eventos negativos, como a fome, quanto promover eventos positivos, como o desenvolvimento da ciência (Bunge, 1985b). Dessa forma, constitui-se uma relação direta entre o valor da engenharia social e o maior desenvolvimento social (Cupani, 2013).

Ainda que Bunge (1985b) estabeleça essas diferenciações analíticas entre os tipos de tecnologias existentes, devido ao fato dessas tecnologias significarem um aumento na probabilidade de transformação de valores individuais e sociais, visto que alteram as condições de escolhas humanas, elas articulam a todo momento distintos conhecimentos e interesses, o que faz com que, na prática, seja difícil distinguir uma tecnologia que não abarque um caráter de sociotecnologia ou uma sociotecnologia que não esteja articulada a uma tecnologia clássica ou de informação.

Em que pese significativos avanços tecnológicos que tenham possibilitado à sociedade novas escolhas de projetos de desenvolvimento, em geral, dificilmente reflete-se sobre as consequências dessas novas escolhas. Como resultado desses processos, a técnica que ajudava a situar o humano no seu mundo e no seu tempo foi sendo substituída por uma tecnologia que, muitas vezes, indica a desconexão do humano de seu mundo e de seu tempo (Brüseke, 2002). Ao desconectar os indivíduos do universo que lhes dava sentido, essa transformação gerou diversas inferências, dentre as quais se destaca o fato da tecnologia moderna deixar de ser simplesmente um meio. Verifica-se assim uma mudança no processo de concepção do conhecimento. Se, antes, a racionalidade era direcionada a criar algo para atender fins pré-concebidos, o que não deixa de existir, atualmente vem ganhando expressividade a tecnologia que concebe os meios que orientarão a criação dos fins. Dessa forma, a tecnologia moderna se configura como altamente contingente e influencia a sociedade moderna a buscar fins simplesmente por possuir um meio (Brüseke, 2002).

Conforme Brüseke (2002), a inclusão da tecnologia na percepção da contingência a revela como produto de escolhas ocasionais, impulsionadas por hábitos culturais, interesses econômicos ou irracionalidades de qualquer espécie. Ainda segundo esse autor, a interpretação da tecnologia como algo necessário assegura a inevitabilidade do seu desenvolvimento. Essa perspectiva, para alguns, encontra na história a garantia do sentido social da técnica e da tecnologia e de seus desdobramentos, ainda que sejam negativos. Entretanto, Bunge (1985a) afirma que, por mais que a atividade tecnológica e seus produtos tenham alcançado proporções vultosas e uma profunda complexidade, a tecnologia continua sendo um instrumento humano. Assim, os “maus” efeitos evidenciados ao longo da história, resultantes do uso incontrolado de tecnologias físicas e biológicas e do déficit de tecnologias sociais, poderiam ter sido evitados ou, no mínimo, reduzidos.

Essas percepções acerca da tecnologia moderna revelam não somente as limitações e resultados dos processos desencadeados através de sua operacionalização, como

também a existência de alternativas ainda não realizadas, ou pelo menos, não enfatizadas hegemonicamente, no que se refere ao desenvolvimento tecnológico (Muchnik e Ferré, 1993; Feenberg, 2003). Esses efeitos reforçam a necessidade de um agir diferente, desencadeado pela busca por um desenvolvimento tecnológico compatível com novos valores, pautados na diversidade cultural da sociedade (Brüseke, 2002).

Compreende-se que a origem de uma tecnologia está imbricada a um modo de vida, seja ele ditado por contextos e normas sociais ou em oposição e resistência a essas normas. Tal condição não é diferente no espaço rural. Quando articulada à agricultura, a tecnologia é guiada por determinados estilos de trabalho que são diretamente influenciados por perspectivas e projetos de desenvolvimento rural, no qual estão envolvidos interesses políticos e econômicos de determinados grupos sociais.

O desenvolvimento do meio rural, em especial da produção agrícola, vem seguindo um ritmo descompassado dos processos naturais. De forma cada vez mais intensiva, os processos produtivos vêm se tornando dependentes da introdução de instrumentos tecnológicos que, por mais que otimizem a produção, apresentam limitações e até mesmo mostram-se geradores de prejuízos nas esferas ambiental, cultural e socioeconômica.

Ao passo que a tecnologia é frequentemente empregada no espaço rural sem levar em consideração os contextos locais, consequências desastrosas, não somente para o campo, mas para a sociedade como um todo, vêm emergindo. Bunge (1985a) defende que essa situação não pode ser melhorada com a atribuição de culpa às tecnologias em si e a negação da utilização delas no cotidiano. De acordo com o autor, a combinação, a dosagem adequada e o controle de tecnologias podem ser úteis ao desenvolvimento da sociedade, contanto que sejam guiados por um sistema de valores diferente do qual vêm sendo direcionados.

Efetivamente, tecnólogos, produtores, consumidores e comerciantes possuem diferentes graus de responsabilidade pelas escolhas tecnológicas assumidas para o desenvolvimento do campo e pelas consequências desencadeadas por elas. O cerne do problema está muito mais relacionado aos valores construídos pela sociedade do que aos meios (Bunge, 1985a). Segundo Bunge (1985a) e Herrera (2010), os males do nosso tempo somente tem solução por via da ação social atrelada a tecnologias apropriadas aos contextos nos quais são aplicadas. Entretanto, para que essa ação social seja efetiva, é preciso que a sociedade tenha conhecimento e discernimento das tecnologias que mobiliza em seu cotidiano.

A maioria dos consumidores que percorre os corredores dos supermercados em busca de frutas, vegetais frescos e outros alimentos nem ao menos se dá conta de que os produtos da agricultura ali dispostos, antes de qualquer coisa, vinculam-se a um conjunto de artefatos tecnológicos, resultantes de décadas e séculos de pesquisa e desenvolvimento dedicados ao ajuste e adaptação das características das plantas ao ambiente, conforme os interesses sociais (Thompson, 2009).

Ainda que tal percepção não seja evidente para esses consumidores, tanto para cientistas envolvidos em pesquisas direcionadas a questões agrícolas quanto para agricultores e demais profissionais vinculados à área de produção de alimentos ela ganha distintos nuances. Esses peritos conhecem as características específicas das variedades e cultivares, com vistas a enfrentar as intempéries climáticas, adaptá-las a determinados tipos de solos e a distintos sistemas de exploração agrícola.

Para grande parte desses cientistas, agricultores e profissionais técnicos, dentre outros, a tecnologia está fortemente atrelada à ideia de introdução de técnicas novas no meio rural, seja vinculada a estratégias como a aplicação de determinados agrotóxicos e fertilizantes na lavoura, à mecanização intensiva das atividades, ou mesmo ao desenvolvimento de espécies transgênicas.² Assim, mesmo para esses profissionais, há ainda uma significativa dificuldade de conceber a tecnologia como algo imerso em seu cotidiano há muito tempo, atrelada ao simples ato de lançar uma semente no solo (Thompson, 2009).

Entretanto, as práticas agrícolas que nascem do confronto entre introdução de novas tecnologias e conhecimentos técnicos acumulados correspondem somente a uma face dos diversos domínios de aplicação tecnológica referenciados pelo ofício da agricultura. Além de ferramentas agrícolas óbvias (como foices, tratores e colheitadeiras) e sistemas de cultivo e classificação, que estruturam desde grandes mercados de *commodities* até artefatos originados pelas seleções de agricultores e pela manipulação científica, a base tecnológica da agricultura inclui modos peculiares de organização de grupos de agricultores. Mais amplamente, agrega construtos tecnológicos administrados por agricultores e outros atores (Long, 2007), inclusive voltados à implementação de inovações tecnológicas, elementos geralmente não associados ao senso comum acerca da tecnologia (Muchnik e Ferré, 1993).

Devido justamente a essa complexidade de domínios e configuração tecnológica, é possível afirmar que a agricultura é uma atividade inerentemente ambígua (Thompson, 2009). Tal ambiguidade se dá na medida em que as escolhas que levam à adesão de determinados tipos de agricultura podem exercer influências, tanto positivas quanto negativas, para além do espaço rural. Essas escolhas estão atreladas diretamente a modelos de desenvolvimento que, quando operacionalizados, são capazes tanto de gerar altos custos, em termos de recursos humanos e materiais, como a economia desses recursos (Bunge, 1985a).

2. São denominados de transgênicos os organismos, animais e vegetais, que passaram por processos de alteração do código genético por meio da introdução de uma ou mais sequências de genes provenientes de outra espécie, mediante a aplicação de técnicas vinculadas à engenharia genética. Em particular, no caso dos vegetais transgênicos, sua produção é justificada pelo argumento de que os genes introduzidos, não pertencentes ao genoma original da espécie modificada, poderão lhe conferir novas características, como resistência a determinados herbicidas ou mesmo a produção de substâncias tóxicas a alguns insetos predadores. Já no que se refere aos animais transgênicos, as argumentações para sua existência fundamentam-se na possibilidade de criação de raças maiores e mais resistentes a distintas doenças (Mariconda y Ramos, 2003).

2. O controle social da tecnologia

As transformações tecnológicas que constantemente vivenciamos estão atreladas diretamente a determinadas intenções humanas, visto que sua criação e adequação são resultados da influência de forças político-econômicas, militares e socioculturais em seu desenvolvimento. Tais mudanças não se referem simplesmente a alterações nas estruturas técnicas, mas sim nas estruturas sociais como um todo, que inter-relacionam realidades materiais, simbólicas, cognitivas e institucionais.

Imbrincados a isso, os caminhos da ciência são frequentemente inspirados e influenciados pela tecnologia existente e emergente. Echeverría (2003) mostra que a vinculação estreita e institucional entre a ciência e os interesses econômicos, políticos e tecnológicos ganhou força durante a Segunda Guerra Mundial. Disso resultou o rápido desenvolvimento da indústria voltada à fabricação de armamentos bélicos cada vez mais sofisticados e à expansão dos meios de comunicação e de transporte. Além de marcar esse período, a articulação entre a ciência e tais interesses humanos impulsionou a realização de experiências semelhantes pelos países economicamente desenvolvidos, que se consolidaram em meados da década de 1980.

A maior contribuição das empresas privadas em pesquisas e a informatização das atividades científicas caracterizam a vinculação da ciência à tecnologia e, sobretudo, ao interesse humano pela obtenção de poder. Essa simbiose consiste na pesquisa realizada a serviço de projetos de finalidade prática voltados à indústria, à economia e à política (Brüseke, 2001). Segundo Queraltó (2002), nessa vinculação estreita, a tecnologia deixa de ser instrumento para se tornar uma mediação entre ciência e realidade. Nesse contexto, a dependência de meios tecnológicos para a comprovação de fatos científicos gera demanda para a criação de novas tecnologias, o que vem ocorrendo em um processo de expansão contínuo (Queraltó, 2002).

43

No intuito de produzir um novo medicamento ou uma nova arma, a competitividade de uma mercadoria ou a consolidação de uma política, o conhecimento passa a ser buscado não pelo seu valor intrínseco, ou seja, para um melhor entendimento do mundo, mas pelo seu valor instrumental, para o alcance da finalidade perseguida que demandará novos percursos tecnológicos (Cupani, 2014). Dessa maneira, a articulação entre ciência e tecnologia transcende os limites das comunidades científicas (Latour, 2001). Gera corporações tecnocientíficas sobrepostas às comunidades científicas preexistentes, o que vai modificando não somente a ciência em si, como também a atividade tecnológica, industrial, militar (Echeverría, 2003) e, com isso, as relações do ser humano com o ambiente no qual habita.

O fato da avaliação do conhecimento a ser produzido não responder a puros critérios epistêmicos, mas à urgência de resultados, à competitividade entre empresas e nações e ao lucro, induz ao risco de que o conhecimento resultante seja enviesado. Resultados provisórios impostos pela necessidade de cumprir prazos, dados epistemicamente duvidosos e teorias superadas interferem significativamente nas pesquisas realizadas (Cupani, 2014). Além disso, como o conhecimento gerado pela tecnociência é patenteado, encomendado e especializado, concomitantemente, o que ocorre é uma gradativa depreciação do conhecimento tácito, cuja essência está

na prática e no experienciar de situações (Cassapo, 2004). Deságio que ocorre em prol do protagonismo cada vez maior do conhecimento perito³ dos tecnocientistas (Echeverría, 2003).

O acelerado progresso dessa tecnociência desencadeado no mundo, mais intensamente no século XX, vem ampliando a fragmentação e especialização do conhecimento. A ideia de que as transformações tecnológicas atreladas ao advento da modernidade pudessem eliminar o subdesenvolvimento e as desigualdades sociais no mundo conduziu a uma supervalorização da busca de uma identidade tecnológica ‘moderna’, sem uma perspectiva crítica no que diz respeito ao que se deseja construir e à forma com que se realiza essa construção. A modernidade foi sendo concebida como um valor em si, subtraída toda historicidade de suas especificidades (Almeida, 2009). Processo que vem irradiando consequências a todas as esferas de vida terrestre e que influenciam diretamente nas dinâmicas de trabalho na agricultura e de desenvolvimento rural.

Políticas públicas focando a industrialização geraram fortes intervenções no setor agrícola, em escala global, notadamente no período pós-Segunda Guerra Mundial. O desenvolvimento da agricultura foi subordinado às necessidades do setor industrial, com objetivos estritamente funcionais como, entre outros, fornecer produtos baratos, para alimentar a força de trabalho e abastecer a indústria em matéria prima, tornar-se um mercado para os produtos industriais (infraestruturas, insumos e máquinas), gerar um fluxo de moeda estrangeira pela exportação de produtos, facilitando a importação de insumos para o setor industrial. A industrialização da agricultura e a Revolução Verde se inscrevem neste contexto de intervenções públicas produtivistas.

No caso brasileiro, mais especificamente no espaço rural, o Estado adotou políticas e instrumentos capazes de assegurar o consumo crescente de bens industriais orientados para a produção agrícola. Com auxílio de recursos internacionais, buscou-se reproduzir no país um modelo de desenvolvimento urbano-industrial, que tinha como base a ‘capacitação do homem rural’, a fim de que este passasse a aceitar as mudanças intrínsecas ao modelo em questão. Desde então, a pesquisa e a extensão rural foram voltadas às relações de produção inerentes ao modo de produção predominante e motriz do modelo de desenvolvimento. Ambas estavam fundamentadas na ideia de que a mudança social se daria, como almejado, a partir da introdução de inovações tecnológicas na sociedade (Caporal e Costabeber, 2004).

Os pacotes tecnológicos difundidos no processo de modernização da agricultura foram formulados em centros de pesquisa que priorizaram os interesses de grandes corporações ligadas ao setor agroindustrial. A “modernização conservadora” da agricultura foi acelerada no regime militar, através de créditos altamente subsidiados e concentrados nas elites rurais e na agricultura de exportação, e a construção de infraestruturas de transporte (Baer, 1996, p. 322).

3. Conhecimento embasado em conjunto de códigos técnicos relacionados a uma competência profissional, que influencia em grandes áreas dos ambientes material e social em que vivemos na atualidade (Giddens, 1991).

As instituições de extensão rural foram reorganizadas para realizar transferências de tecnologia, ou seja, divulgar tecnologias de origem industrial da forma mais abrangente possível. As alternativas tecnológicas difundidas buscavam o aumento da produção e da produtividade agrícola por meio do uso crescente de insumos modernos, com destaque para variedades vegetais e raças de animais de alta produtividade, fertilizantes químicos derivados do petróleo (como os nitrogenados) e agrotóxicos, além da intensificação da mecanização (Graziano da Silva, 1982; Almeida, 2009).

Junto a esse contexto, nos anos 1980, o Complexo Agroindustrial Brasileiro (CAI), definido por Müller (1993) como um conjunto formado pela sucessão de atividades vinculadas à produção e transformação de produtos agropecuários e florestais, se consolidou. Assim, movimentou-se todo um circuito de produtos, que vai desde os insumos (equipamentos e matrizes) até o processamento e comercialização. A especificidade dessa integração deu-se ao processo de produção ser organizado industrialmente, de forma que os produtores integrados recebam insumos ou orientações técnicas de profissionais relacionados a uma grande agroindústria, com o objetivo de produção de matéria-prima e, em contrapartida, deviam destinar sua produção para a referida empresa.

Em algumas regiões do país, como o Noroeste Gaúcho, por exemplo, os complexos agroindustriais foram se constituindo uma alternativa de comercialização para a produção leiteira e, em muitos casos, para o acesso ao crédito voltado à aquisição de insumos e aumentar a escala de produção. Se, por uma perspectiva, essa realidade, que ainda se mostra fortemente atual, tem certo caráter estratégico, principalmente, acerca da inserção de alguns agricultores no mercado, outras perspectivas evidenciam limitações e consequências importantes em sua operacionalização. Tendo em vista que a integração nesses complexos exige dos agricultores padrões de produção específicos e a adaptação a pacotes tecnológicos precisos, essa estratégia desfavorece aqueles com características produtivas que não se adequam a tais pacotes. Ademais, gera transformações significativas não somente no modo de vida das populações rurais como também na paisagem como um todo (Haas *et al.*, 2010).

No outro extremo do país, no estado do Pará, recentemente, verificou-se relações entre esses processos de integração indústria e agropecuária, envolvendo, por exemplo, a intensificação da produção de óleo de palma, produto do dendê, e desmatamentos de áreas significativas de floresta amazônica, insegurança alimentar das famílias e a diminuição de sua autonomia nas unidades de produção (Da Mota, Ribeiro e Schmitz, 2019). Corroborando tais reflexões, as pesquisas de Donato de Araujo, Matricardi e Navegantes-Alves (2020), direcionadas ao Nordeste Paraense, revelam que o aumento da produção de dendê nessa região está intrinsecamente ligado ao processo de supressão da vegetação nativa, depredação da biodiversidade e transformação da paisagem. O conjunto dessas experiências coloca em evidência as limitações da industrialização intensiva da agricultura e a sua desconexão dos contextos sociais locais e da ecologia (Van der Ploeg, 1994).

3. Ambiguidade tecnológica em tempos de pandemia

Sobretudo em tempos de pandemia, escancararam-se as insuficiências das escolhas tecnológicas que desconsideram a “natureza sistêmica do nosso mundo: a saúde humana, animal e ecológica” (Nicholls e Altieri, 2020, p.1). Especialistas já mencionam a correlação intrínseca entre aumento exponencial das áreas de monocultivo extensivo no mundo e da utilização de altas doses de agrotóxicos e antibióticos e a geração de mutações em agentes patogênicos, que se adaptam e acometem diretamente os humanos (Scannavino, 2020).

A Amazônia, que perdeu cerca de 800 mil km² de cobertura florestal em 50 anos tornou-se, em sua porção sul e leste, uma paisagem degradada (Marques, 2020). Entre janeiro e abril desse ano pandêmico, pouco mais de 1200 km² de floresta foram destruídos. Um aumento de 55% em relação ao mesmo período do ano anterior, segundo dados divulgados em maio de 2020 pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Nesse cenário amazônico, criam-se condições propícias para um *hotspot* de futuras epidemias e mesmo pandemias (Marques, 2020).

Entretanto, se a incidência viral em nível global apresenta as consequências problemáticas dessas escolhas, acaba também por trazer à tona novas possibilidades tecnológicas para a construção de caminhos distintos daqueles que vinham se configurando até então. O aperfeiçoamento significativo do uso das geotecnologias, por exemplo, vem auxiliando no planejamento de atividades de campo, no desenvolvimento de sistemas de monitoramento da paisagem e no planejamento de estratégias de conservação e preservação dos recursos naturais, sobretudo no cenário amazônico. Ainda concernente a esse tipo de tecnologia, por meio da mobilização de uma “Agricultura 5.0”, intensiva em uso de ferramentas de inteligência artificial, vem sendo possível acumular dados e realizar diagnósticos mais assertivos, desde a forma de plantio à estimativa da produtividade, avaliação nutricional das plantas, detecção de pragas e doenças e com isso reduzir gastos, mas, sobretudo, os prejuízos ao ambiente (Mendes *et al.*, 2020, p. 310).

Em meio a um cenário pandêmico, as tecnologias vão sendo diferenciadas e transformadas a depender dos contextos e interesses vinculadas aos quais emergem. E, de forma expressiva, vêm também ganhando as manchetes de jornais estratégias como: “Agricultores familiares recorrem à tecnologia para garantir vendas durante pandemia”;⁴ “Tecnologia ajuda agricultura familiar a manter as vendas”;⁵ “Com entregas, pequenos agricultores orgânicos driblam crise e veem até aumento de vendas na pandemia”;⁶ “Delivery de cestas de produtos orgânicos e agroecológicos

4. Mais informações em: <https://conafar.org.br/2020/04/17/agricultores-familiares-recorrem-a-tecnologia-para-garantir-vendas-durante-pandemia/>.

5. Mais informações em: <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=106526&tit=Tecnologia-ajuda-agricultura-familiar-a-manter-as-vendas>.

6. Mais informações em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-53357892>.

crece 136% durante pandemia”;⁷ “Cestas da agricultura familiar geram renda e alimentação segura”.⁸

No âmbito específico das tecnologias de informação e comunicação (TIC), distintas iniciativas vêm sendo desenvolvidas estrategicamente pelos agricultores e agricultoras familiares para a superação de adversidades em face da Covid-19. As pesquisas de Zuñiga, Zuñiga e Montilla (2020), que possuem como foco a América do Sul, destacam a utilização, assimilação, compreensão e transformação de plataformas digitais por esses agricultores — como as redes sociais —, de modo a adaptá-las e reinventar seus significados, de acordo às necessidades de comunicação com atores de diferente natureza e de comercialização de seus produtos. Ainda de acordo com essas autoras, as plataformas digitais criam ou fortalecendo redes de cooperação e difusão de informações e conhecimentos. As experiências que embasam as reflexões suscitadas no referido artigo envolvem o uso do Youtube para divulgação de experiências e promoção de produtos da agricultura familiar em Chipaque, Colômbia; a mobilização do Instagram para publicidade de produtos da agricultura familiar da macrorregião dos Picos, Estado do Piauí, Brasil; a aplicação do WhatsApp para o comércio eletrônico no Estado do Sergipe, Brasil; a utilização do sítio web para facilitar a comunicação entre pequenos produtores e consumidores no Chile; e o emprego do site web como loja virtual para a comercialização de produtos da agricultura familiar no Rio Grande do Sul, Brasil.

Ainda que esse tipo de tecnologia esteja facilitando a troca de informações e aprendizados (também por meio das lives, webinários, dentre outros), enfatiza-se aqui sua influência significativa nas iniciativas de comercialização que envolvem sujeitos dos mais variados contextos. Vale mencionar o potencial caráter de retroalimentação que essas experiências de comercialização possuem na configuração de outras tecnologias de cunho produtivo e organizativo pelos agricultores familiares. A procura e o consumo de alimentos frescos, mais saudáveis, estimula a constituição de sistemas produtivos mais sustentáveis, os quais, majoritariamente, estão conectados a formas organizativas mais territorializadas e economicamente mais justas (Medeiros, 2017).

Todavia faz-se importante ressaltar que o uso de tais tecnologias tem respondido em parte à necessidade de encontrar novas formas de comunicação e comercialização que envolvem distintos agricultores familiares. As necessidades desses agricultores são tão complexas quanto suas práticas e lógicas e, assim, as tecnologias de informação e da comunicação podem se tornar um tipo dentre outros tantos tipos de tecnologias necessárias para superá-las, como, por exemplo, as tecnologias de engenharia social, ou seja, as políticas públicas, considerando as características e particularidades de cada território e sistema de produção (Zuñiga, Zuñiga e Montilla, 2020).

7. Mais informações em: <https://www.folhavoria.com.br/geral/noticia/09/2020/delivery-de-cestas-de-produtos-organicos-e-agroecologicos-crece-136-durante-pandemia>.

8. Mais informações em: <https://projetocolabora.com.br/ods12/cestas-da-agricultura-familiar-geram-renda-e-alimentacao-segura/>.

Ademais, é preciso ponderar que o acesso a tecnologias como a de informação e comunicação ainda é bastante limitado no contexto brasileiro, em especial no rural. De acordo com as pesquisas do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação — Cetic (2019), até o ano de realização de seus levantamentos, 20 milhões de domicílios brasileiros não possuíam Internet. Não surpreende que os percentis mais expressivos quanto à falta de acesso à Internet (50%) concentram-se nas classes sociais D-E. Especificamente sobre o espaço rural do país, aproximadamente, 50% dos domicílios ainda não apresentavam acesso à Internet, devido a diversos motivos, dentre os quais se destacam: o valor pago para se ter acesso aos serviços; a falta de conhecimento para o acesso; e a indisponibilidade de Internet na região do domicílio. Ou seja, embora o acesso a esse tipo de tecnologia se mostre potencialmente inovador, ele ainda é bastante restrito a determinados grupos sociais do campo.

4. Como analisar (e apoiar) a contratendência tecnológica emergente no campo?

A reflexão por parte da sociedade acerca das consequências geradas pela transferência e adoção de tecnologias é fator elementar para que as contradições cedam lugar à construção de processos de desenvolvimento sustentáveis no tempo e favoráveis às verdadeiras necessidades locais (Bunge, 1985a; Winner, 1995). Para que tais processos sejam de fato operacionalizados, ressalta-se que, apesar de as experiências exógenas poderem inspirar a incorporação de inovações pontuais nas sociedades rurais, é extremamente importante que as localidades (re)construam suas próprias tecnologias com base em uma perspectiva crítica. Essa é uma condição *sine qua non* para a adequação das tecnologias aos objetivos vinculados a contextos sociais específicos e, conseqüentemente, para o surgimento de processos criativos autênticos e governados (Herrera, 1978).

Nesse sentido, a mobilização do conceito, cunhado por Thomas *et al.* (2008 [1987], p.101), de “sistemas tecnológicos”, se mostra profícua tanto para a compreensão da operacionalização de tecnologias quanto para prospecção de sua construção social. Para esses autores, tais sistemas abarcam componentes destinados a resolver problemas mesclados, complexos. E, para além de tecnologias materiais, incorporam componentes usualmente catalogados como científicos, tais como livros, artigos, o sistema de ensino e programas de pesquisa universitários, artefatos legislativos, tais como leis reguladoras.

Igualmente amparada no intuito de aprofundamento reflexivo acerca da complexidade da construção e operacionalização das tecnologias, a perspectiva da construção social da tecnologia (CST) é aqui reconhecida como instrumento analítico focada aos sistemas tecnológicos. Essa perspectiva foi inspirada na sociologia do conhecimento científico, que realiza uma crítica à sociologia da ciência institucional. A crítica se fundamenta no fato da sociologia da ciência institucional não fazer distinção entre o contexto social e o contexto institucional da produção científica, o que restringe a transformação dos conteúdos da ciência em objeto de análise da sociologia (Bruun e Hukkinen, 2008).

Com o intuito de propor um modelo multidirecional, a CST tem como cerne a compreensão de que esses processos não são estritamente sociais ou puramente tecnológicos, mas sociotécnicos, em sua própria essência, sociais e tecnológicos, simultaneamente (Serafim e Dias, 2010). A abordagem de Pinch e Bijker (1987) assume que a mudança tecnológica se encontra determinada por processos sociais mais do que por qualquer “lógica tecnológica” interna. Os autores argumentam que os critérios da funcionalidade tecnológica possuem uma origem social e, desse modo, colocam em questionamento as explicações “ingênuas” do êxito dos artefatos técnicos. Ou seja, aquelas que afirmam que o critério de escolha pela adoção de novos artefatos técnicos se deve exclusivamente a um melhor desempenho funcional. As análises do desenvolvimento de inovações tecnológicas apontam o papel decisivo de grupos de atores diretamente interessados.

Contudo, Bruun e Hukkinen (2008) acreditam que, para além de uma crítica às explicações comuns sobre o êxito de algumas tecnologias, essa perspectiva também constitui uma teoria acerca da mudança tecnológica. Tal afirmação se baseia no fato dos autores Pinch e Bijker (2008) evidenciarem os processos que estão articulados com as constituições de problemas pela sociedade e as escolhas tecnológicas para a mudança e melhoria de situações problemáticas. Segundo Pinch e Bijker (2008), um problema é definido como tal somente quando há um “grupo social relevante” para o qual um fato se constitui em um problema. Essa perspectiva compreende como grupos sociais relevantes as instituições e organizações, assim como grupos de indivíduos organizados ou não. Ainda de acordo com esses autores, para que um grupo social relevante seja assim identificado, todos os seus membros devem compartilhar o conjunto de significados vinculados a um artefato específico.

49

Medeiros (2017), ao mobilizar tal instrumental teórico à sua análise acerca do contexto do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, identifica a constituição de um novo conjunto articulado de tecnologias, o qual, ainda que apresentando limitações, desencadeia formas de desenvolvimento mais sustentáveis, ancoradas na construção coletiva de conhecimentos. Por meio da investigação, a autora evidencia que, com foco na problemática ambiental, na valorização do conhecimento local e na melhoria da renda dos agricultores familiares vinculados a distintos grupos sociais relevantes, no qual se destaca a Cooperativa Mista de Agricultores Familiares de Itati, Terra de Areia e Três Forquilhas (COOMAFITT), um novo código sociotécnico foi se constituindo por meio de um misto de técnicas tradicionais, guiadas pelo saber-fazer, e tecnologias respaldadas por pesquisas científicas desenvolvidas na região.

Aqui, vale destacar que esse novo código sociotécnico, que poderia ser lido como um sistema tecnológico construído socialmente, é indicado como um agrupamento organizado de tecnologias produtivas que inter-relacionam a aplicação de caldas para controle de pragas e doenças; o preparo de compostos orgânicos para o enriquecimento da fertilidade do solo e a implantação de sistemas agroflorestais (SAF) que combinam espécies arbóreas, frutíferas e madeireiras com cultivos agrícolas e/ou criação de animais, homeopatia, dentre outros. E tecnologias organizacionais, as quais envolvem desde a reconfiguração de uma política pública de desenvolvimento rural, que é o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), até a formalização

de uma cooperativa de agricultores familiares e de um organismo participativo de avaliação da conformidade orgânica (OPAC).

Assim como esse instrumental foi mobilizado para a análise de construções tecnológicas contra-hegemônicas prévias à pandemia, ele se mostra factível de ser utilizado para a compreensão e visibilização de iniciativas inovadoras que estejam emergindo neste momento de pandemia, como, por exemplo, as experiências relacionadas ao uso das geotecnologias ou das TIC mencionadas no item precedente a este. Ou ainda, no entendimento analítico mais aprofundado de episódios que se assemelham àquele vivenciado recentemente no Brasil, entre os meses de agosto e setembro de 2020, que se referiu ao risco de desabastecimento do arroz no mercado interno brasileiro. Nessa circunstância, um grupo social relevante, configurado por produtores deste grão, vinculados a uma (tecnol)ógica produtiva do agronegócio, estimulados pela alta do dólar e, consecutivamente, pelos preços inéditos alcançados por essa *commodity* no cenário internacional, optaram pela destinação total de sua produção ao exterior.⁹ Enquanto isso, outro grupo social relevante, conformado pelo Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), garantiu a doação de 500 toneladas de alimentos em diversas regiões do País, estando entre os itens doados o arroz produzido em sistemas biodiversos por camponeses e camponesas (Wedig; Ramos, 2020).¹⁰ As interpretações distintas por parte desses grupos acerca do artefato agricultura, bem como as consequências das escolhas desencadeadas por essas interpretações, se transformaria em tema central de reflexão da perspectiva de construção social da tecnologia, justamente por tal abordagem possibilitar considerar nesses diferenciados sistemas tecnológicos em torno da produção do arroz os variados interesses, conhecimentos, ideologias e ambiguidades.

50

Não obstante, para além do âmbito de pesquisa dessas experiências, o corroborar das edificações tecnológicas que nos aproximam da configuração de uma sociedade mais empática e sustentável está diretamente correlacionado a nossas escolhas políticas e críticas enquanto sujeitos dessa sociedade. Quer seja no papel de consumidores, mais conscientes e responsáveis, ou de mediadores na facilitação do acesso por parte dos agricultores familiares a, por exemplo, formas inclusivas de assistência técnica e extensão rural, ao mercado institucional de alimentos e mesmo a políticas públicas de transferência de renda.

No quesito da assistência técnica e extensão rural, o apoio à busca coativa de soluções merece destaque como uma das possibilidades de maior integração de propostas teóricas e de ação com foco na simetria dialógica entre agricultores e técnicos-extensionistas (Darré, 2006).

9. Mais informações em: <https://brasil.elpais.com/economia/2020-09-10/inflacao-da-cesta-basica-corroi-bolsos-dos-mais-pobres-e-deixa-bolsonaro-em-alerta.html>.

10. Mais informações em: <https://www.brasildefato.com.br/2020/04/02/mst-doa-12-toneladas-de-arroz-organico-para-combate-a-fome-em-meio-a-pandemia-no-rs> e <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2020/04/em-meio-ao-coronavirus-mst-doa-20-toneladas-de-arroz-organico-para-comunidades-carentes-em-rs-e-sp.html>.

Relativo à facilitação no acesso dos agricultores familiares ao mercado institucional de alimentos, as reflexões de Da Silva *et al.* (2020) auxiliam a robustecer a relevância da mediação social nos processos de divulgação e operacionalização de políticas públicas de desenvolvimento rural a esses agricultores. O texto evidencia a construção de estratégias tecnológicas organizacionais por agricultores familiares, apoiados por nutricionistas, extensionistas rurais, gestores públicos e consumidores, no acesso ao PNAE durante a pandemia. Ademais, coloca em destaque a potencialidade de expansão das compras públicas de alimentos produzidos localmente e, sobretudo, a necessidade de traçar estratégias de desenvolvimento, que possibilitem a famílias em vulnerabilidade socioeconômica o acesso à alimentação de qualidade, por um lado, e a consolidação de mercados construídos socialmente, com e pelas agriculturas familiares amazônicas.

Nos estudos de Amorim, Ribeiro Junior e Bandoni (2020), atreladas diretamente a essa política pública, aparecem aquelas relativas à transferência de renda, com destaque ao auxílio emergencial. Desde a criação da Renda Básica Emergencial (RBE) — Lei nº. 13.982, de 2 de abril de 2020 (Brasil, 2020b) — que prevê a operacionalização desse benefício, este vem se apresentando significativamente importante à manutenção socioeconômica de distintos agricultores familiares em face da pandemia. Segundo pesquisas realizadas por Barbosa e Prates (2020), os resultados do acesso a este auxílio sobre a renda domiciliar *per capita* vêm indicando que a queda teria sido drástica sem a presença da RBE. O benefício da RBE no valor de R\$ 600,00 garante essa renda em todos os cenários de desemprego. Ademais, os autores salientam a relevância de considerar-se que, de um ponto de vista epidemiológico, a RBE tem também um caráter preventivo ao incentivar as pessoas a cumprirem medidas de distanciamento social, evitando, por exemplo, que saiam para trabalhar (no caso de contas-própria) ou buscar emprego. Não obstante a transferência de uma quantia monetária, por um curto período pré-definido (e de recessão), não seja capaz de modificar, de maneira sistêmica, outras formas de privação que incidem particularmente sobre os mais pobres, de um ponto de vista contrafactual, essa engenharia social mostra-se extremamente importante no combate aos agravamentos das crises existentes, sobretudo no contexto rural (Barbosa e Prates, 2020).

À luz do compilado apresentado, é possível reiterar que a mobilização de conceitos e perspectivas complexas, como, respectivamente, o de sistemas tecnológicos e a de Construção Social de Tecnologias, é efetiva na compreensão multifocal de iniciativas emergentes nesse cenário de (pós) pandemia. Para além, tais instrumentais mostram-se operacionais, inclusive, no pautar de ajustes e melhorias na edificação de tecnologias, quer sejam materiais (como as vinculadas diretamente aos sistemas produtivos) ou imateriais (no âmbito organizacional ou de políticas públicas). Entretanto, insiste-se que a visibilização e consolidação de tais contratendências tecnológicas vinculam-se, não somente a esforços analíticos, mas ao dever de cada um de nós como sujeitos críticos e empáticos.

5. Quais os aprendizados e quais as prospecções possíveis para o pós-pandemia?

Este ensaio teórico se propôs a refletir sobre as formas de concepção tecnológica que podem vir a configurar estratégias inovadoras de desenvolvimento rural mais sustentáveis e territorializadas em tempos de (pós) pandemia. Para tanto, apresentou elementos teóricos que abarcaram a concepção da tecnologia de forma não reducionista, mas como complexo de componentes destinados a resolver problemas mesclados, que incorporam, para além das tecnologias materiais, as imateriais.

Dessa forma, salientou-se a importância de compreender como tecnologia, tanto uma estratégia produtiva, como a mecanização das atividades agrícolas, quanto a reconfiguração de uma política pública ou a formalização de uma cooperativa de agricultores familiares. E, ademais, como, inter-relacionadas, essas tecnologias podem configurar sistemas tecnológicos atrelados a múltiplos modos de proceder e interesses que perfazem uma ambiguidade ostensiva, acompanhada de alguma valoração, positiva ou negativa constituída por determinada sociedade.

Referindo-se especificamente ao mundo rural, as reflexões do artigo partem da crítica acerca da estandardização da ciência e tecnologia, resultante do avanço dos processos de modernização, e das desconexões da agricultura aos contextos sociais locais, à ecologia, à conformação de tempo e espaço, à elaboração de produtos de qualidades locais específicas e à família como princípio de organização social. Todavia, apontam que não obstante esse processo de desconexão da agricultura como prática sociocultural tenha predominado na sociedade, nem todos os grupos sociais se mantiveram acríticos aos seus efeitos. Distintos agricultores resistiram de distintas maneiras a esse processo e, ao invés de o vivenciarem como uma desintegração dos seus mundos de vida, transformaram os sistemas tecnológicos que lhes estava sendo posto. Conforme suas necessidades cotidianas e interesses, inter-relacionaram conhecimentos, informações e materialidades, elementos que têm se evidenciado imprescindíveis na edificação de formas de desenvolvimento rural mais sustentáveis e territorializadas, sobretudo, em face das crises avultadas, atualmente, pela pandemia, e de um porvir, ou um pós-pandemia, repleto de indefinições.

Com o propósito de traçar caminhos sugestivos de análise de tais estratégias tecnológicas inovadoras, o esforço desse texto também recaiu sobre a apresentação de um instrumento analítico compreendido aqui como profícuo na apreensão das mudanças tecnológicas. A exemplificação da mobilização da perspectiva da construção social da tecnologia na análise de um contexto empírico do Litoral Norte do Rio Grande do Sul procurou mostrar a relevância da visibilização dessas estratégias por meio de pesquisas mais atentas à complexidade desses sistemas tecnológicos que desviam do modelo hegemônico de desenvolvimento puramente economicista.

Diretamente atreladas à potencialidade dessa perspectiva teórica foram apontados a importância do consumo responsável e consciente, bem como da acessibilidade dos agricultores familiares a formas inclusivas de assistência técnica e extensão rural, ao mercado institucional de alimentos e mesmo a políticas públicas de transferência de renda no corroborar dessas edificações.

Outrossim, esse ensaio indica novas janelas de oportunidade para estudos focados a outras distintas experiências em emergência. Tais janelas exibem horizontes ainda a serem reconhecidos minuciosamente e que se traduzem nas seguintes questões: quem são os grupos sociais relevantes dessas novas edificações tecnológicas que se configuram no rural como desviantes das hegemônicas nesse contexto pandêmico? Quais os atributos lhes são necessários para desempenhar a habilidade de gerar mudanças em relação a um estado de coisas ou curso de eventos pré-existentes? O que leva alguns casos terem sucesso nessa configuração tecnológica e outros não? Que experiências vinculadas à pesquisa-desenvolvimento se mostram catalisadoras desses processos? Como tornar a arquitetura desses sistemas tecnológicos emergentes mais inclusiva?

À das reflexões aqui suscitadas e também das indagações apresentadas, espera-se poder contribuir com a conformação de uma agenda de pesquisa e de mobilização social focada à consolidação de sociedades mais empáticas e sustentáveis, especialmente, no contexto de um amanhã, pós-pandemia, que se delinea apreensivo, mas igualmente esperançoso.

Agradecimentos

Agradecimentos especiais à Philippe J. L. Sablayrolles, que colaborou significativamente para a construção das reflexões aqui contidas.

53

Financiamento

A realização deste artigo se deu vinculada ao projeto “Tecnologia e Inovação Social na Amazônia Oriental: articulando produção e sustentabilidade na consolidação da agricultura familiar quilombola”, financiado por CNPq/MCTIC/MDS, por meio da Chamada 36/2018 - Tecnologia Social.

Referências bibliográficas

Agazzi, E. (1996). Racionalidad teorética y racionalidad práctica. El bien, el mal y la Ciencia (201-227). Madrid: Tecnos.

Almeida, J. (2009). A construção social de uma nova agricultura. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Amorim, A. L. B. De, Ribeiro Junior, J. R. S. e Bandoni, D. H. (2020). Programa Nacional de Alimentação Escolar: estratégias para enfrentar a insegurança alimentar durante e após a COVID-19. Rev. Adm. Pública, 54(4), 1134-1145. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122020000401134&lng=en&nr m=iso.

Barbosa, R. e Prates, I. (2020). Efeitos do desemprego, do Auxílio Emergencial e do Programa Emergencial de Preservação do Emprego e da Renda (MP 936) sobre a renda, a pobreza e a desigualdade durante e depois da pandemia. SSRN, junho. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3630693>.

Brandenburg, A., Rucinski, J. e Silva, P. J. (2008). Os novos atores e o consumo de alimentos ecológicos: a Associação de Consumidores de Produtos Orgânicos do Paraná. *Estudos Sociedade e Agricultura*, 16(1), 54-82.

Brasil (2020a). Decreto Legislativo nº 6, de 2020. Reconhece, para os fins do art. 65 da Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000, a ocorrência do estado de calamidade pública. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/portaria/DLG6-2020.htm.

Brasil (2020b). Lei nº 13.982, de 2 de abril de 2020 Dispõe sobre o auxílio emergencial e dá outras providências. *Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília/DF*. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2020/lei-13982-2-abril-2020-789931-norma-pl.html#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2013.982%2C%20DE%202%20DE%20ABRIL%20DE,import%C3%A2ncia%20internacional%20decorrente%20do%20coronav%C3%ADrus%20%28Covid-19%29%20respons%C3%A1vel%20>

Bruun, H. e Hukkinen, J. (2008). Cruzando fronteras: un diálogo entre tres formas de comprender el cambio tecnológico. Em H. Thomas e A. Buch (Eds.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología*. Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes, pp. 185-216.

Brüseke, F. J. A. (2002). A Modernidade Técnica. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 17(49). Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcsoc/v17n49/a09v1749.pdf>.

Bunge, M. (1985a). *Seudociencia e ideología*. Madrid: Alianza.

Bunge, M. (1985b). *Philosophy of science and technology: part II: life science, social science and technology*. Dordrecht: Reidel.

Cadoná, C. V. (2004). *Movimento dos Pequenos Agricultores — MPA: o novo nasce das estradas (Dissertação de mestrado)*. Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.bdae.org.br:8080/handle/123456789/517>.

Caporal, F. R. e Costabeber, J. A. (2004). *Agroecologia e Extensão Rural Sustentável: Contribuições para a Promoção do Desenvolvimento Rural Sustentável*. Brasília: MDA/SAF/DATER/IICA.

Castro, F. F. (2020). Impactos da Covid-19 sobre os processos comunicacionais: Primeiras observações sobre dinâmicas, impasses e riscos. *Núcleo de Altos Estudos Amazônicos*, Belém, 29(1), 86-101. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/pnaea/article/view/8799>.

Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (2008). Pesquisas e indicadores. Disponível em: https://data.cetic.br/cetic/explore?idPesquisa=TIC_DOM.

Cruvinel, I. B. (2020). Marketing digital em tempos de pandemia. *Gestão & Tecnologia*, 1(30), 54-57. Disponível em: <http://faculadadedelta.edu.br/revistas3/index.php/gt/article/view/57>.

Cupani, A. O. (2004). A tecnologia como problema filosófico: três enfoques. *Scientiae Studia*, 2(4), 493-518. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662004000400003.

Cupani, A. O. (2013). *Filosofia da Tecnologia: um Convite*, v. 1. Florianópolis: Editora UFSC.

Dagnino, R., Brandao, F. C. e Novaes, H. T. (2004). Sobre o Marco Analítico-Conceitual da Tecnologia Social. Em A. E. Lassance Jr. *et al.* (Orgs.), *Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento* (15-64). Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil.

Darré, J.-P. (2002). *A produção de conhecimento para a acção*. Argumentos contra o racismo da inteligência. Lisboa: Instituto Piaget.

Darré, J.-P. (2006). *La recherche coactive de solutions entre agents de développement et agriculteurs*. Paris: GRET.

55

Da Mota, D. M., Ribeiro, L. e Schmitz, H. (2019). A organização do trabalho familiar sob a influência da produção de dendê em Tomé-Açu, Pará. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciênc. hum.*, 14(2), 531-552. Disponível em : <https://www.scielo.br/pdf/bgoeldi/v14n2/1981-8122-bgoeldi-14-2-0531.pdf>.

Da Silva, L. H., Medeiros, M., Tavares, F. B., Dias, I. A. e Das Graças Ferreira Frazão, A. (2020). PNAE en tiempos de pandemia: desafíos y potencialidades para su implementación en el contexto amazónico. *Mundo Amazónico*, 11(2), 17-36. Disponível em : <https://doi.org/10.15446/ma.v11n2.88519>.

Donato de Araujo, C. T., Matricardi, E. A. T. e Navegantes-Alves, L. F. (2020). Trajetórias de desmatamento e de uso do solo em uma região dendeícola na Amazônia oriental. *Confins*, 45. Disponível em: <http://journals.openedition.org/confins/29013>.

Echeverría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. Madrid: FCE.

Feenberg, A. (2003). O que é filosofia da tecnologia? Conferência pronunciada para os estudantes universitários de Komaba, em junho, sob o título de "What is Philosophy of Technology?". Disponível em: <http://www-rohan.sdsu.edu/faculty/feenberg/oquee.htm>.

Giddens, A. (1991). *As consequências da modernidade*. São Paulo: Ed. UNESP.

Graziano da Silva, J. (1982). *A modernização dolorosa: Estrutura agrária, fronteira agrícola e trabalhadores rurais no Brasil*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.

Haas, J. M., Sulzbacher, A. W., Bolter, J. A. G. e Neumann, P. S. (2010). O complexo agroindustrial e a agricultura familiar: além das tradicionais fronteiras. *Informe Gepec*, 14(2), 60-77. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/2380>.

Herrera, A. O. (2010). La generación de tecnologías em las zonas rurales. Em R. Dagnino (Org.), *Tecnología Social: ferramenta para construir outra sociedade*. Campinas: Komedí.

Latour, B. (2001). *A Esperança de Pandora. Ensaio sobre a realidade dos estudos científicos*. Bauru: EDUSC.

Long, N. (2001). *Development sociology: actor perspectives*. Londres e Nova York: Routledge.

Long, N. (2007). *Sociología del desarrollo: una perspectiva centrada en el actor*. México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.

Mariconda, P. R. e Ramos, M. C. (2003). Transgênicos e ética: a ameaça à imparcialidade científica. *Sci. stud. Jun.*, 1(2), 245-261.

56

Marques, L. (2020). A pandemia incide no ano mais importante da história da humanidade. Serão as próximas zoonoses gestadas no Brasil? *EcoDebate*. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2020/05/14/serao-as-proximas-pandemias-gestadas-na-amazonia-analise-de-luiz-marques-ifchunicamp/>.

Medeiros, M. (2017). *Sendas da sustentabilidade no desenvolvimento rural: os passos e os percalços da construção de um novo código sociotécnico (Tese de doutorado)*. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/185604>.

Mendes, C. I. C., Massruhá, S. M. F. S., Maranhão, J. S. A., Ribeiro, P. G. G. e Santos, L. C. X. (2020). O Direito Frente à Digitalização da Agricultura. Em S. M. F. S. Massruhá, M. A. A. Leite, S. R. De M. Oliveira, C. A. A. Meira, A. Luchiarini Junior e E. L. Bolfe (Eds.), *Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas (306-329)*. Brasília: Embrapa.

Muchnik, J. e Ferré, T. (1993). *Technologie Organique, Idées Et Méthodes*. Em J. Muchnik (Coord.), *Alimentation, techniques et innovations dans les régions tropicales (263-293)*. Paris: L'Harmattan.

Müller, G. (1993). Brasil agrário: heranças e tendências. *Rev. São Paulo em Perspectiva*, 7(3), 11-20. Disponível em: http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v07n03/v07n03_02.pdf.

Organización das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (2020). Diálogo con los países de América Latina en periodo de pandemia – marzo y abril de 2020. Red de Alimentación Escolar Sostenible.

Pinch, T. e Bijker, W. (1987). *The Social Construction Of Facts And Artifacts: Or How The Sociology Of Science And The Sociology Of Technology Might Benefit Each Other*. Em W. Bijker, T. Hughes e T. Pinch (Eds.), *The social construction of technological systems: New directions in the sociology and history of technology* (17-50). Cambridge: MIT Press.

Pinch, T. e Bijker, W. (2008). La construcción social de hechos y de artefactos: o acerca de cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse mutuamente. Em H. Thomas e A. Buch (Eds.), *Actos, actores y artefactos. Sociología de la tecnología* (16-62). Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes.

Queraltó, R. (2002). Ética, y sociedad tecnológica: pirâmide y retícula. *Argumentos de Razón Técnica*, 5, 39-83. Disponível em: http://institucional.us.es/revistas/argumentos/5/art_2.pdf.

Scannavino, E. (2020). O apocalipse moderno são as viroses; e o pior está por vir. *Comunicação Jornal Folha de São Paulo*, 20 mar. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/empreendedorsocial/2020/03/o-apocalipse-moderno-sao-as-viroses-e-o-pior-esta-por-vir.shtml>.

Serafim, M. e Dias, R. (2010). Construção Social da Tecnologia e Análise de Política: estabelecendo um diálogo entre as duas abordagens. *Redes*, 16(31), 61-73. Disponível em: <https://biblat.unam.mx/ca/revista/redes-quilmes/articulo/construcao-social-da-tecnologia-e-analise-de-politica-estabelecendo-um-dialogo-entre-as-duas-abordagens>.

Thomas, H., Fressoli, M. e Latouf, A. (2008). Introducción. Em H. Thomas e A. Buch (Orgs.), *Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología* (9-17). Bernal: Universidade Nacional de Quilmes.

Thompson, P. B. (2009). *Philosophy of Agricultural Technology*. Em A. Meijers (Ed.), *Philosophy of Technology and Engineering Sciences* (1257-1273). Elsevier: Amsterdam.

Van der Ploeg, J. D. (1994). La reconstitución de la localidad: tecnología y trabajo en la agricultura moderna. *Prácticas ecológicas para una agricultura de calidad. I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, 423-447. Disponível em: <https://research.wur.nl/en/publications/la-reconstituci%C3%B3n-de-la-localidad-tecnolog%C3%ADa-y-trabajo-en-la-agri>.

Van der Ploeg, J. D. (2008). *Camponeses e impérios alimentares: lutas por autonomia e sustentabilidade na era da globalização*. Porto Alegre: UFRGS.

Wedig, J. C. e Ramos, J. D. D. (2020). Resistências camponesas em tempos de pandemia. *TESSITURAS*, 8(1). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/343262726_resistencias_camponesas_em_tempos_de_pandemia.

Winner, L. (1995). *Citizen Virtues in a Technological Order*. Em A. Feenberg e A. Hannay (Eds), *Technology and the Politics of Knowledge*. Bloomington e Indianapolis: Indiana University Press.

Zuñiga, E. C. C., Zuñiga, N. C. e Montilla, I. A. L. (2020). Agricultura familiar e plataformas digitais no contexto da COVID-19. *Boletim Covid-19 - DPCT/IG n.º 15*. Disponível em: <https://www.unicamp.br/unicamp/coronavirus/agricultura-familiar-e-plataformas-digitais-no-contexto-da-covid-19>.

Como citar este artigo

Medeiros, M. (2021). Tecnologias em tempos de (pós) pandemia: um ensaio focalizado ao mundo rural brasileiro. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 16(48), 35-58.

La producción de conocimiento en contextos agroindustriales de baja capitalización. Desarrollos técnicos en dos cooperativas de mandioca de Misiones, Argentina *

Produção de conhecimento em contextos agroindustriais de baixa capitalização. Desenvolvimentos técnicos em duas cooperativas de mandioca em Misiones, Argentina

Knowledge-Making in Contexts of Low Capitalization Agro-Industry. Technical Developments in Two Manioc Cooperatives in Misiones, Argentina

Ana Padawer, Mauro Oliveri y Ramiro de Uribe **

El objetivo de este trabajo es analizar la producción de conocimiento en torno a procesos técnicos de manufactura agroindustrial en dos cooperativas de mandioca localizadas en Misiones, Argentina. A partir de una metodología de trabajo de campo etnográfico, discutiremos los alcances de la polaridad campo-ciudad en el acceso diferencial a los recursos de conocimiento científico-tecnológico, desplegando las formas en que los cooperativistas rurales de baja capitalización participan de los procesos creativos en torno a la tecnología agroindustrial en interacción con investigadores universitarios, apropiándose de los recursos culturales objetivados en su ambiente inmediato que condensan formas de saber y hacer altamente heterogéneas.

59

Palabras clave: conocimiento; agroindustria; cooperativas; mandioca

* Recepción del artículo: 14/07/2020. Entrega de la evaluación final: 11/11/2020.

** *Ana Padawer*: investigadora independiente del CONICET y el Instituto de Ciencias Antropológicas de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina. ORCID: 0000-0003-4024-4723. Correo electrónico: apadawer66@gmail.com. *Mauro Oliveri*: tesista del Instituto de Ciencias Antropológicas de la Facultad de Filosofía y Letras, UBA. Correo electrónico: olimaujav@gmail.com. *Ramiro de Uribe*: tesista del Instituto de Ciencias Antropológicas de la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA. Correo electrónico: ramiro.deuribe@gmail.com.

O objetivo deste trabalho é analisar a produção de conhecimento sobre processos técnicos de manufatura agroindustrial em duas cooperativas de mandioca localizadas em Misiones, Argentina. Com base em uma metodologia etnográfica de trabalho de campo, discutiremos o escopo da polaridade da cidade de campo no acesso diferencial a recursos de conhecimento científico-tecnológico, mostrando as maneiras pelas quais cooperativas rurais com baixa capitalização participam dos processos criativos em torno à tecnologia agroindustrial em interação com pesquisadores universitários, apropriando-se dos recursos culturais objetivos em seu ambiente imediato, que condensam formas altamente heterogêneas de conhecimento.

Palavras-chave: conhecimento; agroindústria; cooperativas; mandioca

This article aims at analyzing the production of knowledge in the agro-industrial manufacturing processes of two manioc cooperatives located in the province of Misiones, Argentina. Based on ethnographic fieldwork, it discusses the rural-urban polarity in relation to the differentiated access to knowledge resources. It also displays the ways in which rural cooperatives with low capitalization participate in creative processes involving agro-industrial technology, the interaction with researchers and the appropriation of objective cultural resources in their immediate environment that condense highly heterogeneous ways of knowing.

Keywords: knowledge; agroindustry; cooperatives; manioc

Introducción

La provincia de Misiones concentra la mayor cantidad de productores de mandioca de Argentina, que se caracterizan por su baja capitalización. Se localizan principalmente en los departamentos de San Ignacio, General San Martín y Montecarlo, a lo largo del trazado de la Ruta Nacional N° 12, en la margen izquierda del río Paraná. Razones sociohistóricas explican que la producción y manufactura de mandioca se haya ubicado allí: se trata del espacio social colonizado más tempranamente en esta provincia tras la guerra de la Triple Alianza (1864-1870), donde el cultivo de esta raíz tuberosa se desarrolló a partir de las tradiciones agrícolas indígenas, adoptadas por los criollos y colonos de ascendencia europea que se establecieron desde fines del siglo XIX y durante la primera mitad del siglo XX.

Los *mbyà-guaraní* contemporáneos reconocen una tradición de consumo de mandioca fresca (*mandi'o*) y numerosos alimentos elaborados en base al almidón, mientras que las familias criollas que actualmente se autoidentifican como “gente de la colonia” la utilizan como parte de la alimentación cotidiana. La elaboración artesanal o mecanización precaria del almidón, y en menor medida de la harina, fueron mecanismos tempranos de capitalización de algunas familias de colonos durante las primeras décadas del siglo XX (Gallero, 2013), oficiando de complemento a la comercialización de yerba mate, que sigue siendo el producto agrícola emblemático de la provincia.

Por su carácter de cultivo multipropósito, la mandioca ocupa actualmente un lugar de importancia creciente en los programas sociales de desarrollo agrícola del noreste argentino. Además de ser alimento de autoconsumo en fresco, la harina y el almidón han devenido producto étnico *gourmet* y orientado a celíacos. El almidón se utiliza en las industrias alimenticia, farmacéutica, textil y recientemente biotecnológica, ya que sus modificaciones son base para la elaboración de biopolímeros compostables y degradables como sustituto de los plásticos derivados del petróleo.

Como parte de estos desarrollos recientes, en 2014 se creó en la provincia una entidad de segundo grado: el Clúster de la Mandioca Misionera (CMM), que reúne a cooperativas, empresas familiares y organismos públicos para promover el cultivo, la manufactura y la comercialización de esta raíz tuberosa. El organismo facilitó el vínculo para que en 2017 dos cooperativas mandioqueras comenzaran a trabajar con instituciones universitarias: en un caso, para incorporar en sus procesos técnicos la manufactura de harina; y en otro, para desarrollar biopolímeros.

La primera de las cooperativas, ubicada en la localidad de Roca Chica, San Ignacio, reúne actualmente a 155 socios, mayoritariamente productores primarios, entre los cuales 95 cultivan mandioca para la venta. Su comercialización fue una de las actividades iniciales de la cooperativa, complementada por la venta de yerba mate y la elaboración de alimento balanceado para animales de granja. Si bien funciona formalmente desde 2005, varios de sus socios fundadores trabajaban en interlocución con técnicos de la Agencia de Extensión Rural del Instituto Nacional de Tecnología Agrícola (INTA) de Santo Pipó desde algunos años previos a su conformación.

En los últimos años, la cooperativa de Roca ha procurado agregar valor al producto primario aumentando su durabilidad poscosecha mediante la incorporación de distintas técnicas de conservación de las raíces que le permiten insertarse en el mercado con mayores márgenes de ganancia que la venta en fresco sin procesamiento. El primer desarrollo técnico fue la comercialización de mandioca fresca procesada con Tiabendazol, un compuesto químico con propiedades fungicidas que desaceleraba la descomposición de las raíces. A partir de ese primer ensayo, la mecanización progresiva de la cooperativa de Roca permitió aumentar el margen de ganancia, y en ese proceso sus socios se fueron iniciando en diversos procesos técnicos de manufactura automatizada tales como el parafinado, trozado, lavado, pelado, envasado y refrigerado de raíces, los cuales implicaron la incorporación de nuevas máquinas, en algunos casos adquiridas en el mercado, y en otros diseñadas por ellos mismos (Padawer, 2018).

La segunda cooperativa está localizada en Garuhapé (Departamento General San Martín), y es reconocida como uno de los establecimientos productores de fécula de mandioca más importantes de la provincia. Con más de 50 años de trayectoria, esta cooperativa se ha caracterizado por un desarrollo sostenido de técnicas para diversificar y mejorar su producción de almidón (Kuhn, 2016). Mediante sucesivas vinculaciones con organismos estatales, investigadores universitarios y la observación de los complejos industriales de fécula en Brasil, la planta industrial de la cooperativa ha ido adquiriendo nuevas máquinas, desarrollando procesos técnicos y reformando su infraestructura e incluso su localización, procesos que fueron avalados mediante una dinámica asociativa activa y permanente reflejada en el balance social efectuado en ocasión de su aniversario (González, San Bartolomé, Witzke y Scherf, 2014). A diferencia de otras cooperativas que combinan su producción de almidón con yerba mate, forestación y conservas, esta asociación se dedica exclusivamente a la mandioca: su sostenido énfasis en la especialización técnica sobre la raíz le permitió establecerse como la primera industria de fécula de mandioca modificada, siendo actualmente la principal empresa en el rubro a nivel nacional.

Las cooperativas misioneras de mandioca han tenido históricamente vínculos con los técnicos del INTA, pero la creación del clúster, patrocinada por el Ministerio de Agroindustria de la Nación, permitió que se desplegara una serie de financiamientos y proyectos de innovación tecnológica de mayor intensidad, además de relaciones más fluidas con las universidades. Este contexto institucional facilitó que las cooperativas se vincularan con docentes e investigadores de las Facultades de Ingeniería y Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (UBA), quienes emprendieron las labores de diseño y desarrollo requeridos por las cooperativas. De Ingeniería participaron docentes y estudiantes que realizaron sus trabajos finales profesionales en ingeniería mecánica e industrial, y de Ciencias Exactas un laboratorio dedicado a la investigación sobre materiales compuestos con trayectoria en el tema.

La construcción de una maquinaria termomecánica para la elaboración de harina demandada por la cooperativa de Roca y la modificación de almidones para la elaboración de films compostables que interesaba a la cooperativa de Garuhapé son procesos técnicos muy distintos. Sin embargo, ambos pueden ser analizados en conjunto como fenómenos de aprendizaje situado (Lave y Wenger, 2007), ya que

los sujetos sociales implicados producen conocimiento a partir de su participación crecientemente experta en comunidades de práctica estructuradas a partir de la realización de cierta actividad, por más abstractas que sean las cuestiones conceptuales que las articulan.

Los aprendizajes situados que protagonizan estas comunidades de práctica en Misiones son relevantes porque las instituciones de baja capitalización en los espacios rurales han sido poco estudiadas en términos de innovaciones técnicas, ya que son concebidas como ámbitos de sociabilidad técnica estáticos y tradicionales a los que se les transfieren conocimientos producidos en los espacios urbanos, dinámicos y modernos, estrechamente vinculados al agronegocio de alta capitalización. En la antropología esta dicotomía tiene una fuerte raigambre, ya que las prácticas agrícolas ritualizadas de las sociedades definidas como tradicionales y campesinas, así como las ontologías fundadas en el compromiso a las que están asociadas, fueron descritas en contraposición a las formas modernas y occidentales de entendimiento que derivaron en el naturalismo científico (Padawer, 2019).

Estos contrastes no fueron patrimonio de la antropología, ya que la estructura de sentimiento del pensamiento social moderno se ha fundado en una persistente mirada retrospectiva hacia una sociedad “orgánica” y “natural” idealizada, presentada como contrapunto a la crisis ambiental y social atribuida al industrialismo urbano (Williams, 2001, p. 135). A través de los casos analizados es posible debatir estas idealizaciones que subyacen como trasfondo ideológico en la ambientalización de los conflictos sociales (Leite Lopes, 2006), problematizando en particular el vínculo humano con la naturaleza derivado de la agroindustria de baja capitalización. De esta manera, es posible mostrar cómo los productores de mandioca intervienen de manera activa, creativa y no exenta de conflictos en la producción tecnológica, con la especificidad dada por cada espacio institucional de prácticas donde ellas tienen lugar.

63

La discusión de la dicotomía entre los conocimientos teóricos y prácticos ha sido uno de los temas que más ha interesado a la antropología en el marco de los estudios de la ciencia y la tecnología. En el plano local-regional se ha analizado por ejemplo cómo el diálogo de pescadores artesanales y los biólogos ha generado una yuxtaposición ontológica por la cual los primeros se reinventan como conservacionistas estratégicos de animales prestigiosos, cuyo potencial simbólico se extiende a su proceso de trabajo (Carman y Gonzalez Carman, 2016). Otros refirieron cómo las prácticas de (re)diseño por parte de cooperativas de cartoneros involucran la experimentación sensomotriz con los materiales descartados y la producción de conocimientos a través de la palabra, el cuerpo y las emociones, de manera que los cooperativistas se posicionan como actores expertos en la gestión y tratamiento sostenible de residuos industriales (Carenzo y Schmukler, 2018). Una crítica feminista del conocimiento tecnocientífico ha analizado las técnicas de bordado en sus implicancias sobre las formas de hacer, las materialidades que posibilitan la labor y el propio cuerpo, donde la noción de cuidado permite revisar las jerarquías entre quienes coproducen tecnología a partir del reconocimiento de afectos y contactos en las relaciones de interdependencia (Pérez Bustos y Márquez, 2016). Estos trabajos, entre otros referidos a actividades muy diversas, proporcionan herramientas para discutir las formas que asumen en la región las dicotomías entre lo teórico y lo práctico, lo mental y lo corporal, lo tradicional y lo moderno.

1. Enfoque conceptual y metodología

La tradición teórica funcionalista clásica definió el concepto de comunidad en las ciencias sociales como una entidad homogénea, ligada a las relaciones cara a cara y permanentes en el tiempo, donde los cambios sociales obedecen a la influencia externa que genera procesos de pérdida cultural o aculturación por reemplazo de un rasgo cultural propio por uno externo. Para Lave y Wenger (2007), influidos por la teoría de la *praxis* marxista, las relaciones de experticia generadas dentro de una comunidad de práctica son inherentemente conflictivas: los roles de novatos y expertos que se despliegan en su interior no son fijos, sino que dependen de las relaciones intersubjetivas e históricas, articuladas a partir de las habilidades que se adquieren progresivamente sobre cierta actividad.

Siguiendo a Haraway (2015) y Carman y Gonzalez Carman (2016), es posible afirmar que las relaciones que se establecen dentro de una comunidad de práctica no incluyen solamente a humanos, sino que involucran a otras especies: mandiocas, gentes, insectos y bacterias intervienen en las técnicas agronómicas y las manufacturas. De manera análoga, e incorporando a Ingold (2013), las comunidades de práctica incluyen los materiales con los que los humanos nos vinculamos a lo largo del tiempo: mientras conocemos progresivamente el entorno, mediante un proceso de redescubrimiento guiado, vamos transformándolo mediante las tareas en curso.

Esta aproximación conceptual permite debatir con las visiones tecnocéntricas que suponen que el conocimiento generado en ámbitos universitarios es “adaptado” a los legos (Feito, 2005), en este caso las cooperativas mandioqueras en tanto usuarias prácticas de un saber abstracto producido en otro lugar. A través del caso de estudio mostraremos cómo las perspectivas *top-down* producen una visión simplificada del proceso de producción de conocimiento científico-técnico. Este implica consensos y conflictos definidos situacionalmente, protagonizados por sujetos heterogéneos que participan más centralmente en los mundos de la ciencia, la producción y el consumo, pero que se encuentran en mutua e intensa interconexión (Pérez y Bustos, 2016).

Por motivos similares, conviene discutir las ideas románticas que proponen la recuperación de un conocimiento popular/práctico/campesino/indígena entendido como ontológica, epistemológica y metodológicamente inconmensurable respecto del de la ciencia (Carenzo y Schmukler, 2018). Los procesos de conocimiento de sujetos que se identifican como indígenas, campesinos o actores de la economía popular no obedecen a una forma homogénea de percibir y apropiarse de los recursos culturales objetivados en el entorno (Rockwell, 2005), ya que la cultura es un condensado de tradiciones sedimentadas e incoherentes: las formas populares de entender el mundo no están desconectadas de las formas científicas de abordarlo.

Pensar a los sujetos como hacedores prácticos de conocimiento sobre el mundo implica cuestionar la atribución de fronteras entre ciertos colectivos con la capacidad de producir tecnología, mientras otros no la comprenden y solamente pueden utilizarla. Los actos de producción de tecnología implican intervenciones políticas donde sujetos heterogéneos en sus competencias, poder y acceso a recursos culturales objetivados, realizan diseños o elecciones técnicas recurriendo a la experiencia. Por ello, la eficacia

técnica no se limita a una mejor performance en términos materiales, sino también sociales, resultado de un encadenamiento causal de actuaciones de sujetos que interactúan configurando sistemas sociotécnicos en transformación continua, abiertos y desordenados, resultado provisorio de fuerzas ejercidas por sujetos con posiciones e intereses divergentes (Mura, 2011, pp. 101-102).

Cualquier técnica que resulta de tales sistemas —sea gesto, artefacto, herramienta o maquinaria de mayor o menor complejidad— es traducción o representación física de esquemas mentales aprendidos a través de la tradición que definen cómo funcionan, se deben hacer y usar las cosas (Lemmonier, 2006, p. 28). Las tradiciones y los esquematismos son procesos simbólicos en cambio permanente, que derivan y a la vez orientan la materialidad de las prácticas, lo que permite discutir las oposiciones entre mente y cuerpo que subyacen en las nociones comunes sobre la ciencia aplicada, las formas de hacer o las técnicas.

En un análisis sobre elecciones técnicas conviene recordar que provienen del reconocimiento humano de los problemas que se da durante la producción de cosas concretas, no antes (la idea de planificación en posiciones mentalistas del conocimiento) ni después (los análisis de las consecuencias de cierta tecnología desde posiciones centradas en la ideología). La importancia de atender al aprendizaje sobre las técnicas radica en que permite a la humanidad aprender de sí misma, porque existe en relación con la cultura material que crea de modo cotidiano mediante la artesanía, que es la habilidad de “hacer las cosas bien” (Sennet, 2008). La técnica puede ser entendida así como un asunto social e histórico, donde hacer las cosas bien implica enfrentar patrones conflictivos de excelencia mediante “la mano y la cabeza” que proporcionan, en conjunto, la conciencia de los materiales propia del artesano. Por eso el desarrollo de las habilidades abstractas incluye prácticas corporales, y viceversa.

65

Las formas de hacer que se consolidan en una tradición no son necesariamente las respuestas más lógicas y racionales a un problema técnico, sino resultado de elecciones entre opciones conflictivas donde incide significativamente la consistencia entre la novedad y el sistema tecnológico preexistente. Una tecnología “nueva” es adoptada cuando se ajusta materialmente a prácticas existentes y logra ser entendida, esto es: descifrada, apreciada y ubicada dentro del conocimiento local. Este proceso de entendimiento sucede progresivamente mediante adaptaciones que estabilizan las competencias y responsabilidades alrededor de la técnica incorporada, incluyendo habilidades corporales. Las invenciones se basan en la reorganización de elementos existentes en la cultura material local, pero implican una ruptura en las formas tradicionales de hacer y producir cosas, para lo cual dependen de un constante desarrollo que transforme ese descubrimiento inicial en una técnica usual (Lemmonier, 2006, p. 67).

Con este enfoque conceptual, en 2016 iniciamos un trabajo de campo etnográfico en las dos cooperativas ya presentadas, en el marco de una investigación más extensa sobre conocimiento agrícola en Misiones que se remonta a 2008. Realizamos observaciones participantes y entrevistas con los socios y técnicos de las cooperativas, así como con los universitarios involucrados en los dos proyectos

de referencia. Los materiales de campo fueron registrados en audio y video, y los resultados preliminares fueron discutidos por los participantes de los proyectos en varias oportunidades, lo que permitió precisar procesos técnicos sobre los que no estábamos suficientemente familiarizados.

2. Resultados

2.1. De la raíz a la harina

La venta a granel a mayoristas o almidoneras proporciona márgenes ajustados de ganancias; por ello, la cooperativa de Roca se propuso agregar valor a sus productos envasando al vacío las raíces de mandioca, ya que su preprocesamiento, empaquetado y conservación en frío permite comercializarlas a un precio mayor, durante un período más prolongado y en centros urbanos alejados. Inicialmente uno de los socios, junto con su hijo, dueño de un taller mecánico, construyeron una lavadora y una secadora; la cooperativa adquirió en el mercado una peladora, una bastonera y luego una envasadora al vacío para completar el proceso.

La lavadora es la máquina por la que se inicia el proceso de envasado y actúa por rozamiento: consiste en una batea rectangular que contiene otra similar en su interior, confeccionada con una malla de metal y sujeta a un motor mediante una manivela. El contenedor principal se llena de agua, mientras que en el más pequeño se colocan las raíces recién cosechadas que, al agitarse, quedan liberadas de la capa exterior de la misma. Para los socios, la eficacia técnica (Mura, 2011) de la lavadora es relativa: si bien ha facilitado a la cooperativa el proceso de eliminación de tierra y el despellejado inicial de las raíces, este proceso debe completarse de manera manual por operarios que quitan con cuchillos los restos de “piel” más fuertemente adheridos.

Luego las raíces son introducidas en la secadora, una cinta sin fin que atraviesa un túnel metálico en cuya parte superior se encuentra un ventilador, generándose un flujo de aire constante que extrae la humedad de la mandioca mediante evaporación. Este artefacto es imprescindible porque las raíces peladas por rozamiento se deterioran con rapidez, pero para los socios su eficacia técnica también resultó limitada: debido a los altos niveles de humedad ambiente en Misiones, la temperatura generada por el ventilador resulta insuficiente y —lo que es aún más complejo de resolver— produce un elevado nivel de ruido. La cooperativa adoptó su uso complementándola con una serie de ventiladores domésticos móviles, pero intenta emplear este aparato con la menor frecuencia posible.

Luego del pasaje por la lavadora y secadora, las raíces son introducidas sucesivamente en la peladora y la bastonera, que fueron adquiridas en el mercado brasileño. La peladora consiste en una caja de acero inoxidable con un orificio en la cara superior, en la que se introduce la raíz atravesando un sistema de cuchillas giratorias que quita la segunda capa de piel y proporciona una forma cilíndrica uniforme a cada raíz. Se trata de un proceso de alta eficacia técnica para la apariencia del producto a comercializar, pero genera un 20-30% de rezago. Dado que se ajusta materialmente al producto pretendido y permite realizar el proceso con facilidad y

rapidez, la peladora fue adoptada inmediatamente por la cooperativa. Sin embargo, su incorporación impuso la necesidad de desarrollos posteriores (Lemmonier, 2006), en este caso para procesar los rezagos mediante la construcción de una prensa y una secadora. La bastonera consiste en una caja de acero inoxidable similar a la anterior, que genera dos tipos de corte: trozos cilíndricos uniformes o bastones. Para los socios su eficacia técnica es completa, ya que no produce desperdicios, ruidos molestos, ni requiere tareas manuales complementarias. Finalmente, la envasadora consiste en una cámara de vacío en la cual se introduce una bolsa de plástico conteniendo las raíces peladas y trozadas; el dispositivo extrae el aire contenido en el interior del envase y sella térmicamente su apertura. La adopción de la envasadora requirió una serie de desarrollos adicionales como la construcción de una sala “limpia” para el envasado (condición sanitaria para obtener permisos de comercialización nacional), así como un proceso artesanal de elecciones técnicas sobre insumos y materia prima para que el proceso estuviera “bien hecho” (Sennet, 2008). Por un lado, los socios ensayaron disminuir el grosor de los films a utilizar para el empaque, porque el requerido en la información técnica de la máquina tenía un costo elevado; por otro lado, experimentaron con los procesos de precocción de las raíces a envasar, aspecto sobre el que no tenían instrucción alguna: particularmente aquí, “las manos y las mentes” de los socios debieron interaccionar de manera fluida para testear el “punto justo” de conservación de las raíces en el empaque.

Si bien el proceso que se realiza en la cooperativa de Roca no es continuo (se procesa todo el stock en una máquina y luego se pasa a la otra; en ocasiones se realizan dos procesos sucesivos), con la puesta en funcionamiento de las cinco máquinas los socios confirmaron que el rezago producido por la peladora reducía significativamente los márgenes de ganancia. Fue así como ciertos recursos culturales objetivados en su ambiente inmediato (Rockwell, 2005) mostraron su importancia: los socios de la cooperativa recordaron visitas a ferias del sector mandiocero en Brasil y se propusieron elaborar harina para adicionar a las mezclas de alimento balanceado que ya producían, y de esa manera compensar las pérdidas de materia prima.

67

2.2. Haciendo ingeniería inversa

Los socios de la cooperativa de Roca viven en su mayoría en sus chacras (minifundios) y suelen desplazarse solo localmente, aunque algunos viajan semanalmente a la capital de la provincia para vender sus productos en ferias municipales. Contactaron a los universitarios a través del vínculo con el INTA, y el CMM fue el marco institucional para que se solicitaran modestos financiamientos para los diseños que requerían.

La mandioca es un producto poco conocido en Buenos Aires, por lo que los universitarios comenzaron un proceso de exploración sistemático, pero también doméstico, para conocer en la experiencia las raíces. El diseño y la construcción de la prensa y secadora fue definido por los docentes como un trabajo de ingeniería inversa, ya que se trataba de un proceso analítico de un sistema que se realiza cuando no se dispone de la documentación de los diseñadores, para de esta manera poder identificar los componentes, sus interrelaciones, y crear representaciones que los sustituyan (Chikofsky y Cross, 1990). Los estudiantes de ingeniería realizaron una caracterización inicial de la harina de mandioca para establecer el producto esperado

y comenzaron a trabajar con sus profesores en la identificación de los componentes de las máquinas a diseñar, utilizando para ello las especificaciones técnicas que les proporcionaron los socios de la cooperativa que habían participado en ferias agroindustriales del sector mandioquero en Brasil.

Luego de elegir un modelo adecuado, los universitarios comenzaron a diseñar adaptaciones en función de la cultura material local: en particular problematizaron la energía disponible (pellets de madera *versus* gas) y los componentes económicamente accesibles para la cooperativa (acero inoxidable *versus* hierro). Desde su tradición de conocimiento disciplinario, las herramientas fundamentales eran los cálculos, planos y ensayos; dado que los esquematismos derivan de prácticas materiales (Lemmonier, 2006), las tareas realizadas en el taller de la universidad resultaron necesarios para probar los primeros diseños elaborados por los estudiantes. Sin embargo, los ensayos de laboratorio no resultaron suficientes: en una conversación que se desarrolló camino a la cooperativa en septiembre de 2018, un estudiante daba cuenta de las sucesivas etapas de este proceso de aprendizaje situado (Lave y Wenger, 2007), señalando que “conociendo la granulometría del producto final” habían notado que las pruebas de la prensa no conducían el resultado esperado, por lo que necesitaban entender mejor la cadena operatoria “donde encaja la prensa”. A la caracterización teórica la materia prima, el ensayo en el taller de la universidad y la prueba de los diseños con programas simuladores necesitaban agregarle una apreciación directa y sensible de los insumos y procesos involucrados.

68

Los interrogantes en el proceso de ingeniería inversa fueron múltiples, pero entre ellos se recortaron la caracterización precisa de la materia prima (insumo y producto) y la secuencia del proceso (prensa-secadora-molienda). La observación *in situ* de los rezagos en sus dimensiones, nivel de humedad y resistencia se volvió relevante porque evitar el deterioro poscosecha de las raíces en el traslado de la materia prima para los ensayos implicaba un costo elevado. A esto se sumaba una aproximación poco precisa al resultado de la molienda y el encadenamiento de tareas que completaba el proceso a escala industrial en la cooperativa: los procesos cognitivos que podían realizarse a distancia mediante conversaciones e imágenes que circularon entre socios y universitarios fueron complementados por procesos perceptivos y experienciales *in situ* que resultaron decisivos para el entendimiento de la cadena operatoria.

2.3. La primera etapa de la comunidad de práctica en la cooperativa de Roca

En la comunidad de práctica (Lave y Wenger, 2007) que se fue constituyendo en distintos espacios y momentos para construir la prensa y la secadora, se pusieron en juego las tradiciones de conocimiento propias de cada espacio institucional, con sus lógicas de trabajo específicas en términos de relaciones cognitivas y sensitivas con los materiales y procesos. Desde la tradición científica, en un primer momento los ingenieros solicitaron a la cooperativa ciertos datos para caracterizar los rezagos, que eran comunicados mediante conversaciones telefónicas o virtuales en las que utilizaban términos de su disciplina para definir magnitudes como “densidad”, “volumen”, “fuerza” y “resistencia” que derivaban de principios teóricos de mecánica y termomecánica ya estudiados en otras de sus aplicaciones.

Por su parte, los socios de la cooperativa de Roca conocían de manera experiencial las características de la materia prima desperdiciada, que las descripciones verbales y las fotos no podían reemplazar. Estas conversaciones a la distancia les resultaban innecesarias porque consideraban que la construcción de las máquinas no requería cálculos ni planos: era “lo más fácil que hay”. Este proceso de diseño, que ya habían utilizado en otras oportunidades, implicaba “copiar” máquinas exhibidas en las ferias del sector, identificando y ensamblando componentes de los que conocían sus propiedades mecánicas y térmicas porque “las habían visto funcionar”. A esta etapa le seguía su comprobación y corrección apreciando los problemas de la máquina en uso, método que ya habían utilizado para equipar la planta (con resultados dispares, si se compara la lavadora y la secadora de cinta).

La comunidad de práctica que se construyó en torno al diseño de la prensa y la secadora implicó que estas tradiciones de conocimiento se ensamblaran, generándose consensos y disensos (Feito, 2005) que se articulaban mediante la respuesta concreta a distintos interrogantes. Las elecciones técnicas sobre la secuencia de la molienda, por ejemplo, se fueron orientando por el ajuste material con el sistema preexistente (el proceso de envasado y el molino disponible), pero también mediante la estabilización de competencias y responsabilidades en el nuevo contexto sociotécnico que incluiría ahora la manufactura de harina.

Este proceso de definición de conocimientos y compromisos en la actividad no se restringió a un momento final de “adopción” de la tecnología, sino que incluyó al desarrollo de los artefactos mismos (Lemmonier, 2006). En este caso, los universitarios debieron otorgar mayor espacio a la experiencia sensible en las elecciones técnicas necesarias para el diseño, mientras que los socios de la cooperativa postergaron su participación plena (Lave y Wenger, 2007) al momento de construir las máquinas, donde debieron ejercitarse en la traducción de planos y esquemas provistos por los universitarios en vez de “copiar” máquinas en funcionamiento.

69

En los encuentros de los participantes de la comunidad de práctica en la sede de la cooperativa, realizados en septiembre de 2018, se pudieron apreciar estas adaptaciones en el proceso técnico de conocimiento “con la mano y la mente” (Sennet, 2008) por parte de los distintos actores. Las preguntas cuantitativas y abstractas de los ingenieros urbanitas sobre las características de los rezagos se respondieron de manera práctica y sensible cuando el socio que había diseñado la lavadora y secadora de cinta preexistentes les mostró cómo se pelaba la mandioca de manera manual, acompañado por explicaciones del técnico del INTA y señalando que:

“... la mandioca que se hace acá para consumo fresco se diferencia muy fácilmente porque tiene la cáscara rosada (...) Tiene cascarilla negra y cáscara rosada (...) Normalmente las fábricas eliminan la cascarilla a través de un proceso de lavado con rozamiento (...) Después está la cáscara, que es la que yo elimino cuando la voy a consumir como fresco, que con eso justamente quieren hacer el balanceado” (cooperativa de Roca, septiembre de 2018).

En esta etapa del diseño, el socio de la cooperativa se posicionó como experto en un proceso de redescubrimiento guiado sobre el material que era objeto de transformación, lo que fue aceptado por el resto de los participantes porque se estructuró de una forma coherente con la forma de aprender y enseñar las propiedades materiales del objeto en ese espacio institucional de prácticas. Las explicaciones verbales sobre el proceso de pelado y trozado realizadas con anterioridad en distintas comunicaciones virtuales habían resultado infructuosas porque el método expositivo-argumentativo que los ingenieros esperaban no se ajustaba a la lógica de construcción de conocimiento experiencial de los socios, que pudo desplegarse con mayor eficacia mediante la copresencia.

Si esta comunidad de práctica atravesó distintas situaciones a lo largo de dos años, el momento de copresencia de universitarios y socios en la cooperativa de Roca resultó especialmente relevante porque permitió el despliegue de conocimientos prácticos que habían sido subordinados a los esquematismos abstractos en el inicio. Esta emergencia permitió que los participantes compartieran una distinción conceptual sobre el material que había sido implícita hasta el momento: los rezagos se denominaban en las conversaciones previas como “la piel” de la mandioca, pero en la ejecución de las actividades se pudo explicitar que los socios hacían una distinción entre la capa externa (“casarilla”) respecto de una capa interna de la raíz (“cáscara”), así como precisar que la noción de “rezago” incluía dos materiales distintos: la “cáscara” y las “puntas”, aspecto que modificaba sustantivamente el volumen de los desperdicios.

70

La copresencia permitió desplegar el proceso de adaptación mutua en las responsabilidades de diseño y construcción de las máquinas (Carenzo y Schmukler, 2016), que se produjo mediante algunas explicitaciones sobre el proceso ya realizado (lo que había hecho cada quien), pero sobre todo se puso en acto en la interacción entre universitarios y socios: los primeros presentaron avances en el diseño y formularon preguntas que fueron respondidas por los segundos, quienes a su vez realizaron sugerencias a los ingenieros en base a su experiencia, ya que como señaló el futuro constructor:

“... esa prensa que hice yo para los chips de leña no hace tanta fuerza (...) lo que van a hacer ustedes ya es distinto (...) Lo que se puede hacer es llevar mandioca y probar ahí, en esa máquina del aserrín [que hice] (...) El dueño de la fábrica de madera me llevó a Oberá, a ver en una empresa como era la prensa (...) Yo miré e hice esta (...) Lo que más me costó fue el tacho para el aserrín, porque tiene que ser fuerte y que se abra. Eso me costó pillarle, porque el que el tipo tenía allá era re distinto” (cooperativa de Roca, septiembre de 2018).

En el diálogo anterior, ingenieros y socios trataban de entender y resolver el problema del contenedor para la prensa (“pillarle”), atendiendo a las experiencias del constructor y las indagaciones de ingeniería inversa realizadas hasta el momento. La primera instancia de encuentro cara a cara precisó los roles en la comunidad de práctica (Lave

y Wenger, 2007) hasta la etapa de cierre de los diseños, donde los universitarios pasaron a ocupar el lugar de expertos y protagonistas centrales de la actividad.

2.4. La segunda etapa de la comunidad de práctica en la cooperativa de Roca

La concreción del primer encuentro cara a cara también anticipó los roles para la segunda etapa, marcada por un segundo viaje en octubre de 2019 donde los ingenieros entregarían los planos y materiales para que los socios se encargaran de la construcción de la prensa y la secadora, realizando los ajustes necesarios que contemplaban, implícitamente, la autonomía creativa del constructor.

Cuando esta etapa se concretó las tradiciones de conocimiento se pusieron en juego nuevamente, ya que en esta oportunidad la expectativa de los ingenieros radicaba en exponer argumentativamente los diseños ante el constructor, de forma tal que éste pudiera interpretarlos antes de dar paso a la fabricación de las máquinas. Los universitarios plantearon la planificación abstracta como un momento previo de resolución de problemas técnicos, mientras que para el constructor los interrogantes iban a surgir en el armado, ya que “no va a estar nada fácil (...) al ir armando ahí hay que ir viendo cómo va a ir quedando. Una cosa son los papeles y otra cosa hacerlo, los detalles”. Ante esta inquietud, uno de los ingenieros propuso “hacer una maqueta con 3D, de plástico, así no hace falta pensar mucho. Los detalles van a estar en los planos, no en la maqueta, pero él [el constructor] ya se fija” (cooperativa de Roca, octubre de 2019).

Entender los planos como instrucciones universalmente válidas y precisas implica compartir una tradición de conocimiento que privilegia lo cuantitativo y abstracto, expresada en este caso en las propuestas del ingeniero. En el momento en que la comunidad de práctica pasó a ser articulada desde una tradición diferente, donde se pondera lo práctico y sensible para “hacer las cosas bien”, el socio constructor expresó el trabajo artesanal de “la mano y la cabeza” a partir del problema de la identificación de los detalles constitutivos del diseño que, tal como advierte Sennet (2008), se iban a desplegar en la construcción misma, y no antes.

Las diferentes tradiciones de conocimiento de cada espacio institucional también se evidenciaron en la argumentación respecto de las elecciones técnicas propuestas por los diseñadores: mientras los ingenieros confiaban en los cálculos numéricos para decidir las dimensiones del material que iba a estar expuesto al calor directo en la secadora, el constructor fundamentó sus dudas a partir en la experiencia previa en un artefacto de similares características:

“El fuego pega en esta chapa, ¿no es cierto? Por debajo. ¿Y cuánto fuego necesita eso? (...) Porque el horno que yo hice allá [para un socio de la cooperativa]... le puse un hierro de como siete milímetros... más grueso que aquél [previsto en los diseños de la secadora] (...) Se dobló. El hierro trabaja con el calor, se va a hacer [hizo una seña con sus manos dibujando una onda descendente]... o habría que... no sé, soldando un perfil abajo...” (cooperativa de Roca, octubre de 2019).

Por lo dicho hasta aquí, la comunidad de práctica que se desplegó para el diseño de la prensa y la secadora implicó dos etapas claras y diferenciadas, marcadas por la centralidad de los esquematismos y la experiencia sensible respectivamente, que se desplegaron a partir del rol central de ingenieros y constructor en cada una de ellas. Los acuerdos provisorios que permitieron completar los diseños, con el interrogante abierto sobre su eficacia técnica, se verificarían cuando el sistema sociotécnico abierto, desordenado, con posiciones divergentes, pudiera ponerse efectivamente en funcionamiento, y se pudiera allí evaluar su performance material y social (Mura, 2011).

Si bien el diseño abstracto contempla “en teoría” la resolución de todos los problemas técnicos, el hecho de que la construcción implique una tarea artesanal que combina “mano y mente” permite la resolución “en la práctica” de los detalles conceptuales no anticipados. Si los espacios de sociabilidad técnica propios de la universidad y la cooperativa de Roca se distinguen entre sí a partir de tradiciones propias, la conexión cognitivo-sensible en la producción de conocimiento es reconocida implícitamente por los sujetos que comparten la comunidad de práctica, lo que permite articular ambos contextos institucionales mediante actividades en común: por eso el ingeniero confía en las manos del constructor para resolver los detalles, y el segundo en los cálculos del primero para el diseño integral. Estos aspectos en común, así como las divergencias, pueden apreciarse con mayor claridad en el siguiente caso analizado.

2.5. De la raíz al almidón

72

La cooperativa de Garuhapé se destaca por su producción de “almidón nativo”, premezclas de puré deshidratado, harina y chipa (panificado tradicional de la región), pero además por ser el establecimiento más reconocido en la elaboración de “almidón modificado” en base a mandioca en el país. Algunos de sus socios viven en las chacras, mientras que otros residen en la ciudad de Puerto Rico, bautizada como la capital provincial de la industria.

El mercado que esta cooperativa ha construido para el almidón modificado está compuesto principalmente por la industria alimenticia (aditivos para hamburguesas y embutidos) y, en menor medida, en la indumentaria (adhesivos para hilados y textiles) y el papel (aglutinante y encolados). Los productos son elaborados a partir de demandas que recibe un ingeniero a cargo de la comercialización en Buenos Aires, mediante desarrollos efectuados por un equipo técnico propio que trabaja en la planta industrial.

Las raíces de la mandioca son transformadas en primer lugar en almidón “nativo”, mediante una labor que incluye el lavado, pelado, desintegración, tamizado, sedimentación y secado totalmente mecánicos, que se realizan actualmente en unos 30 minutos. La construcción y equipamiento de la fábrica implicó dos etapas diferenciadas: en la primera (1966-1979) intervinieron numerosos técnicos, socios y empresas proveedoras locales, especialmente de la zafra tucumana donde se adquirió maquinaria usada de gran porte. La segunda etapa (1980-2020) está marcada por un incendio acontecido en 1979 en la zona del secadero, tras lo cual se renovó de manera integral el edificio y las máquinas, varias de las cuales se adquirieron en Brasil

en distintas ocasiones. Los almidones modificados comenzaron a elaborarse en 1992, con asesoramiento de una empresa química de Buenos Aires (Kuhn, 2016).

El técnico encargado del departamento de calidad, investigación y desarrollos de la cooperativa describe así la etapa inicial del proceso de elaboración de almidón en un documental institucional:

“Las raíces provenientes de las plantaciones se reciben libres de hojas y estacas, evitando que permanezcan en espera más de 14 horas antes de su elaboración (...) por medio de un transportador de banda sinfín, pasan de las tolvas hasta un elevador que las deposita en el lavador-pelador (...) que se divide en dos secciones, una parte para la eliminación de tierra y arena, y otra parte para la eliminación de la piel. Solamente se remueve la capa exterior tuberosa, sin remover la capa interna de la corteza puesto que ésta presenta entre el 8% al 15% del peso total de la raíz, y tiene una cantidad de almidón de aproximadamente la mitad del núcleo de la misma” (documental de la cooperativa de Garuhapé, s/f).

El proceso de lavado y pelado de las raíces de mandioca que realiza la cooperativa de Garuhapé es similar al de la cooperativa de Roca, pero en este caso la mecanización es completa y el proceso de “raspado de la cascarilla” resulta más eficiente: las raíces son rociadas con agua mientras pasan por una carcaza atravesada por un eje con paletas de madera que las mantienen en movimiento para su limpieza, a la que sigue el pelado a través de paletas de hierro con nervaduras que provocan el rozamiento. Es importante recordar que a partir de este tramo del proceso sus objetivos son distintos: en la cooperativa de Garuhapé conservan las “cáscaras” por su alta concentración de almidón, mientras que en la cooperativa de Roca constituyen la parte principal de los rezagos del envasado al vacío.

73

En Garuhapé, luego del lavado y pelado las raíces caen por gravedad desde la peladora a un equipo cortador, del que salen “picadas” en trozos de aproximadamente unos 30 mm de espesor. Este proceso es monitoreado por un operario que corrige la disposición de la entrada de raíces, siendo uno de los dos únicos tramos de la cadena operatoria realizada en el interior del edificio de la cooperativa donde el tránsito de las raíces es acompañado por la mano humana: el otro momento es al final del proceso, cuando el almidón es empaquetado.

Luego del pasaje por el equipo cortador, las raíces son conducidas mediante un transportador “de tornillo” al equipo desintegrador, que opera mediante un raspado de cuchillas que se mueven a alta velocidad produciendo una “pasta”. Tanto el desintegrador como todos los equipos subsiguientes están contruidos en acero inoxidable, debido a que “la mandioca posee entre sus componentes un glucósido cianogénico que mediante el proceso de hidrólisis libera ácido cianhídrico. Este ácido, en presencia del hierro, forma ferrocianuro y le confiere a la fécula una coloración azulada” (documental de la cooperativa de Garuhapé, s/f), cuestión que se debe evitar, ya que una de las cualidades más apreciadas del almidón es su blancura, según explica el técnico.

Después de la desintegración, la pasta es enviada a la etapa de extracción donde se separa el almidón de la celulosa mediante tamizados sucesivos. Se trata de zarandas rotatorias cónicas con aberturas decrecientes, donde la pasta de almidón es introducida en el centro del cono por un tubo y se desplaza hacia la base por la fuerza centrífuga, mientras es irrigada con agua. La pasta lavada abandona el último extractor con un alto porcentaje de agua y un bajo contenido de almidón, conformando un material que es conocido popularmente como “lechada”, término que proviene del período en que el almidón se manufacturaba de forma doméstica.

La lechada de almidón contiene “impurezas” (proteínas, grasas, azúcares y pequeñas partículas de celulosa), que son extraídas en la etapa de refinado mediante una serie de sedimentadores centrífugos (“ciclones separadores de arena”). Se trata de contenedores cilíndricos donde se inserta un flujo de aire a alta velocidad desde el extremo superior y más ancho, generando que en el extremo inferior y más estrecho se extraiga por una parte la fase pesada (almidón) y, por otra, la fase liviana (agua e impurezas solubles). Al almidón se lo deposita en un tanque al que se le adiciona agua sulfurosa para evitar los procesos de descomposición, a la vez que se logra que el material se desplace con mayor facilidad.

El almidón refinado es bombeado para la etapa de secado, que inicia la eliminación de gran parte de agua mediante un filtro de vacío. Se trata de un cilindro con perforaciones recubierto por un paño colocado dentro de una cubeta que, al girar, hace que el almidón se adhiera al mismo eliminando gran parte del agua. El cilindro es raspado por una cuchilla que se encuentra en la parte inferior de la cubeta y de esa manera el almidón (que ahora contiene un 40-45 % de agua) cae a una cinta transportadora a tornillo que lo conduce a un “secadero *flash*”. En Garuhapé, la etapa del filtrado de vacío es sometida a un gran cuidado en términos de seguridad e higiene, porque el almidón vuelve a estar en un espacio abierto: se trata de una sala donde los operarios no interaccionan con el material, pero monitorean visualmente el proceso utilizando vestimenta exclusiva para este espacio.

El “secadero *flash*” evapora rápidamente el agua mediante la exposición del almidón a una corriente de aire caliente, tras lo cual el polvo es refrigerado inmediatamente utilizando “ciclones de enfriamiento”, que controlan el contenido de humedad. Finalmente el almidón pasa por un nuevo tamiz y se conserva en un silo, que, mediante un sistema de paletas, remueve su contenido de manera permanente para que el embolsado pueda efectuarse en función de las necesidades, para lo cual los operarios utilizan una empaquetadora semiautomática.

En función de la demanda, ciertos lotes del almidón nativo son destinados a la elaboración de almidones modificados, para lo cual disponen de un espacio específico en la planta con sus correspondientes silos, así como un laboratorio químico equipado a tal efecto. Las recetas de los almidones modificados son cuidadosamente guardadas bajo secreto industrial por la cooperativa de Garuhapé: los más comercializados son el CMA, el almidol y el lucetex gel (industria textil), el AF 115 (industria frigorífica), y el ACAT (papel).

2.6. Haciendo biotecnología

La cooperativa de Garuhapé se conectó directamente con la universidad, luego de que varios medios de comunicación publicaran artículos sobre una investigadora premiada por su labor en estudios sobre polímeros biodegradables en base a almidones modificados en Buenos Aires. Este contacto inicial se fortaleció cuando el CMM comenzó a recibir financiamiento y conectar a actores técnicos y cooperativas, proporcionando el marco institucional tal como había acontecido a menor escala con la cooperativa de Roca.

La lana, el almidón o la celulosa son polímeros (macromoléculas) naturales, pero a finales del siglo XIX aparecieron los primeros polímeros sintéticos, donde se destacaron los plásticos derivados del petróleo. Los biopolímeros son materiales que se desarrollaron con posterioridad, buscando materiales ambientalmente sustentables. La mandioca se ha convertido en uno de los principales insumos utilizados a nivel mundial para tales fines (Trujillo Rivera, 2014; González Seligra, 2019), por lo que para la cooperativa de Garuhapé resultaba un producto estratégico para continuar liderando los desarrollos de almidón modificado.

En la comunidad de práctica que se estableció entre la cooperativa y el laboratorio universitario, la creación de un material nuevo dependía de una caracterización más precisa de las propiedades del almidón de mandioca elaborado en la cooperativa, que disponía de un laboratorio modesto, para luego desarrollar conjuntamente distintas técnicas químicas como el hidrolizado (degradación en un medio acuoso), la acetilación y esterificación (adhesión de éteres o acetilos mediante catálisis), que tendrían lugar dentro de la planta industrial o en el laboratorio.

75

A partir de una reorganización de elementos existentes en la cultura material local —consistentes en una serie de técnicas industriales propias de los plásticos convencionales como la extrusión, el calandrado y el soplado—, el propósito era producir películas de almidón modificado que superaran los problemas de hidrofilia, baja resistencia mecánica y retrogradación, para poder ser utilizados como envases biodegradables (González Seligra, 2019).

A diferencia del caso anterior, donde la ingeniería inversa se planteaba problemas técnicos que tenían una solución satisfactoria y accesible disponible en el mercado, en las modificaciones del almidón los dos contextos institucionales de prácticas —el laboratorio universitario y el de la planta industrial— estaban investigando el material de base, mediante procesos técnicos que habían desarrollado cada uno de ellos con autonomía:

“En otros desarrollos nosotros partíamos de un *know how* previo, y se trataba de hacer una extrapolación del desarrollo a una cosa nueva. En el caso de esta cooperativa es distinto, ellos vienen con una enorme cantidad de almidones modificados con los que nosotros no habíamos trabajado nunca (...) por eso si bien sabíamos hacer los films, se nos planteó una cosa nueva” (directora del laboratorio de la cooperativa de Garuhapé, marzo de 2019).

Al proponerse el trabajo en colaboración, estos procesos de conocimiento sobre el material y sus transformaciones químicas debían ensamblarse, con la dificultad de que la práctica convencional del secreto industrial y las patentes explicitan parcialmente los procesos técnicos para proteger intelectualmente los desarrollos (Vessuri, 2002). Este proceso de explicitación parcial de los procesos técnicos desarrollados en cada espacio suele resolverse mediante acuerdos de confidencialidad, un recurso normativo habitual para transitar los conflictos cotidianos en torno a intereses comerciales que atraviesan las prácticas de conocimiento con sus especificidades en el ámbito productivo y académico. Debido a que se trataba de un proyecto de economía social, en este caso los universitarios y los cooperativistas obviaron el acuerdo comercial legal y trabajaron a partir de la confianza mutua que generaba una institución en la otra, explicitando parcial y progresivamente sus procesos.

2.7. La primera etapa de la comunidad de práctica en la cooperativa de Garuhapé

Iniciados los intercambios, la cooperativa envió al laboratorio en Buenos Aires sus muestras de almidones modificados, seleccionando entre las opciones disponibles una serie de productos basados en esterificaciones del almidón nativo. Además, agregaron un lote que presentaba modificaciones específicas, solicitadas previamente por las investigadoras del proyecto en función de los estudios académicos en curso. Esos ensayos en un laboratorio industrial permitían acortar un camino en el “escalado”, ya que:

76

“... cuando viene la cooperativa y me ofrece la materia prima, y me ofrece hacer algo que yo no puedo hacer y tiene *expertise* (como es generar almidones derivatizados en este caso), para mí es genial (...) Por ejemplo una cosa que cambia mucho las propiedades del almidón es si vos lo esterificas, ellos aparentemente eso lo pueden hacer en el laboratorio; entonces yo les puedo pedir ciertas modificaciones, la cooperativa es [como la etapa que podría hacer] mi químico, [pero la hacen] a nivel industrial, lo que es espectacular para mí porque quiero hacer un desarrollo aplicado” (investigadora principal en laboratorio de FCEN, marzo de 2019).

Una vez arribadas las muestras al laboratorio universitario, las distintas féculas fueron sujetas a nuevos procedimientos de medición de sus propiedades y modificaciones fisicoquímicas complementarias a las ya mencionadas (hidrólisis y acetilación), tras lo cual el material fue probado en una “extrusora monotornillo”: se trata de un conducto atravesado por un cilindro metálico recortado de manera helicoidal que gira en forma continua. Al introducir el material termoplástico bajo presión y a altas temperaturas, se obtiene así un tubo o cinta homogénea que puede ser moldeada. La eficacia técnica de este artefacto era restringida: le daban un uso intensivo y con frecuencia debían repararla; pero el problema principal radicaba en que las fábricas de plástico trabajan con “extrusoras doble-tornillo”, por lo que las simulaciones de laboratorio resultarían incompletas.

A la extrusión le seguía el paso por la calandra, máquina que se basa en una serie de rodillos de presión que permiten formar una hoja lisa de material (films). Los

límites presupuestarios habían llevado a que los técnicos del laboratorio universitario construyeran una calandra a partir de una vieja fotocopiadora, que aún con una eficacia técnica limitada (Mura, 2011) por su carácter reconvertido, les permitía efectuar sus ensayos. Con la idea potencial de elaborar bolsas, en el laboratorio universitario también experimentaron con la sopladora, artefacto que aplica aire a presión con la finalidad de termoformar el plástico. Trabajando con los recursos culturales disponibles, objetivados en máquinas de pequeña escala y refuncionalizadas, el laboratorio universitario consideraba estos ensayos de extrusión, calandrado y soplado como proceso básico para el “escalado” a nivel industrial, asumiendo que luego se necesitarían nuevos desarrollos y adecuaciones de acuerdo con la aplicación concreta (Lemmonier, 2006), entre las que se contaban la elección de elaborar “bolsas camiseta” o cajas “coateadas” con un film hidrofóbico.

2.8. La segunda etapa de la comunidad de práctica en la cooperativa de Garuhapé

En la medida en que los envíos de almidones modificados de la cooperativa de Garuhapé no obtuvieron los resultados esperados en los ensayos del laboratorio universitarios, los protagonistas comenzaron a dialogar de manera periódica y virtual sobre los procesos técnicos que venían realizando. A diferencia de la cooperativa de Roca, aquí la comunidad de práctica estaba integrada por actores que compartían una tradición de conocimiento propia del contexto científico. Sin embargo, las dificultades técnicas hicieron evidente que las explicitaciones mutuas respecto de los esquematismos, en este caso las formulaciones de los procesos químicos, habían sido escasas e insuficientes hasta el momento.

77

El problema técnico más mencionado era la hidrofilia: el material obtenido debía ser lo suficientemente resistente a la humedad para que una vez laminado en la calandra “no se pegara”, para lo cual habitualmente se realizan procesos de acetilación o esterificación del almidón, reconvirtiendo sus propiedades mecánicas y térmicas. Así lo expresaba la directora del laboratorio universitario a su par de la cooperativa, en una conversación virtual en julio de 2019: “... [con] los almidones [que nos enviaron] no estamos logrando tener uno con alta hidrofobicidad. Quería preguntarte si podemos hacer algo con un alto grado de esterificación, porque cuando yo mido los almidones tienen un nivel muy bajo”.

Desde su constitución, en esta comunidad de práctica (Lave y Wenger, 2007) había una delimitación clara de los universitarios como expertos que organizaban el proceso de transformación del almidón, requiriendo muestras a la cooperativa y recurriendo a formas de producción de conocimiento propias de la tradición científica: revisión de la literatura, ensayos, consulta de patentes, producción de artículos y tesis. Las dos primeras formas eran también utilizadas por los técnicos de la planta industrial, aunque en menor medida. Al identificar un problema técnico persistente (la hidrofobia), los participantes de la comunidad de práctica debieron estabilizar competencias y responsabilidades (Lemmonier, 2006) en torno al proceso de esterificación, que tenía lugar en ambos contextos de manera sucesiva, conversando sobre los procesos de trabajo.

Como las elecciones técnicas que se realizaban en cada caso eran desconocidas para los interlocutores, los procesos artesanales de “mano y mente” (Sennet, 2009) que conducían a la esterificación no se ajustaban a las prácticas materiales preexistentes en la contraparte. Esto se volvió evidente cuando la responsable del laboratorio en la universidad comentó al técnico de la planta, en julio de 2019, que el método de esterificación que habían ensayado “pegándole” ácido esteárico al almidón continuaba produciendo un material hidrofílico. A lo que el técnico respondió: “Para elevar el grado de sustitución y que no absorba humedad hay que trabajar a altas temperaturas; la fécula de mandioca trabajando a más de 50 grados gelifica y nos complica el secado, nosotros tenemos una secadora tipo flash, por eso no podemos levantar más temperatura”.

La reflexión sobre el secado constituyó un indicio para que la investigadora notara que los procesos de esterificación eran distintos: en el caso de la cooperativa utilizaban como base agua, mientras que en la universidad la base era anhídrido acético con ácido esteárico. En la comunidad de práctica se había establecido implícitamente que los técnicos del laboratorio de la cooperativa y la universidad podían realizar los procesos de esterificación de manera autónoma y ser complementados; la persistencia del problema técnico de la hidrofobicidad demostró que necesitaban establecer consensos (Feito, 2005) en el procedimiento, para que los procesos fuesen consistentes.

78

Como en esta comunidad de práctica el secreto industrial y las patentes son constitutivas, ciertos procedimientos técnicos se asumen naturalmente como opacos y se acepta socialmente que resulten poco explicitados hasta cierto punto, aun a costa de que el desarrollo técnico se complique por desconocer los procesos realizados por los otros actores. En el proceso de consistencia que se inició en esta etapa de la comunidad de práctica, fue necesario realizar traducciones mutuas en torno a las jergas, como las unidades de medida en torno a la viscosidad que en la cooperativa se registraba en grados Baumé (en referencia a una disolución acuosa de cloruro de sodio, que se utiliza en distintas industrias), mientras que en la universidad los cálculos se realizaban en gramos por litro.

Poner en juego la jerga, en tanto lenguaje técnico compartido, permitió que en la performance de esta comunidad de práctica se tradujeran esquematismos y habilidades corporales. En el ejemplo anterior, si bien el técnico del laboratorio estableció una correspondencia mediante una tabla de conversión señalando que “23 grados Baumé está en alrededor de 450 gramos por litro más o menos”, la investigadora reaccionó anticipando una imagen mental diferente, resultado de sus experiencias previas: “Pero entonces tenés un montón de sólidos, no te queda una lechada sino una cosa bastante viscosa”, a lo que otro investigador replicó mostrando el carácter desordenado, abierto y divergente de los sistemas sociotécnicos en funcionamiento (Mura, 2011): “Si te vas arriba de 50% (de almidón) ya te vas a un fluido no newtoniano, así que eso debe estar todavía líquido, porque tiene bastante más agua que almidón. Tiene 55% de agua y 45% de almidón”.

En la explicitación verbal y abstracta de los procedimientos de laboratorio que realizaban mutuamente, se expresan correspondencias con magnitudes ligadas a la

percepción visual y táctil (viscosidad, lechada), cuyo correlato numérico no resultaba suficiente para lograr una caracterización precisa de manera inmediata. En otra etapa del proceso que atravesó la cooperativa de Garuhapé, algunas de estas discrepancias se resolvieron de manera práctica cuando la investigadora visitó la planta industrial y el laboratorio, mientras que el técnico de la planta pudo apreciar, a través de exámenes sensoriales (Perez Bustos y Marquez, 2016), el material obtenido.

Por lo dicho hasta aquí, la comunidad de práctica que se desplegó para la modificación de almidones también implicó dos etapas claras y diferenciadas, marcadas en este caso por un comienzo de explicitación mutua de los esquematismos y la experiencia sensible que estaban en curso en cada uno de los espacios institucionales de práctica: la cooperativa y el laboratorio. Los roles centrales de los científicos permanecieron a lo largo de las dos etapas, pero se requirieron acuerdos provisorios para que los procesos técnicos realizados de manera autónoma fueran consistentes.

El diseño abstracto de las transformaciones químicas contempla la anticipación “en teoría” de los problemas técnicos, pero las modificaciones resultan una tarea artesanal que combina “mano y mente”, donde la resolución de las inconsistencias surge durante el quehacer mismo, poniéndose en juego conceptos y experiencias sensibles de vínculo con el material que retroalimentan la formulaciones de los procesos abstractos. Si bien los espacios de sociabilidad técnica propios de la universidad y la cooperativa de Garuhapé no se distinguen entre sí a partir de tradiciones propias, la conexión cognitivo-sensible en la producción de conocimiento no es reconocida por los sujetos con la misma centralidad.

79

Conclusión

Los estudios sobre la producción de conocimiento en la agroindustria se han focalizado en los desarrollos ligados al capital concentrado, que en las últimas décadas ha transformado la tecnología agrícola de manera acelerada a nivel mundial. Los aprendizajes que se producen en espacios agroindustriales de baja capitalización han sido poco estudiados por su escasa incidencia en los PBI, pero también porque el espacio rural suele considerarse como un ámbito de sociabilidad técnica estática y tradicional, al que se le transfieren conocimientos producidos en los espacios urbanos, entendidos como dinámicos y modernos.

En este trabajo analizamos cómo los investigadores y productores agrícolas poco capitalizados participan en espacios de desarrollo tecnológico sobre la mandioca y su transformación: en un caso para convertirla en harina, en otro para convertirla en un bioplástico. Las comunidades de práctica, que se organizan para construir una prensa-secadora y para modificar el almidón, necesitan elaborar acuerdos provisorios para caracterizar el material (materia prima y producto) y también para que los procedimientos técnicos de los distintos espacios institucionales se ajusten a las prácticas materiales preexistentes y sean mutuamente entendidos.

Ese entendimiento implica definiciones abstractas, traducciones de jergas y compartir experiencias sensoriales, ya que “hacer las cosas bien” desde el punto

de vista técnico necesita de “la mano y la mente” para resolver los interrogantes a medida que se van planteando, apelando a los recursos objetivados en cada espacio institucional de prácticas, así como a tradiciones de conocimiento que revisten cierta especificidad, aunque sean heterogéneas y los sistemas sociotécnicos que las expresen sean en rigor abiertos, desordenados y divergentes.

En su estudio sobre el diseño e implementación de un sistema de transporte, Latour señaló que, mientras era proyecto, no era objeto, y cuando fue concretado ya no era objeto, sino una institución. Una pieza o maquinaria nunca se vuelve objeto si por ello entendemos una técnica que está aislada de su contexto social (2006, pp. 823-824). En ese sentido, los proyectos de la prensa-secadora y los procesos de los almidones modificados no se pueden entender fuera del marco institucional que los producen, así como los resultados (los rezagos devenidos harina y el almidón devenido biomaterial) también lo constituyen.

El análisis de estos procesos de aprendizaje situado en estas comunidades de práctica permite desplegar malentendidos (como el caso de la piel, la cascarilla y la cascara en la prensa-secadora) y opacidades naturalizadas (como en el caso de la esterificación de los almidones) que se verifican en procesos de entendimiento cognitivo-experiencial de los materiales y procesos intervinientes. También permite mostrar que, si bien estas actividades pueden estar situadas en espacios urbanos y rurales, se encuentran intensamente conectadas a través de la participación central o periférica de los sujetos en los distintos ámbitos institucionales de práctica: experiencias propias del ámbito rural se recrean en el taller universitario, inscripciones y diagramas elaborados por ingenieros son enviados para su análisis por los mecánicos o técnicos de la cooperativa.

Los obstáculos en los procesos de desarrollo tecnológico no se deben a que haya científicos y prácticos que vean el mundo de manera distinta, representando al “mundo urbano moderno” y el “mundo rural tradicional” respectivamente, sino a que el problema de la construcción del conocimiento técnico es un proceso artesanal que une mentes y cuerpos en relaciones humanas, entre especies y con los materiales con los que nos vinculamos a lo largo del tiempo. Mientras conocemos progresivamente nuestro entorno, vamos transformándolo mediante las tareas en curso: la resolución de los problemas técnicos provienen de estos procesos indisolubles de hacer y aprender.

Financiamiento

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo de los siguientes subsidios: Proyecto UBACyT (20020160100065BA): “Experiencias formativas, actividades productivas y relaciones con el territorio en poblaciones indígenas y migrantes de Argentina”. Programación 2017/2020 de la SECyT de la Universidad de Buenos Aires. Proyecto PICT (2014-3262): “Educación en contextos interculturales: transmisión de conocimientos sobre actividades productivas y construcción de la memoria en poblaciones indígenas y migrantes”. Programación 2015-2018 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Proyecto PIP CONICET (11220130100801):

“Procesos de identificación en poblaciones indígenas y migrantes: construcción social de la memoria, territorio y formación de las jóvenes generaciones”. Programación 2014-2017.

Bibliografía

Carenzo, S. y Schmukler, M. (2016). Hacia una ontología política del diseño cartonero: reflexiones etnográficas a partir de la experiencia de la cooperativa Reciclando Sueños (La Matanza, Argentina). *Revista Inmaterial*, 2(5). DOI: 10.46516/inmaterial.v3.46.

Carman, M. y Gonzalez Carman, V. (2016). La fragilidad de las especies: tensiones entre biólogos y pescadores artesanales en torno a la conservación marina. *Etnográfica*, 20(2). Disponible en: <http://journals.openedition.org/etnografica/4333>. DOI: 10.4000/etnografica.4333.

Chikofsky, E. y Cross, J. (1990). Reverse Engineering and Design Recovery: A Taxonomy. *IEEE Software*, 7, 13–17. Recuperado de: https://www.eecs.yorku.ca/course_archive/2007-08/F/6431/Chikofsky.pdf.

Feito, M. C. (2005). Antropología y desarrollo rural. Contribuciones del abordaje etnográfico a los procesos de producción e implementación de políticas”. *Avá - Revista de Antropología*, 6, 1-26. Recuperado de: <http://www.ava.unam.edu.ar/index.php/ava-23>.

81

Gallero, M. C. (2013). Agroindustrias familiares en Misiones. Fábricas de ladrillo y almidón de mandioca de alemanes-brasileños (1919-2009). *Población y Sociedad*, 20(1), 15-30. Recuperado de <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/pys/article/view/675>.

González, L., San Bartolomé, J. C., Witzke, F. y Scherf, M. (2014). Balance Social Cooperativo de la Cooperativa Agrícola e Industrial San Alberto Limitada. Puerto Rico: Centro de Acción, Desarrollo e investigación en Cooperativas y Mutuales.

Gonzalez Seligra, P. (2019). Nanocompuestos de base almidón con aplicaciones en envases biodegradables (Tesis de doctorado en ciencias físicas). Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Recuperado de: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/85686>.

Haraway, D. (2015). Anthropocene, Capitalocene, Plantationocene, Chthulucene: Making Kin. *Environmental Humanities*, 6, 159-165. Recuperado de: <https://environmentalhumanities.org/arch/vol6/6.7.pdf>.

Ingold, T. (2013). Los Materiales contra la materialidad. *Papeles de Trabajo*, 7(11), 19-39. Recuperado de: http://www.idaes.edu.ar/papelesdetrabajo/paginas/Documentos/n11/02_DOS_Ingold.pdf.

Kuhn, L. (2016). Cooperativa Agrícola e Industrial San Alberto. 50 años de trabajo en beneficio del agricultor. Puerto Rico: Germania.

Latour, B. (2006). *Ethnography of a "High Tech" case*. En P. Lemonnier (Ed.), *Technological choices (372-398)*. Londres y Nueva York: Routledge.

Lave, J. y Wenger, E. (2007). *Situated Learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.

Leite Lopes, J. S. (2006). Sobre processos de "ambientalização" dos conflitos e sobre dilemas da participação. *Horizontes Antropológicos*, 12(25), 31-64. Recuperado de: <https://www.scielo.br/pdf/ha/v12n25/a03v1225.pdf>.

Lemonnier, P. (2006). *Technological choices*. Londres y Nueva York: Routledge.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2015). *Manual de Buenas Prácticas (BPA) para la producción de mandioca*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

Mura, F. (2011). De sujeitos e objetos: um ensaio crítico de Antropologia da técnica e da tecnologia. *Horizontes Antropológicos*, 17(36), 95-125. Recuperado de: <https://www.scielo.br/pdf/ha/v17n36/v17n36a05.pdf>.

Padawer, A. (2018). Las buenas prácticas agrícolas en la producción de mandioca en el noreste argentino (1999-2017): homogeneización y autonomía para la definición de problemas acerca de un cultivo. *Redes - Revista de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, 24(47), 157-176. Recuperado de: <http://iec.unq.edu.ar/index.php/es/publicaciones/revista-redes/numeros-anteriores/item/312-redes-47>.

82

Padawer, A. (2019). El ordenamiento humano del ambiente en el cultivo de mandioca: articulación de conocimientos prácticos y científico-técnicos en la selva paranaense. *Revista Colombiana de Antropología*, 55(1), 267-298. DOI: 10.22380/2539472X.579.

Pérez-Bustos, T. y Márquez, S. (2016). Destejiendo puntos de vista feministas: reflexiones metodológicas desde la etnografía del diseño de una tecnología. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 31(11), 147-169.

Rockwell, E. (2005). La apropiación, un proceso entre muchos que ocurren en ámbitos escolares. *Anuario de la Sociedad Mexicana de Historia de la Educación 2004-2005*, 1, 28-38.

Sennet, R. (2009). *El artesano*. Barcelona: Anagrama.

Trujillo Rivera, C. T. (2014). *Obtención de películas biodegradables a partir de almidón de yuca (manihot esculenta crantz) doblemente modificado para uso en empaque de alimentos (Tesis de Doctorado en Ingeniería)*. Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Recuperado de: <http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/65/004-2-1-013.pdf?Sequence=1&isAllowed=y>.

Williams, R. (2001). *El campo y la ciudad*. Buenos Aires: Paidós.

Cómo citar este artículo

Padawer, A., Oliveri M. y de Uribe, Ramiro (2021). La producción de conocimiento en contextos agroindustriales de baja capitalización. Desarrollos técnicos en dos cooperativas de mandioca de Misiones, Argentina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(48), 59-83.

Apropiación de TIC como herramienta de organización comunitaria y desarrollo humano en Santa Julia, Chile *

Apropiação das TIC como ferramento de organização comunitária e desenvolvimento humano em Santa Julia, Chile

ICT Appropriation as a Tool for Community Organization and Human Development in Santa Julia, Chile

Pedro Reyes García y Teresa P. Vernal-Vilicic **

En este artículo se analiza el rol de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la participación comunitaria y el desarrollo humano de la localidad de Santa Julia en Quintero, Valparaíso, Chile. El marco teórico aborda la apropiación de TIC y el desarrollo humano. Mediante una metodología cualitativa —estudio de caso—, se aplicaron entrevistas en profundidad a vecinos y vecinas participantes de la Junta de Adelanto Comunidad el Esfuerzo Sustentable (Jacees). Entre los principales hallazgos, destaca el uso y la valoración de las tecnologías digitales para la comunicación, la difusión de información y la organización comunitaria. Las TIC juegan un rol preponderante en la organización comunitaria para enfrentar situaciones de crisis medioambientales y para la comunicación y organización de proyectos que generan desarrollo local. Destacan, además, algunas críticas al uso indiscriminado de dichas tecnologías, que multiplican en exceso los canales de comunicación y podrían desmejorar la comunicación interpersonal directa.

85

Palabras clave: desarrollo humano; apropiación; Internet; medioambiente; Chile

* Recepción del artículo: 15/12/2020. Entrega de la evaluación final: 06/05/2021.

** *Pedro Reyes García*: profesor e investigador de la Escuela de Periodismo de la Universidad de Santiago de Chile. Correo electrónico: pedro.reyes.g@usach.cl. *Teresa P. Vernal-Vilicic*: profesora e investigadora de la Escuela de Periodismo, Facultad de Arquitectura, Arte, Diseño y Comunicaciones, Universidad Andrés Bello, Chile. Correo electrónico: teresa.vernal@unab.cl.

Este artigo investiga o papel das tecnologias de informação e comunicação (TIC) e a participação da comunidade no desenvolvimento humano na cidade de Santa Julia, em Valparaíso, Chile. O referencial teórico aborda a apropriação das TIC e o desenvolvimento humano. Por meio de uma metodologia qualitativa — estudo de caso —, entrevistas em profundidade foram aplicadas a moradores da cidade participantes do Junta de Adelanto. Entre as principais constatações está o uso e a valorização das tecnologias digitais para comunicação, divulgação de informações e organização comunitária. As TIC têm um papel preponderante na organização comunitária para o enfrentamento de situações de crise ambiental e para a comunicação e organização de projetos geradores de desenvolvimento local. Além disso, algumas críticas ao uso indiscriminado dessas tecnologias se destacam; eles multiplicam excessivamente os canais de comunicação e podem prejudicar a comunicação interpessoal direta.

Palavras-chave: desenvolvimento humano; apropriação; Internet; meio ambiente; Chile

This article explores the role of information and communication technologies (ICTs) and citizen participation in Santa Julia, Valparaiso, Chile. The theoretical framework addresses the appropriation of ICT and human development. Through a qualitative methodology, in-depth interviews were applied to residents of Santa Julia and members of its Junta de Adelanto. Among the main findings are the use and valuation of digital technologies for communication, information dissemination and community organization among neighbors. Specifically, ICTs play a preponderant role in community organization to face environmental crisis situations and the communication and organization of communal projects that generate local development. Some criticisms of the indiscriminate uses of such technologies also stand out, especially those that excessively multiply communication channels and could impair direct interpersonal communication.

Keywords: human development; appropriation; Internet; environment; Chile

Introducción

Desde mediados de los años 90, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), sobre todo Internet, han marcado las tasas de adopción más rápidas en la historia reciente del ser humano, sobre todo si se compara su penetración con otras tecnologías que se desarrollaron durante el siglo XX, como por ejemplo la televisión (Sabbagh *et al.*, 2012). En el caso de Chile, el 82,3% de la población tiene acceso a Internet (ITU, 2018). En cuanto al tipo de conexiones, según la Subsecretaría de Telecomunicaciones (2020), existen 18 conexiones fijas por cada 100 habitantes. Distinto es el caso de las conexiones móviles, donde a la misma fecha existían 19 millones de conexiones tanto 3G como 4G, lo que supone conexiones individuales, cifra similar a la población del país (Subtel, 2020).

En un contexto de uso intensivo de este tipo de tecnologías, existe una profusa literatura que vincula las TIC con el desarrollo humano, el que se relaciona con un proceso de ampliación de posibilidades de las personas, es decir, de su capacidad de elección (Sen, 2012). Esto ocurriría gracias a las posibilidades que permiten las TIC —Internet, computadores personales, teléfonos inteligentes y aplicaciones— en tanto herramientas de acceso y tratamiento de información: colaboran en la ampliación de los horizontes simbólicos y materiales de los usuarios.

Este artículo observa de qué forma las TIC juegan un rol en las actividades de los vecinos que participan en la organización comunitaria denominada Junta de Adelanto Comunidad el Esfuerzo Sustentable (Jacees), de la localidad de Santa Julia, en la comuna de Quintero, Región de Valparaíso, Chile. De manera concreta, se busca conocer cómo el uso de tecnologías digitales, especialmente Internet móvil, participan en la ampliación de posibilidades de las que habla Sen (2012), y cómo se materializa esta ampliación de posibilidades (y acciones) al interior de la comunidad. Para analizar este rol de las TIC, es necesario conocer las dinámicas de funcionamiento de los vecinos en cuanto a su organización comunitaria.

En un primer momento se presentan diversos estudios que vinculan a las TIC con el desarrollo humano. Enseguida se explica el concepto de apropiación y cómo se relaciona con los usos que los individuos hacen de dichas tecnologías en un contexto social determinado. Más adelante se exponen los elementos metodológicos cualitativos de la investigación —es decir: la muestra y la herramienta metodológica— para finalmente exponer los datos analizados seguidos de su interpretación.

1. Marco teórico

1.1. El desarrollo humano y las TIC

El concepto de desarrollo humano ha sido definido como el proceso de ampliación de posibilidades de las personas por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Los tres objetivos principales de los individuos, según el PNUD (2006) son tener una vida larga y saludable, adquirir conocimientos pertinentes al contexto inmediato y tener acceso a los recursos necesarios para llevar un estándar

de vida decente. Para lograr lo anterior, ampliar las posibilidades de elección es clave, y es ahí donde subyace la noción de libertad.

En esta visión del desarrollo humano, está implícita la propuesta de Sen (2012), quien se refiere justamente al “desarrollo como libertad”, donde la posibilidad de elección se considera un medio imprescindible en la ampliación de las capacidades individuales que permitan vivir la vida según las aspiraciones y valoraciones individuales. Este desarrollo se puede tornar eventualmente colectivo en la medida en que logra influir en su entorno. Esta “libertad como medio”, señala Sen (2012), posee cinco dimensiones: libertades políticas, como la capacidad para influir en la conducción de la sociedad; libertades económicas, como aquellos derechos que resguardan la prosperidad económica; oportunidades sociales, vinculadas a aquellos servicios públicos que la sociedad ofrece, como por ejemplo la educación; garantías de transparencia institucional y social, referidas principalmente a la circulación de información; y seguridad y protección social, como resguardo de los más desposeídos. Es decir: el desarrollo humano y la superación de la pobreza no poseen solo una dimensión material, por lo que no está vinculado exclusivamente al crecimiento del ingreso nacional (Fombad, 2018).

El Informe de Desarrollo Humano (IDH) (2006) sobre las TIC en Chile, haciéndose eco de un fenómeno de conexión creciente en la década pasada, se refiere al desarrollo humano como aquel proceso que permite crear un medio en el cual las personas puedan realizar plenamente sus posibilidades y vivir de manera productiva y creativa, a partir de sus necesidades y de sus intereses. Desde este punto de vista, la realización de la persona solo es posible si ella vive en un medio favorable que permite el desarrollo de sus potenciales. Este medio es la sociedad, que, a través de la cultura, la economía y la democracia, construyen las condiciones de la realización humana. Las TIC, en este contexto, podrían ser un elemento de ampliación de posibilidades, dado el acceso a la información y a la comunicación que ellas permiten.

En la literatura sobre TIC para el desarrollo (ICT4D, por sus siglas en inglés) se reconoce, efectivamente, que tales tecnologías pueden favorecer el desarrollo socioeconómico; sin embargo, el proceso a través del cual esto ocurre permanece poco claro. Históricamente, han existido pocas evaluaciones del impacto de los proyectos TIC y escasos análisis concretos de estas iniciativas en términos de su efecto a largo plazo (Kania *et al.*, 2018). Dada la relevancia en este campo, según Hammett (2018), citando a Klein y Unwin (2009), ICT4D se ha transformado en un área de estudio específico que tiene en cuenta que la adopción y el rechazo de las intervenciones tecnológicas se emplazan en el cotidiano de quienes las reciben o utilizan; de ahí que los esfuerzos por promover estas tecnologías pueden tener resultados esperados y no esperados, así como progresivos y regresivos.

En este sentido, señala Parmar (2009), hay que tener en cuenta que el desarrollo de las TIC en contextos socialmente complejos y en medioambientes con una infraestructura débil, tales como los contextos rurales, necesita la comprensión de muchos aspectos antes que una implementación sustentable de una intervención de TIC pueda ser lograda. Es necesario considerar que muchos destinatarios de zonas rurales tienen problemas para manejar las tecnologías, debido a su baja escolaridad

y desconocimiento (Parmar, 2009); de ahí que, según Omar y Chhachhar (2012), las distintas agencias deben entregar el máximo de herramientas materiales y simbólicas para capacitar a los destinatarios. En este sentido, Alcalá (2016) indica que la formación de personas mayores en los recursos que ofrece la sociedad de la información es fundamental para lograr su “e-inclusión”. Por otra parte, Bianchi y Laborde (2014) señalan que la desigualdad digital es una condicionante relevante: las diferentes situaciones individuales, sociales e institucionales limitan la elección y también los logros. Si esa limitación está dada por la desigualdad en las condiciones iniciales, esta continuará persistiendo. Así, según Alma Rosa (2015) el problema de la brecha digital tiene un carácter estructural y puede ser considerada una “nueva desigualdad” que debe ser abordada. En países en vías de desarrollo como Nigeria, por ejemplo, se habla aún del vacío en el acceso y uso de computadores e Internet, lo que está ligado a la pobreza, a la falta de destrezas y a la pobre infraestructura necesaria para el uso avanzado de las tecnologías (Tayo *et al.*, 2016).

A pesar de estas dificultades, el impacto en el bienestar más inmediato y directo de los programas de TIC parece ser el empoderamiento de las personas marginalizadas, por lo que las nuevas habilidades con las TIC proveen a las personas de un sentido de logro y orgullo, de este modo refuerzan su autoestima (Bjorn-Soren, 2011). Los resultados han mostrado, además, que la gente de más bajos ingresos percibe Internet como un elemento que juega un rol en la ampliación de las capacidades sociales dentro de sus comunidades. Así, Internet es visto como una herramienta que tiene un impacto más fuerte en las dimensiones sociales y organizacionales de su vida. Por ejemplo, según Shefa (2014), la revolución del teléfono móvil está empoderando individuos, aunque sean pobres e iletrados, para participar en actividades económicas que eran inimaginables hace algunas décadas (en países en vías de desarrollo). En este contexto, los teléfonos móviles podrían ser considerados como poderosos instrumentos de desarrollo. Es lo que señalan Ejemeyowvi *et al.* (2019) con respecto a Internet en general y en África en particular: el uso de Internet y su interacción con la innovación tienen una relación significativa y positiva con el desarrollo humano.

89

Como fue expuesto en un principio, la ampliación en el acceso a la información es también uno de los elementos clave en el desarrollo humano. Bjorn-Soren (2011) plantea que el mejoramiento de las capacidades informacionales de las personas es el factor determinante para ampliar, realmente, el bienestar de la gente. Esto quiere decir que la expansión de las capacidades informacionales de una persona no tiene solo un valor intrínseco para su bienestar, sino que también, y más importante aún, un rol catalizador para mejorar sus capacidades en múltiples dimensiones de su vida. Como afirman Wilches y Wilches (2017), lo que las TIC posibilitan no solo refiere a un mayor acceso a la información y conocimiento, sino que a una ampliación de las capacidades de entendimiento y comprensión de los individuos. Es lo que afirman Dreze y Sen (1989), citado por Kuyoro *et al.* (2012), cuando sostienen que el vínculo entre el acceso a la información y el desarrollo está basado en el hecho de que el primer paso para enfrentar los desafíos de la vida humana consiste en identificar las alternativas que pueden hacer la vida mejor.

Para Bjorn-Soren (2011), las TIC conducen al mejoramiento de la vida de las personas solo cuando las capacidades informacionales son transformadas en

capacidades humanas y sociales expandidas a las dimensiones económicas, políticas, sociales, organizacionales y culturales. La propuesta de Calderón (2016) se vincula a lo anterior, al reconocer la capacidad de agencia de los actores en sus comunidades, lo que se traduce en la posibilidad de elegir sus propias metas en forma autónoma, logrando resultados positivos, viviendo dignamente.

1.2. La apropiación de tecnologías

El concepto de apropiación se desarrolla al interior de la tradición que investiga los usos de las TIC (Frenette, 2005; Breton y Proulx, 2012; Proulx, 2015). Este uso es producto de una construcción; se trata de un proceso complejo, ya que requiere una inversión práctica (manejo físico del aparato) y una inversión cognitiva (comprensión de la lógica de funcionamiento) de parte del individuo. La sociología de los usos, según explica Vidal (2012), ha producido conocimientos en torno a la apropiación social de las innovaciones técnicas, la inserción de nuevos usos en las prácticas preexistentes y en sus significaciones y los desvíos, rodeos e invenciones de usos. Para esta autora, la figura del usuario ha evolucionado durante la segunda mitad del siglo XX y a principios del XXI, desde un receptor sumiso a los mensajes hacia un hiper actor de tecnologías interactivas, dotado de un poder —aunque relativo— de publicación, de oposición y de negociación en la relación con un emisor.

Para estudiar los usos, el modelo de la apropiación propone centrarse en la construcción de la significación de tales usos, por parte de los individuos (Breton y Proulx, 2012; Proulx, 2015; Proulx y Jauréguiberry, 2011). La significación de uso, según Proulx (2006), se refiere a la elaboración de constructos analíticos por parte de los investigadores que se basan en el análisis de las declaraciones realizadas por los usuarios con respecto a sus experiencias con una tecnología. Los usuarios describen al observador y las representaciones (interpretaciones) que realizan de sus prácticas de comunicación en sus relaciones de uso cotidiano con los objetos o dispositivos técnicos de comunicación.

Para comprender la apropiación de una tecnología, Proulx *et al.* (2007) y Breton y Proulx (2012) proponen considerar diferentes etapas por las que atraviesa un individuo que vive la experiencia. La primera de ellas es el acceso a la tecnología en cuestión, se trata de una precondición necesaria pero no suficiente, a partir de la cual se gatilla el proceso. La segunda etapa es el dominio técnico y cognitivo del artefacto, es decir: la adquisición de las competencias necesarias para su manipulación y el uso de sus protocolos. La tercera etapa, y corazón de la propuesta sobre la apropiación de tecnologías, es la integración significativa de la tecnología y los gestos de creación. Esta etapa se refiere al sentido otorgado al uso, lo que supone además que los usuarios lleven a cabo gestos de creación gracias a dichas tecnologías, es decir: acciones que generen novedad en sus prácticas habituales. Finalmente, los autores se refieren a la mediación de un colectivo o de una comunidad: los aprendizajes individuales son objeto de intercambio al interior de comunidades de interés para lograr fines específicos.

Cabe destacar que, si bien este proceso se vive de manera cronológica, puede haber retornos a etapas anteriores, por ejemplo cuando aparecen nuevas aplicaciones, esto significa el acceso a una nueva herramienta y su reinterpretación. Además, los gestos

de creación, gracias a una tecnología, pueden cambiar a medida que ella entrega otras funcionalidades o la persona domina otras aplicaciones que antes no conocía (Reyes García, 2015, 2017).

2. Diseño y método

La presente investigación corresponde a un estudio de caso con enfoque cualitativo (Denzin y Lincoln, 2012) de tipo exploratorio, donde se investigó a los miembros de la Junta de Adelanto de la comunidad de Santa Julia en su escenario natural para entender e interpretar los fenómenos en función de los significados que ellos le otorgaron (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Siguiendo a Yin (2009), el estudio de caso puede ser usado para explicar, describir y explorar eventos o fenómenos de la vida cotidiana.

Desde esta perspectiva, el objetivo principal de esta investigación es describir el rol que juega la apropiación de las tecnologías de la información y comunicación en el desarrollo humano para los vecinos de Santa Julia, a través de su participación en la recientemente creada Junta de Adelanto de la localidad. En efecto, la investigación permitió definir el rol de las TIC en la organización comunitaria, en el manejo de un conflicto medioambiental y en la ejecución de proyectos de desarrollo, así como los aspectos que podrían considerarse negativos debido al uso de TIC para la comunicación al interior de la comunidad.

Antes de enunciar la muestra, primeramente es necesario comprender que la localidad estudiada —Santa Julia— tiene alrededor de 300 habitantes y cuenta con varias organizaciones sociales, siendo la Junta de Adelanto una de las últimas en ser creadas y que concentra el fuerte de los trabajos comunitarios. Por ello fue fundamental interactuar con las y los participantes de dicha organización, quienes contaron sus experiencias gracias a entrevistas semiestructuradas que permitieron abrir espacio a temas emergentes, surgidos a partir de la interpretación de las acciones de las y los protagonistas y sus puntos de vista (Flick, 2012; Esterberg, 2002).

Para contactar y seleccionar a las y los participantes se consideró a una informante clave, quien refirió a nuevas y nuevos entrevistados siguiendo el método de la bola de nieve. Este consiste en ir agregando a un núcleo de individuos y a quienes están en relación con ellos, los que se descubren a partir de las interrelaciones iniciales entre el investigador y sus primeros informantes (Gauthier, 2010). Para ello fue necesario caracterizar a las entrevistadas y los entrevistados, considerando que todas y todos —cinco mujeres y tres hombres cuyo rango etario estuvo entre los 40 y los 75 años de edad— participaban activamente en la Junta de Adelanto y residían en la comunidad de Santa Julia (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

Las entrevistas, en tanto, fueron realizadas bajo el consentimiento informado de cada persona y se desarrollaron en las viviendas de cada participante. La pauta de preguntas estuvo conformada por 15 preguntas abiertas y abordó las siguientes temáticas: a) descripción de Santa Julia, donde se les consultó a las entrevistadas y los entrevistados sobre su vida personal en la comunidad; b) actividades y posibles

aprendizajes de la Junta de Adelanto, que permitió conocer la participación de las entrevistadas y los entrevistados en proyectos y actividades de la localidad; y c) uso e interpretación (apropiación) de TIC en la organización.

2.1. Trabajo de campo y análisis de los datos

Las entrevistas fueron realizadas durante diciembre de 2019, luego de que las y los participantes fueran contactados e invitados a formar parte del estudio. Para ello se consideraron tres fases primordiales que permitieron llevar a cabo las etapas de recolección y el análisis de los datos.

2.1.1. Fase 1: aplicación de entrevistas semiestructuradas

Las y los participantes consintieron participar de las entrevistas recibiendo al investigador responsable en su domicilio personal. Se precedió, entonces, a aplicar la pauta de preguntas. Tratándose de una entrevista semiestructurada, hubo cierta flexibilidad en las respuestas del objeto de estudio dándose la posibilidad de preguntas emergentes (Ruiz, 2007). Cada entrevista tuvo una duración aproximada de 45 minutos y fue grabada mediante grabadora digital.

2.1.2. Fase 2: organización de la información

Una vez realizadas las entrevistas, los contenidos se organizaron según la pauta de entrevistas. A cada participante se le asignó un código para resguardar el anonimato y cumplir con los criterios éticos de la investigación: EM1 y EH1 (entrevistada mujer 1 y entrevistado hombre 1). Entendiendo que los análisis de las investigaciones cualitativas son procesos hermenéuticos, se buscó organizar los datos con la finalidad de poder interpretar las vivencias de las entrevistadas y los entrevistados (Salinas y Cárdenas, 2007) para llegar a resultados descriptivos.

2.1.3. Fase 3: análisis de los datos

Las respuestas de las entrevistas se categorizaron en las temáticas centrales: descripción de la comunidad, origen y objetivos de la organización, beneficios de la organización comunitaria y uso de tecnologías digitales para la organización de la Junta de Adelanto.

Desde dichas temáticas generales y las respuestas del objeto de estudio, fueron surgiendo nuevas categorías de análisis que permitieron describir los resultados en cuatro tópicos centrales que engloban los hallazgos fundamentales del estudio (Gibbs, 2012). De esta forma, los resultados se presentan poniendo al centro el rol de las TIC en las actividades que realiza la comunidad, vinculadas a mejorar su calidad de vida, lo que se relaciona de manera estrecha con el desarrollo humano.

3. Resultados

3.1. Las TIC y la organización comunitaria

A partir de del estudio de campo, es posible señalar que la herramienta digital más utilizada por los integrantes de las organizaciones de Santa Julia es la aplicación

WhatsApp en *smartphones*. Uno de los aspectos más relevantes de esta tecnología es su uso para establecer la comunicación entre los miembros de la comunidad organizada en distintas agrupaciones cuyos objetivos muchas veces se complementan, aunque en algunas ocasiones puede haber roces. Además, el uso de la aplicación está destinado a la difusión de información que llega a las y los dirigentes de la comunidad desde asociaciones externas (organizaciones y empresas) y que, a su vez, difunden a las y los miembros. Las entrevistadas y los entrevistados no hicieron referencia a otras herramientas digitales, tales como redes sociales. El uso de Facebook, tal como señaló EM1, está destinado a darse a conocer a otras comunidades cercanas, pero su uso ha sido muy restringido y poco aprovechado.

El trabajo comunitario en Santa Julia es bastante intenso, lo que se evidencia, entre otras cosas, en las numerosas organizaciones sociales que existen para ser una comunidad pequeña de alrededor de 300 habitantes. Todas estas asociaciones organizan las actividades entre los miembros a través de tecnologías digitales, sobre todo WhatsApp. Estas son: la Junta de Vecinos, la Asociación de Agua Potable Rural (APR), el Club Deportivo, el Club de Huasos, el Club de Rayuela, la Iglesia Católica y la recientemente formada Junta de Adelanto Comunidad el Esfuerzo Sustentable (Jacees). Cada una de ellas tiene diferentes objetivos e intereses; sin embargo, hay personas que participan en más de una organización.

En este contexto de participación comunitaria, los vecinos señalan que la principal herramienta de comunicación y difusión de información es WhatsApp, por lo que existen numerosos grupos de esta aplicación, tal como informa EM4:

“En general en la comunidad nos comunicamos por WhatsApp y tenemos varios grupos, uno que es de la propia Junta, otro que es de un proyecto del PNUD que se ejecuta en Santa Julia a través de la Junta de Adelanto. La Junta de Vecinos tiene su propio WhatsApp, hay otro que se llama Comunidad, en que están todos los vecinos de Santa Julia, hay uno de la APR, otro que se llama Santa Julia, para todas las personas que venden y hacen trueque y también uno para emergencias” (EM4).

EM2 señala que WhatsApp se usa para que la directiva envíe información a la comunidad y para la comunicación entre los miembros. Sin embargo, afirma que también se usan mensajes escritos en un papel para las invitaciones a las asambleas, porque no todas las personas tienen Internet o teléfono móvil “inteligente”, sobre todo algunos habitantes muy mayores.

Una actividad comunitaria, cuya organización y difusión se ve facilitada por las tecnologías digitales, gracias a los diversos grupos WhatsApp señalados, es la de los eventos solidarios que se realizan para reunir fondos en caso de que alguno de sus integrantes esté pasando por un mal momento económico. En este sentido, EH2 señala que una de las actividades más frecuentes es el “plato único”, que consiste en ofrecer un almuerzo, normalmente pescado frito, a un precio bajo en la sede de la organización. El dinero recaudado se utiliza para entregárselo a una persona enferma

o a un familiar que debe trasladarse al hospital, que está en otra ciudad y que no cuenta con los recursos económicos para hacerlo.

Otro aspecto interesante en relación a las tecnologías digitales, es el uso de estas para la comunicación entre los dirigentes de la Junta de Adelanto y los representantes de las organizaciones externas. Santa Julia está en contacto con diversas organizaciones que intervienen o tienen un rol al interior de la comunidad: el PNUD y algunas empresas productivas como ENAP y GNL y la Municipalidad de Quintero.

3.2. Las TIC y un conflicto medioambiental

La Junta de Adelanto nace en el contexto de un evento provocado por ENAP (Empresa Nacional de Petróleo del Estado de Chile): un grupo de vecinos descubrió un derrame de combustible en el estero junto a la comunidad. Esta información se esparció rápidamente entre los habitantes de Santa Julia, a través de los diversos medios de comunicación digitales y también personalmente. Según las vecinas y los vecinos entrevistados, la Junta de Vecinos no quiso cuestionar a la empresa, por lo que un grupo decidió retirarse de dicha organización y crear la Junta de Adelanto. EM1 señala: “No teníamos una organización que respaldara las actividades y reclamos de los vecinos”. EM2 comenta: “No podían venir a contaminar algo nuestro”. Y EM3 agrega: “Hicimos una protesta poniendo banderas negras en el puente”. Este último evento se organizó, a través de medios de comunicación digitales pertenecientes al grupo de vecinos disidentes de la Junta de Vecinos.

94

Este conflicto generado por el derrame de combustible llevó a la comunidad a crear una mesa de trabajo con la empresa. La comunicación entre la empresa y los vecinos se realizó a través del teléfono y el WhatsApp, y las reuniones presenciales en que se abordó el problema fueron grabadas en los teléfonos móviles, transcritas y luego las actas firmadas por representantes de ambas partes. La Junta de Adelanto se crea, entonces, en medio de una disputa medioambiental, la contaminación del estero. Las palabras de EM4, una de las promotoras de la instancia, grafican la inquietud medioambiental en la creación de esta organización:

“La Jacees se creó para dar respuesta a un grupo de personas que estaba interesada en temas de sustentabilidad y medio ambiente en Santa Julia. Nos preocupaba el estero contaminado, pero también teníamos una preocupación por el medio ambiente en general” (EM4).

EM1 coincide y resalta el interés de la Jacees en que la gente se eduque y tome conciencia, por ejemplo de reutilizar el agua que se usa en las actividades domésticas. “Queremos cuidar nuestro ecosistema, que no se apague”, indica EM2.

Esta motivación de la comunidad para organizarse frente a una situación particular suponía una nueva entidad validada por sus participantes y por las autoridades locales, como la municipalidad o empresas privadas de la zona, por lo que debieron obtener personalidad jurídica. EH1 señala: “Podíamos organizarnos de manera informal,

pero después decidimos hacerlo con personalidad jurídica ya que así íbamos a ser escuchados, recibidos y respetados, porque éramos una entidad que contaba con el respaldo de la ley”.

3.3. Las TIC y la ejecución de proyectos de desarrollo

Creada la Junta de Adelanto, una de sus principales actividades ha sido la ejecución de un proyecto del PNUD que se ha transformado en una herramienta de integración y de participación social, así como de aprendizaje, y que conlleva beneficios para la comunidad. La información sobre la posibilidad de participar en el proyecto fue comunicada por la presidenta de la Junta de Vecinos a uno de los vecinos quien, a su vez, lo comunicó al grupo de WhatsApp de la Junta de Adelanto. Una vez que la organización tomó la decisión de participar en dicho proyecto, la comunicación con el PNUD, así como la comunicación entre los participantes, ha estado mediada por tecnologías digitales. Cabe señalar que la Jacees tiene un grupo de WhatsApp y las y los participantes del proyecto PNUD tienen otro, ya que no todas y todos los integrantes de la junta participan del proyecto. De esta forma, WhatsApp se transforma en el vehículo de movilización de información y de establecimiento de comunicación entre los participantes por excelencia. El proyecto del PNUD es importante para la comunidad y en particular para la Jacees:

“La principal actividad de la Junta de Adelanto hasta ahora, ha sido la ejecución del proyecto PNUD que nos adjudicamos en diciembre de 2018, se llama ‘Comunidades mediterráneas sostenibles’. Se trata de proyectos con las comunidades rurales donde son ellas las que toman las decisiones. Las grandes temáticas para ejecutar el proyecto es que deben considerar: la observación de la biodiversidad, la resiliencia al cambio climático y la recuperación de suelos degradados. El PNUD le entrega la plata a la organización, le da los lineamientos de base que son muy generales y después es la propia organización que se tiene que hacer cargo” (EM4).

95

EH3 informa que, para lograr los objetivos, se contrató a un profesor, un ingeniero agrónomo, que les explicó cómo preparar la tierra a través de clases teóricas, también a podar, conocer pestes que afectan a las plantas y cómo combatirlos. EM5 agrega que las clases eran los sábados en la mañana, donde además se organizaban las prácticas colaborativas, como la instalación de invernaderos en la casa de algún vecino. EM5 pone de ejemplo el terreno de la vecina EM3, que tiene 500 metros cuadrados: “El agrónomo planifica lo que se puede hacer ahí en función del espacio, de la pendiente, de la cantidad de agua disponible y de la que se puede recuperar”.

El profesor fue seleccionado y contratado por los participantes del proyecto PNUD, tal como indica el modelo de trabajo propuesto por el organismo internacional. Las clases fueron todas presenciales, el profesor usaba presentaciones en PowerPoint que posteriormente mandaba al correo electrónico de la directiva de la Junta de Adelanto y esta, a su vez, reenviaba por WhatsApp a las y los demás integrantes. El profesor además contestaba dudas a través del grupo de WhatsApp, creado especialmente para ello. “La gente aquí no usa correo electrónico, así es que nosotros recibíamos la

información, transformábamos las presentaciones en PDF y las mandábamos por el teléfono”, señala EM4, integrante de la directiva.

La Junta de Adelanto ha realizado otras actividades que son financiadas por las empresas del entorno con fondos de responsabilidad social. A través de un aporte de ENAP pudieron renovar la cocina de la sede social y equiparla. Otro evento fue un curso para hacer jabones que duró seis clases (financiado por ENAP) y también el proyecto de la empresa GNL, que consistió en proveer a algunas familias de cajones con lombrices para producir humus, un abono de alta calidad. Estas actividades son comunicadas por las empresas a las directivas de las organizaciones comunitarias, vía WhatsApp, anunciándoles sobre el concurso y llamándolas a participar. La directiva de alguna de las organizaciones que recibe la información la comunica, a su vez, a la comunidad. Hay casos, según explica EM4, en que las organizaciones están atentas a lo que publican en sus redes sociales las empresas, por ejemplo los llamados a concurso.

Cabe destacar finalmente la instalación de un Punto Limpio, financiado por una empresa subcontratada de ENAP, que consiste en la instalación de diversos recipientes que reciben cartones, plásticos, vidrios y latas con el objetivo de disminuir la cantidad de basura producida por las familias. Aquí hubo una negociación con la Municipalidad de Quintero para que la empresa que retira esos residuos lo haga sin costo durante un año, pero al siguiente la municipalidad deberá pagar el servicio.

96

Este intercambio de información se establece de manera lineal desde las empresas hacia la comunidad cuando comunican, vía teléfono o correo electrónico, algún proyecto en el cual puedan participar los vecinos y cuando los dirigentes de la comunidad necesitan comunicarse con dichas organizaciones. En este sentido, EM2 señala que la directiva de la Junta de Adelanto traspasa la información que llega desde afuera y que la comunidad decide si las propuestas le convienen y si las personas están dispuestas a comprometerse a trabajar. Es lo que ocurrió con el proyecto de cajones de lombrices propuesto por GNL, cuya información llegó al WhatsApp de EM1, la presidenta de la Junta de Adelanto, y ella lo comunicó a sus vecinas y vecinos a través del mismo sistema. Asimismo, existe un WhatsApp con el que se pueden comunicar los participantes con la persona que los orienta en el proyecto.

Otro aspecto relevante en la comunicación con organismos externos es la relación con la Municipalidad de Quintero. EM4 señala que, al menos a los representantes de la Junta de Adelanto, la municipalidad no le responde a través de ningún tipo de tecnología, por lo que hay que desplazarse físicamente a sus oficinas. Aquí se está frente a una situación en la que la existencia de las tecnologías no presta ningún servicio aparente, lo que tampoco es resorte de la tecnología misma, sino de la percepción y el uso que tengan de la tecnología en la municipalidad o, más de fondo aún, de la disponibilidad de sus empleados.

Por otra parte, cabe destacar que muchas de las actividades comunitarias han sido registradas por una de las vecinas. Según relata EM3, ella ha asumido el rol de fotógrafa en Santa Julia: “Yo estoy a cargo de tomar fotografías a las actividades de la Junta de Adelanto, y después las mando por WhatsApp” (EM3). La entrevistada interpreta el envío de las fotografías a las y los participantes como una fuente de

motivación para los vecinos, quienes a través de ellas pueden ver la evolución de su trabajo, por eso es que señala: “Hemos ido a Quillota a podar árboles, a ver plantas y yo tomo fotos y las mando, así las personas se sienten orgullosas de lo que hacen” (EM3). Pero, además, su actividad ha sido un respaldo a las iniciativas de protesta contra el derrame de petróleo por haber sido testigo de ese evento, del que tomó fotos: “No me pueden decir que no, que no fue ese día o que no ocurrió” (EM3). Así, su trabajo se transforma en una herramienta que respalda a la comunidad frente a la empresa que provocó el derrame, lo que —pensamos— le entrega un cierto poder, que, si bien no sabemos si es real, es una construcción simbólica de la vecina que pertenece a su ámbito de apropiación de la tecnología.

3.4. El cara y sello de las TIC

Finalmente, es necesario tener en cuenta que no todo lo señalado con respecto al uso de las TIC por la comunidad es considerado positivo, hay aspectos que fueron calificados como negativos por algunas y algunos de los entrevistados. Uno de ellos fue el exceso de grupos de WhatsApp que existen en Santa Julia. EM5 califica esto de “desmedido”, ya que la información enviada en algunos casos se sobrepone. Otro aspecto indicado es el hecho de que hay personas que escriben con faltas de ortografía o de puntuación, lo que hace, según EM4, que una coma o ausencia de ella cambie completamente el sentido de lo que se quiso decir. Cuando esto ocurre y se hacen comentarios al respecto, hay gente que se cohibe, deja de usar la herramienta y espera las asambleas para dar su opinión verbalmente. Hay veces, además, en que existen malas interpretaciones de los mensajes, independientemente de que presenten faltas ortográficas o gramaticales, lo que genera alteraciones en las relaciones interpersonales. EM5 grafica esta situación en una frase: “Muchas veces la gente entiende lo que quiere entender”.

97

Un fenómeno recurrente es que un grupo de WhatsApp destinado a un área específica se utiliza para otros fines. Por ejemplo: en un grupo para emergencias, se comparten ventas de productos. Según EM2, además hay personas que no contestan el WhatsApp o que no dan su opinión cuando se les solicita. Es lo mismo que sostiene EM1, quien señala que hay veces en que se pregunta o propone algo y contestan muy pocas personas, por lo que se debe suponer que la moción no tuvo acogida. Estas situaciones llevan a concluir a EM4 que estas tecnologías son muy buenas y pertinentes para difundir información, pero no para la toma de decisiones.

Otro elemento interesante a destacar es que para algunos vecinos y vecinas el uso de la tecnología como vía privilegiada para comunicarse ha deteriorado la comunicación interpersonal directa entre los miembros de la comunidad. EM4 señala que “la gente antes se veía más, se hablaba más”. Por otra parte, hay vecina y vecinos que no tienen un teléfono celular con internet, como es el caso de algunas personas mayores, quienes se informan de las actividades a través de sus hijos. Además, hay una persona que no usa WhatsApp por razones personales, lo que le ha supuesto críticas de parte de vecinas y vecinos. Finalmente se señala el desaprovechamiento de algunas herramientas digitales, como es el caso del Facebook de la comunidad. Para EM1 no hay quien lo nutra de información, con lo que se pierde que otras comunidades puedan ver el trabajo que se realiza en Santa Julia.

Conclusiones

Se puede sostener que, efectivamente, es posible hablar de una apropiación de la tecnología por parte de las personas entrevistadas, quienes construyeron un sentido del uso a partir del contexto social en que se encuentran. Es lo que señala Proulx (2015) cuando se refiere a los gestos de creación que pueden nacer del uso de una (nueva) tecnología. Si bien Internet existe desde hace muchos años, permanentemente están apareciendo dichos gestos de creación que se refieren principalmente a la realización de actividades cotidianas de otra forma gracias a la tecnología o a la integración de su uso en un proyecto concreto. La investigación no buscó abordar el proceso de implantación de tecnologías, como se hacía en los primeros estudios en los 2000, sino del uso y la interpretación que se le da al incluirla en actividades nuevas.

Las TIC se integran en Santa Julia, una pequeña comunidad alejada de los grandes centros urbanos, con una historia común y más bien homogénea socialmente. Todos estos elementos tienen una incidencia en el proceso de apropiación de las tecnologías digitales, ya que la construcción de sentido de su uso está en estrecha relación con el contexto de vida, expectativas y tareas en las que se comprometen las vecinas y los vecinos. Es importante considerar que las TIC no existen por sí mismas: existen en la medida que se realiza un uso pertinente en el contexto social en el cual operan.

98

Las tecnologías digitales de comunicación juegan un rol preponderante en el acceso a los proyectos de desarrollo comunitario y a la transmisión de información entre los usuarios al momento de realizarlos. Si bien su rol puede ser calificado como positivo la mayoría de las veces, no lo es siempre: su uso está influenciado por las dinámicas que se generan entre quienes participan en la organización. Este aspecto viene a reafirmar el hecho y la postura epistemológica referida a que las tecnologías no generan por sí mismas los cambios, ni son necesariamente positivas en todos los contextos sociales, sino que son herramientas cuya apropiación está vinculada a la interpretación que los usuarios hagan de ellas (Proulx, 2015). Y si bien en algunos casos se puede describir el uso que realizan las vecinas y los vecinos de las TIC como bastante rudimentario, es necesario recordar que la apropiación de una tecnología no está en relación con el uso avanzado que se le dé; la apropiación está en relación con la interpretación que se hace del uso y su pertinencia en un momento dado (Proulx y Jauréguiberry, 2011). También puede haber “no uso” de WhatsApp de algún vecino, lo que genera crítica de algunas personas; esto puede estar relacionado con las representaciones de eficacia que suponen las tecnologías digitales, lo que a su vez responde a un discurso social muy bien establecido.

El intercambio de información a través de herramientas digitales con las empresas cercanas a la comunidad tiene que ver con la ampliación de las posibilidades y la capacidad de elección que tienen los seres humanos, como señala Sen (2012). Y al mismo tiempo, está relacionado con políticas con un sentido —al igual que las tecnologías— para las personas. Por ejemplo: las lombrices ayudan a producir *humus*, que es un fertilizante que puede ser usado en los invernaderos instalados gracias al proyecto PNUD. Se trata entonces de un proyecto coherente con uno de los principios de la Junta de Adelanto, que es hacer de Santa Julia una comunidad sustentable. Por otra parte, las TIC podrían provocar una sensación de empoderamiento en las

personas de comunidades marginalizadas (Bjorn-Soren, 2011); ellas desarrollarían un sentido de logro y orgullo, lo que serviría para mejorar su autoestima. Y si bien no se puede catalogar a la comunidad de Santa Julia como marginal, a pesar de estar muy cercana a una zona de sacrificio, un ejemplo claro de empoderamiento es la vecina que tomó el rol de fotógrafa en la comunidad no solo para tener recuerdos y una constancia de los avances en la comunidad, sino también como prueba del derrame de combustible en el estero, prueba que ella utiliza como herramienta de denuncia. La facilidad para tomar fotografías con el celular y enviarlas al grupo de WhatsApp en el marco de una actividad comunitaria de desarrollo está asociado a lo que indica Shefa (2014) cuando habla de la revolución del teléfono móvil como herramienta de empoderamiento.

Si bien es posible interpretar que la penetración de Internet a través de los teléfonos celulares es alta en Santa Julia, siguiendo la tendencia de lo que ocurre en todo el país, por ser una zona rural tiene especificidades que muchos autores ya han reconocido. Tal como señalan por ejemplo Parmar (2009) y Tayo *et al.* (2016), en las zonas rurales puede haber más personas que en las zonas urbanas con baja escolaridad y desconocimiento de la tecnología, lo que supondría una falta de destrezas en su operación. Para esas personas que no tienen teléfonos celulares, la existencia de WhatsApp no cobraría ningún sentido o tal vez un sentido imaginario, porque no lo usan, pero sí están interesadas en participar en las reuniones, por lo que hay que avisarles de manera verbal directa.

Por otra parte, lo que se ha considerado como aspecto negativo de las tecnologías se relaciona nuevamente a la pertinencia de la propuesta de Hammett (2018) donde el uso de las tecnologías puede tener resultados esperados (difusión de información relevante), así como no esperados (mala interpretación de los mensajes al interior de una conversación). Además, según el mismo autor, puede tener resultados progresivos (acceso a proyectos financiados por empresas y motivación a partir de las fotografías de una de las vecinas, por ejemplo) y resultados regresivos (la gente de la comunidad se ve menos). Esto último, eventualmente, podría deteriorar el tejido social o crear la ilusión de que las tecnologías reemplazan las interacciones cara a cara.

El rol y aporte de las TIC parece evidente, a pesar de las críticas recientemente expuestas. Sin embargo, cabría preguntarse cómo sería el panorama si no hubieran existido en el contexto descrito. Tal vez la fluidez de la información y la velocidad de respuesta de las y los participantes habría sido más lenta, y el acceso a las fuentes de financiamiento más difícil. La interconexión interna probablemente hubiera sido igualmente fluida, pero la externa, como con los financistas de los proyectos, habría tomado más tiempo. Futuras investigaciones podrían abordar las diferencias entre ambas realidades, a partir de la percepción de las vecinas y los vecinos.

Finalmente, parece interesante señalar la pertinencia del enfoque cualitativo para este tipo de investigaciones. El mismo enfoque sobre desarrollo humano propuesto por Sen (2012), y movilizado por organismos internacionales como el PNUD, insiste en la necesidad de evaluar el desarrollo desde una perspectiva cualitativa y no solo cuantitativa. De esta forma, las declaraciones de las entrevistadas y los entrevistados son elementos muy valiosos en la comprensión de las dinámicas internas de la

comunidad y del rol de las TIC en el desarrollo humano. Más allá de las cifras de penetración de Internet y del comportamiento de los distintos usuarios, conocer sus experiencias a partir de sus declaraciones, parece relevante en la interpretación que los investigadores puedan hacer del uso de Internet. Asimismo, más allá de las enormes cifras de negocios que mueven estas tecnologías, existen usuarios que con pequeñas acciones pueden tener enormes consecuencias en su vida cotidiana y laboral, que son dignas de considerar en el mundo que es Internet. De esta manera, se considera que la introducción del modelo de la apropiación, que busca comprender la interpretación del uso en relación al contexto social inmediato, es pertinente en el universo del desarrollo humano.

Financiamiento

La investigación en la que se basa este artículo ha sido posible gracias al financiamiento de Dicyt N°239 (adjudicado en 2017), de la Universidad de Santiago de Chile.

Bibliografía

Alcalá, L. (2016). La alfabetización digital como instrumento de e-inclusión de las personas mayores. *Prisma Social - Revista de Ciencias Sociales*, 16, 156-204.

Alma Rosa, A. (2015). Los nuevos rostros de la desigualdad en el siglo XXI: la brecha digital. *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 223, 265-286.

Bianchi, L. y Laborde, S. (2014). Buenas prácticas de la Comunidad Ceibal. El Plan Ceibal como generador de iniciativas de Desarrollo Humano Local. Montevideo: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Gigler, B.-S. (2011). *Informational capabilities. The missing link for the impact of ICT on development*. Washington DC: The World Bank.

Breton, P. y Proulx, S. (2012). *L'explosion de la communication à l'aube du XXIe siècle*. Montreal y París: Boreal y La Découverte.

Calderón, F. (2016). Reconsideración del desarrollo humano. En M. Castells y P. Himanen (Eds.), *Reconceptualización del desarrollo en la era global de la información* (pp. 265-303). Santiago de Chile: Fondo de Cultura Económica.

Denzin, N. y Lincoln, Y. (2012). *Manual de investigación cualitativa Vol. I. El campo de la investigación cualitativa*. Barcelona: Gedisa Editorial.

Dreze, J. y Sen, A. (1989). *Hunger and Public Action*. *Wider Studies in Economic Development*. Oxford: Oxford University Press-Clarendon Press.

Ejemeyowwi, J., Osabuohien, E., Johnson, O. y Bowale, E. (2019). Internet usage, innovation and human development nexus in Africa: the case of ECOWAS. *Economic Structures*, 8(15). DOI: 10.1186/s40008-019-0146-2

Esterberg, K. (2002). *Qualitative Methods in Social Research*. Boston: McGraw-Hill.

Flick, U. (2012). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Ediciones Morata.

Fombad, M. (2018). Knowledge management for poverty eradication: a South African perspective. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 16(2), 193-213. DOI: 10.1108/JICES-04-2017-0022

Frenette, M. (2005). L'appropriation d'Internet par des étudiants universitaires: quels sens pour de nouvelles pratiques? En S. Proulx, F. Massit-Folléa, y B. Conein (Eds.), *Internet, une utopie limitée: Nouvelles régulations, nouvelles solidarités* (167-182). Québec: Presses de l'Université Laval.

Gauthier, B. (2010). *Recherche Sociale. De la problématique à la collecte des données*. Québec: Presses de l'Université du Québec.

Gibbs, G. (2012). *El análisis de datos cualitativos en investigación cualitativa*. Madrid: Ediciones Morata.

Hammett, D. (2018). Introduction: technology and development: optimism, pessimism or potential? *International Development Planning Review*, 40(3), 227-237. DOI: 10.3828/idpr.2018.20.

101

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

Sabbagh, K., Friedrich, R., El-Darwiche, B., Singh, M., Ganediwalla, S. y Katz, R. (2012). *Maximizing the Impact of Digitization. The global Information Technology Report 2012*. Ginebra: World Economic Forum.

Kleine, D. y Unwin, T. (2009). Technological revolution, evolution and new dependencies: what's new about ICT4D? *Third World Quarterly*, 30(5), 1045-1067. DOI: 10.1080/01436590902959339.

Parmar, V. (2009). A Multidisciplinary Approach to ICT Development. *Information Technologies and International Development*, 5(4), 89-96.

Programa de las Naciones Unidas Para Desarrollo Humano PNUD-Chile (2006). *Las nuevas tecnologías: ¿un salto al futuro? Informe sobre Desarrollo Humano*. Santiago: PNUD-Chile.

Proulx, S. (2006). Pour comprendre l'usage des objets communicationnels, (re)penser le constructivisme Signe, culture et lien social à l'ère des réseaux. *Degrés*, 126-127, B1-B18.

Proulx, S., Rueff, J. y Lecompte, N. (2007). Une appropriation communautaire des technologies numériques de l'information. Notes de recherche de CIRST. Montreal: CIRST.

Proulx, S. y Jauréguiberry, F. (2011). Usages et enjeux des technologies de communication. Toulouse: Éditions Érès.

Proulx, S. (2015). La sociologie des usages, et après? *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, 6, 1-12. DOI: 10.4000/rfsic.1230.

Reyes García, P. (2015). Internet social en Chile. Una etnografía de la apropiación de TIC. Santiago: Ril editores.

Reyes García, P. (2017). Vínculos, divergencias y Relaciones. Ensayos sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad. Santiago: Ril editores.

Kania, R., Good, A., Adams, C. y Scott, Ph. (2018). The Role of ICT Education and Training in Poverty Reduction and Economic Empowerment: A Case Study of Jigawa State Government ICT4D Intervention. *The Electronic Journal of e-Government*, 16(1), 1-17.

Ruiz, J. I. (2007). Metodología de la investigación cualitativa. Bilbao: Universidad de Deusto.

102

Salinas, P. y Cárdenas, M. (2008). Métodos de investigación social. Una aproximación desde las estrategias cuantitativas y cualitativas. Antofagasta: Ediciones Universidad Católica del Norte.

Sen, A. (2012). Desarrollo y libertad. Bogotá: Editorial Planeta.

Kuyoro, Sh., Aludele, A. y Okolie, S. (2012). ICT: An Effective Tool in Human Development. *International Journal of Humanities and Social Science*, 2(7), 157-162. DOI: 10.1080/02681102.2010.506051

Shefa, A. (2014). The use of mobile technology and mobile applications as the next paradigm in development: can it be a game-changer in development for women in rural Afghanistan? (Tesis de doctorado). Los Ángeles: University of Southern California.

Omar, S. y Chhachhar, A. (2012). A Review on the Roles of ICT Tools towards the Development of Fishermen. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 2(10), 9905-9911.

Subtel (2020). Series conexiones Internet fija. Período Información Primer Trimestre 2002–Marzo 2020. Santiago: Subtel. Recuperado de: <https://www.subtel.gob.cl/estudios-y-estadisticas/internet/>.

Subtel (2020). Series conexiones Internet móvil. Período Información Primer Trimestre 2002–Marzo 2020. Santiago: Subtel. Recuperado de: <https://www.subtel.gob.cl/estudios-y-estadisticas/internet/>.

Tayo, O., Thompson, R. y Thompson, E. (2016). Impact of the Digital Divide on Computer Use and Internet Access on the Poor in Nigeria. *Journal of Education and Learning*, 5(1), 1-6.

Vidal, G. (2012). *La sociologie des usages, continuités et transformations*. París: Hermes.

Wilches, O. y Wilches, A. (2017). Posibilidades y limitaciones en el desarrollo humano desde la influencia de las TIC en salud: el caso latinoamericano. *Persona y bioética*, 21(1), 114-133. DOI: 10.5294/PEBI.2017.21.1.8.

Yin, R. (1994). *Case study research: design and methods*. California: Sage Publishing.

Yin, R. (2009). *Case study research: design and methods*. California: Sage Publishing.

Cómo citar este artículo

Reyes García, P. y Vernal-Vilicic, T. P. (2021). Apropiación de TIC como herramienta de organización comunitaria y desarrollo humano en Santa Julia, Chile. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(48), 85-103.

**El rol de las empresas privadas en la encrucijada tecnológica nuclear.
Una mirada comparativa de los casos argentino y español (1950-1974) ***

**O papel das empresas privadas na encruzilhada tecnológica nuclear.
Um olhar comparativo dos casos argentinos e espanhóis (1950-1974)**

***The Role of Private Companies at the Nuclear Technological Crossroads.
A Comparative Study of Argentine and Spanish Cases (1950-1974)***

Milagros Rocío Rodríguez **

Este trabajo se propone contribuir a las reflexiones sobre la vinculación entre el Estado, la ciencia, la tecnología y el mundo empresario a partir del análisis comparativo de los programas nucleares español y argentino. Mientras que en el primer caso las firmas privadas manifestaron un temprano interés por participar del mercado nucleoelectrico a través de la compra de centrales llave en mano, en Argentina las instituciones públicas debieron desplegar amplias políticas de promoción industrial para fomentar la intervención de los grupos económicos locales en el sector a través del concepto de apertura del paquete tecnológico. Si bien la bibliografía proveniente del ámbito de la historia económica continúa siendo escasa en ambos casos, se realizará una primera aproximación al tema a través del *corpus* disponible. Las características del contexto de posguerra en Europa y América Latina, los mecanismos de transferencia de tecnología y los canales de financiamiento disponibles serán las principales variables a analizar en clave comparativa. De esta forma, nos propondremos plantear interrogantes que contribuyan a ampliar la discusión en el futuro.

105

Palabras clave: programa nuclear argentino; programa nuclear español; Estado; ciencia y tecnología; sector privado

* Recepción del artículo: 27/05/2020. Entrega de la evaluación final: 28/09/2020.

** Instituto Ravignani, Argentina. Becaria posdoctoral de CONICET. Doctora en historia por la Universidad de Buenos Aires (UBA). Miembro del UBACYT "Planificación, políticas y empresas públicas en la Argentina (1940-1994)", correspondiente al Centro de Estudios Económicos de la Empresa y el Desarrollo (CEEED). Correo electrónico: mirodriguez@filo.uba.ar.

Este artigo tem como objetivo refletir sobre a vinculação entre Estado, ciência, tecnologia e mundo empresarial a partir da análise comparativa dos programas nucleares espanhol e argentino. Enquanto no primeiro caso as empresas privadas manifestaram interesse precoce em participar do mercado de energia nuclear por meio da compra de usinas completas, na Argentina as instituições públicas tiveram que implantar políticas amplas de promoção industrial para estimular a intervenção de grupos econômicos locais. o conceito de abrir o pacote de tecnologia. Embora a bibliografia do campo da história econômica seja escassa em ambos os casos, uma primeira abordagem do assunto será feita por meio do *corpus* disponível. As características do contexto do pós-guerra na Europa e na América Latina, os mecanismos de transferência de tecnologia e os canais de financiamento disponíveis serão as principais variáveis a serem analisadas em uma chave comparativa. Dessa forma, nos proporemos levantar questões que contribuirão para ampliar a discussão no futuro.

Palavras-chave: programa nuclear argentino; programa nuclear espanhol; Estado; ciência e tecnologia; setor privado

This paper aims to ponder the link between public policies, science, technology and the private sector through a comparative study of Argentine and Spanish nuclear programs. While in the second case private companies showed an early interest in nuclear markets, in Argentina public institutions had to deploy promotion policies to encourage the intervention of local industry. Although bibliography is scarce in both cases, a first approach to the subject will be made through the available corpus. The main variables to be analyzed in a comparative view will be postwar context in Europe and Latin America, technology transfer process and financing channels. We intend to raise questions that will contribute to broadening the discussion in the future.

Keywords: Argentine nuclear program; Spanish nuclear program; State; science and technology; private sector

Introducción

Desde mediados del siglo XX, la generación nucleoelectrónica surgida en los países centrales se caracterizó por demandar insumos altamente elaborados que estimularon el desarrollo paralelo de la industria, tanto nuclear como convencional (Frewer y Altwater, 1977). Dado el carácter estratégico que la tecnología revestía entonces, el Estado asumió un papel central que se materializó en la creación de comisiones de energía atómica encargadas de coordinar y estimular los esfuerzos en el sector. Pero también comenzaba a ser evidente que la participación de las industrias nacionales y el desarrollo de los ámbitos de producción de ciencia y tecnología constituían aspectos cruciales para asegurar el desarrollo exitoso de la tecnología nuclear. Allí donde los lazos entre las partes involucradas resultaron fluidos, la expansión de la energía nuclear pudo alcanzar plena maduración.¹ Sin embargo, no se verificaba la misma tendencia en los países de la periferia, en tanto que la desconexión entre los tres vértices ha sido señalada como una de las causas del subdesarrollo y del retraso tecnológico (Sabato y Botana, 1968; Hurtado, 2014). De esta forma, el carácter estratégico de los programas nucleares adoptados en Brasil, México, España, India y Argentina adquirió un nuevo sentido en función de la necesidad de profundizar el desarrollo industrial. Por entonces, políticos e intelectuales percibieron al sector como un tipo particular de industria industrializante, es decir: un ámbito idóneo para potenciar la transferencia de tecnología, formar recursos humanos altamente capacitados y dinamizar a la industria en general (Destanne de Bernis, 1971; Harriague, Quilici y Scaffoni 2008).

En los últimos años, las indagaciones respecto de las actividades nucleoelectrificadas comenzaron a ser objeto de estudio de tecnólogos e historiadores de la ciencia y, en forma marginal, por parte de la historiografía económica.² Aun cuando comienzan a delinearse historias nacionales desde esta perspectiva, los estudios globales o comparativos suelen ser escasos. Adicionalmente, los países nucleares de América Latina han sido considerados una unidad de análisis en virtud de ciertas similitudes de su trayectoria económica, dejando por fuera la comparación con el mundo ibérico.³ Del panorama descrito se desprende que no existen estudios que examinen similitudes y contrastes entre países en ambos extremos del Atlántico, perspectiva que puede resultar útil para identificar afinidades socioculturales y perfilar con mayor nitidez

107

1. En la literatura sobre estudios sociales de la ciencia y la tecnología existen varios modelos teóricos que dan cuenta del carácter de dicha vinculación, como el "triángulo de Sabato" (Sabato y Botana, 1968), los "triángulos de hierro" (Balogh, 1991) o el modelo de innovación de "triple hélice" (Etzkowitz y Leydesdorff, 2000), entre otros.

2. Para el caso español, los estudios producidos en los últimos años desde la disciplina de la historia económica han sido abundantes (De la Torre y Rubio-Varas, 2015, 2018; Garrués-Irurzun y Rubio-Mondéjar, 2017, 2018; Muñoz Delgado y Rubio-Varas, 2017; Rubio-Varas y De la Torre, 2014, 2017b). En este sentido, se destaca particularmente el trabajo de compilación realizado por Rubio-Varas y De la Torre (2017). En el ámbito argentino, aunque el tema ha despertado reciente interés, las investigaciones de este tipo resultan más escasas y poco articuladas entre sí (Fernández, 2010; Hurtado de Mendoza 2009, 2012, 2014; Lugones, 2014; Marzorati, 2012; Rodríguez, 2014, 2015a, 2015b, 2019).

3. De hecho, un contrapunto frecuente se ha centrado sobre las primeras etapas del desarrollo nuclear argentino y brasileño (Adler, 1988; Hagood, 2006; Solingen, 1996; Stanley, 2004). Para un análisis más completo de la bibliografía comparativa en el mundo latinoamericano, véase: Hurtado de Mendoza y Romero de Pablos (2012).

algunos aspectos propios de cada desarrollo particular (Hurtado de Mendoza y Romero de Pablos, 2012).

Ahora bien, ¿por qué comparar el Programa Nuclear Argentino (PNA) y el Programa Nuclear Español (PNE)? La respuesta a dicha pregunta posee múltiples aristas; en primer lugar, porque la bibliografía disponible sugiere que, en líneas generales, los dos países partían de un contexto económico relativamente similar, signado por el escaso desarrollo del sector industrial, la debilidad de la matriz energética, la carencia de conocimientos científicos y recursos humanos y la preponderancia del rol del Estado, entre otras. Sin embargo, en el análisis de las diferencias encontramos mayor provecho, dado que ambas trayectorias comenzaron a divergir notablemente tras la implementación de políticas desarrollistas durante los años 60. Si observamos el alcance de los Planes Nucleares proyectados a fines de la década de 1970 —verdadera época dorada de la energía nuclear—, salta a la vista que la nucleoelectricidad logró insertarse con mayor éxito en la matriz energética española que su homóloga argentina. Para 1990, España poseía diez centrales conectadas a la red, mientras que la Argentina contaba con solo dos reactores operativos. Por otra parte, la cantidad de energía de origen nuclear en cada país representaba el 34% y el 13% del total, respectivamente (PRIS, 2017; IAEA, 2018). Adicionalmente, cabe destacar que, mientras que la Argentina apostó por la tecnología basada en agua pesada y uranio natural (PHWR), España tendió a instalar centrales de agua liviana y uranio enriquecido (PWR/BWR).⁴ Como veremos más adelante, aquellas elecciones revistieron una relevancia fundamental, en tanto expresan parte de la dialéctica entre el contexto internacional, político y económico en cada caso.

A partir de las observaciones expuestas, el propósito de este trabajo apunta a indagar en factores que explican la divergencia entre ambas experiencias luego de la década de 1960. De esta forma, nos proponemos realizar una comparación de casos basada en el examen de las diferencias. Siguiendo a Tilly (1991), el análisis de un principio de variación —en este caso, la participación de la industria local— del carácter de un fenómeno —el surgimiento de los programas nucleares— permitirá identificar las diferencias sistemáticas y, a la vez, resaltar las características específicas de cada caso estudiado. A nuestro entender, el rol directivo del *lobby* empresarial español en el PNE constituyó un elemento central de la experiencia que resultó notoriamente ausente en el caso argentino. De esta forma, los intereses industriales y bancarios se articularon como un engranaje central: no solo porque desempeñaron un papel clave en la construcción de usinas, sino porque fomentaron la vinculación con Estados Unidos a través de la participación en programas de ayuda económica y la adquisición de tecnología. Del otro lado del espectro, el PNA no solo resultó sistemáticamente excluido de las principales fuentes de financiamiento norteamericano en virtud de las pretensiones de autonomía, sino que también debió canalizar una importante cuota de recursos para fomentar el desarrollo de una industria nuclear. Como correlato, las características señaladas sugieren un vínculo estrecho entre la modalidad de compra

4. La única excepción es la Central Vandellós, de tipo GCR, que empleaba uranio natural como combustible y era moderada por grafito.

de reactores y el tipo de tecnologías adquiridas y las relaciones establecidas en el plano externo.

En el primer apartado realizaremos una breve reseña sobre el surgimiento de ambos programas nucleares durante la década de 1950, estableciendo algunos aspectos comunes y señalando las particularidades de cada caso. En segunda instancia, avanzaremos sobre la cuestión de las decisiones estratégicas en materia de tecnología y financiamiento para la instalación de las primeras centrales nucleares. Finalmente, ahondaremos en la naturaleza de la participación de las empresas privadas y su impacto en ambas trayectorias. A modo de conclusión, ofreceremos algunas reflexiones finales en torno al principio de variación empleado.

1. Los orígenes: un punto de partida común

Para comienzos de la década de 1950, es posible afirmar que ambos casos de estudio se ubicaban en una condición periférica respecto de las grandes potencias. Desde el punto de vista económico, basta con señalar que la renta per cápita por habitante resultaba notoriamente inferior a los países desarrollados: si el promedio entre 1950 y 1959 era de \$16.826 en Estados Unidos, en Argentina dicho valor era de \$8.544 y solo de \$5.092 en España (Maddison, 2014). En el primer caso, la tendencia se explica por el carácter reciente de la industrialización sustitutiva, que a partir de la década de 1920 había comenzado a avanzar sobre las actividades agropecuarias tradicionales. El proceso, fuertemente concentrado en Buenos Aires, se verificó en torno a industrias de bienes de consumo sencillos, como los alimentos, las bebidas y los textiles (Belini, 2017, p. 137). En el ámbito español, el atraso relativo se atribuye a la destrucción ocasionada por la guerra civil,⁵ la cual implicó la interrupción del proceso de industrialización iniciado en el siglo anterior. Adicionalmente, durante la posguerra, el gobierno dictatorial de Franco implementó un programa económico signado por el proteccionismo y el nacionalismo extremos —la “autarquía”—, así como también el aislamiento de España de la comunidad internacional europea. Dichas condiciones provocaron una gran depresión de la producción, la caída del consumo, la escasez de todo tipo de bienes y la interrupción del proceso de modernización en general (Catalán 1993, 1995; Miranda Encarnación, 2003).

A pesar de insertarse en contextos relativamente adversos, ambas experiencias exhibieron los rasgos propios de un *early comer* nuclear, dado que lograron impulsar el desarrollo de una tecnología nueva y sumamente compleja en pleno proceso de

5. La Guerra Civil española (1936-1939) fue un conflicto interno que dividió al país entre “republicanos”, bando que aglutinaba a los defensores de la república liberal y democrática y a otros partidos de izquierda, y los “nacionalistas”, partidarios de la instauración de una dictadura militar de corte católico y conservador. Se denomina Autarquía Económica (1940-1959) al proceso de industrialización sustitutiva del franquismo que, aislando al país del exterior, pretendía incentivar la producción, poner fin al desequilibrio externo y asegurar la independencia económica. A este fin, se desarrolló un complejo entramado de controles administrativos sobre la producción y la distribución, a la vez que el estado aspiraba a ampliar la oferta industrial mediante la creación de empresas públicas y la intervención del Instituto Nacional de la Industria (INI). Sin embargo, el programa de la autarquía introdujo importantes distorsiones en la asignación de los recursos y el estrangulamiento provocado por la falta de materias primas, energía y equipamiento (Miranda Encarnación, 2003).

industrialización por sustitución de importaciones (ISI) (Rubio-Varas y De la Torre, 2014, p. 7). En sintonía con lo que sucedía en los países más desarrollados, la gestión pública jugó un papel central en el surgimiento de los programas nucleares. A pesar de configurarse en contextos políticos disímiles, signados por la relativa estabilidad de la dictadura franquista en el caso español y los vaivenes continuos de la democracia en la Argentina, el Estado respaldó ampliamente ambos proyectos. La temprana decisión de nacionalizar los recursos uraníferos presentes en el territorio nacional constituye un dato sugerente. Así, desde la década del 40, la explotación de los yacimientos de uranio y minerales radioactivos quedaron en manos del Estado y fueron declarados de interés nacional.⁶ Sin embargo, el verdadero hito del proceso radicó en la creación de comisiones de energía atómica dedicadas al desarrollo de todos los aspectos de la tecnología. Siguiendo el ejemplo de Europa y Estados Unidos, tanto la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) en Argentina como la Junta de Energía Nuclear (JEN) en España fueron diseñadas como organismos dependientes de la presidencia con el objetivo de coordinar la investigación científica y formar especialistas, promover el desarrollo y control de las actividades nucleares, realizar la prospección, explotación y tratamiento del mineral de uranio, y asesorar al gobierno en materia legal.⁷

Las fuerzas armadas también desempeñaron un rol destacado en los albores de los programas nucleares. Dicha afirmación no resulta sorprendente, dado que las aplicaciones bélicas del átomo despertaron naturalmente el interés de los militares en todo el globo (Shrader Frechette, 1983, p. 23). Sin embargo, en aquellas regiones de la periferia que atravesaban una gran transformación asociada al despliegue de la ISI, la tecnología nuclear cobraba un atractivo adicional como ámbito para asegurar un suministro confiable e independiente de energía y acelerar el desarrollo científico. En ambos casos de estudio, los militares interpretaron tempranamente el dominio de la energía nuclear en clave estratégica para consolidar el desarrollo y la defensa del territorio (De la Torre, 2017, p. 36; Rodríguez, 2014). En la España franquista, la presencia de las fuerzas armadas puede rastrearse a la Sociedad Anónima de Estudios, Patentes y Aleaciones Especiales (EPALE) y la Junta De Investigaciones Atómicas (JIA),⁸ organizadas en 1948 como instituciones secretas que luego darían origen a la JEN. En esos años, comenzaba a cobrar relevancia la figura de José María Otero Navascués (1907-1983), ingeniero naval y oficial de artillería en la Infantería de Marina. Luego de terminar su carrera en las fuerzas armadas en 1920, Otero se formó como físico especializado en el campo de la óptica, llegando a ocupar un rol central en la conformación del aparato científico e institucional del PNE y transformándose en un interlocutor privilegiado del gobierno dictatorial de Francisco Franco (Romero de Pablos, 2000, p. 513). De la misma forma, el Ministerio de Industria y el Instituto

110

6. Decreto del Poder Ejecutivo 22855/45, Boletín Oficial de la República Argentina, 17 de octubre de 1945; Decreto A-1949-616, Boletín Oficial del Estado, 29 de diciembre de 1949.

7. Decreto del Poder Ejecutivo 10936/50, Boletín Oficial de la República Argentina, 7 de junio de 1950; Decreto Ley 22 de octubre de 1951, Boletín Oficial del Estado, 22 de octubre de 1951. Mientras que la CNEA se mantuvo como ente autárquico bajo la órbita de presidencia hasta 1996, la JEN pasó a depender del Ministerio de Industria en 1957.

8. Los objetivos de la JIA eran asegurar los recursos uraníferos presentes en el territorio nacional, establecer intercambios con el extranjero y comenzar a crear las condiciones de posibilidad para producir energía de origen nuclear.

Nacional de la Industria (INI) —órganos fundamentales del proyecto de industrialización estatal— estaban encabezados por Joaquín Planell y Juan Antonio Suanzes, ambos marinos con formación en ingeniería (De la Torre, 2017, p. 36; Miranda Encarnación, 2003). En la Argentina, el interés de las fuerzas armadas en el desarrollo industrial puede rastrearse desde la década de 1920. Por entonces, algunos miembros de la marina y el ejército comenzaron a demandar la intervención del Estado en el control del abastecimiento de ciertas materias primas estratégicas (Solberg, 1986; Gadano, 2006). En este contexto, la CNEA fue encomendada al ejército primero (1950-1952) y a la marina después (1952-1984). De esta forma, la institución se transformó en un espacio basado en una “cultura nuclear” compartida por marinos, científicos y técnicos (Hurtado de Mendoza, 2012).

El segundo aspecto en común radica en que ninguno de los dos países contaba con institutos especializados ni equipos científicos avocados al tema nuclear. En este sentido, la Guerra Civil Española había trastocado al sistema científico vigente —de por sí pequeño y mal conectado— a causa del asesinato y la persecución de los investigadores de orientación liberal y laica (Presas i Puig, 2017, p. 98). En Argentina, la comunidad científica nucleada en torno a la Asociación de Física Argentina (AFA) era incipiente y no tenía ningún vínculo con el ámbito industrial. De hecho, para 1943 se calculaba que solo había 15 físicos argentinos, de los cuales, ninguno había logrado inserción en actividades productivas (Hurtado de Mendoza, 2010, p. 65). Como correlato, ambos países debieron recurrir a los mecanismos de transferencia de tecnología que resultaban ser comunes en aquella época: las migraciones científicas, la adquisición de planos en el exterior⁹ y la filosofía del “aprender haciendo” (*learning by doing*). Sin embargo, no se trató de procesos inequívocos o lineales, tal y como lo demuestra el *affaire* Richter¹⁰ en los albores del PNA.

111

Lógicamente, las primeras iniciativas de la JEN y de CNEA durante la década de 1950 se orientaron a la formación de recursos humanos como punto de partida para estructurar los programas nucleares. El principal mecanismo empleado fue el de la creación de ámbitos de formación y la convocatoria de científicos especializados de renombre internacional. En Argentina, dicho proceso se vio políticamente condicionado en al menos dos sentidos. Por un lado, dada su condición periférica, solo

9. La requisita de planos, prototipos y recursos humanos altamente capacitados se transformó en un objetivo vital para las naciones implicadas en la Segunda Guerra Mundial. Tras la derrota del Eje, las investigaciones científicas y tecnológicas desarrolladas en la Alemania Nazi serían repartidas como botín de guerra entre las potencias ocupantes: mientras que la Unión Soviética extrajo equipos enteros —aún en contra de la voluntad de sus miembros—, los Aliados procedieron a encarar una política más selectiva de científicos y especialistas costa de “blanquear” los antecedentes de participación en el régimen Nazi (Stanley, 2004).

10. El científico austriaco Ronald Richter, de antecedentes académicos dudosos, convenció al presidente Perón de acortar camino y apostar por el dominio de la fusión controlada. A este fin, se le otorgó autoridad presidencial para sortear dificultades burocráticas y trabajar con una importante cuota de autonomía. En febrero de 1951, Richter transmitió a las autoridades la noticia del éxito en su cometido. El anuncio fue realizado en los medios internacionales por el presidente Perón al mes siguiente, provocando la inquietud de los países nucleares y suscitando el escepticismo de la comunidad académica mundial. La ausencia de explicaciones convincentes en los meses que siguieron al anuncio, sumada a la negativa de Richter a repetir el experimento, llevaron a la conformación de una comisión de reconocidos científicos argentinos cuya investigación comprobó que se trataba de una farsa. En noviembre de 1952, el Proyecto Huelmo fue desmantelado, cerrando así uno de los episodios más infames y escandalosos del desarrollo científico en Argentina (Mariscotti, 1987).

pudo contratar expertos no requeridos por los países desarrollados, tal es el caso de Ronald Richter (Stanley, 2004, p. 30). En segunda instancia, dado que gran parte de la comunidad intelectual argentina se había declarado opositora al gobierno peronista, el Ejecutivo encaró la creación de nuevas instituciones científicas en yuxtaposición con las existentes. Junto con la CNEA, nació la Dirección Nacional de Energía Atómica (DNEA) como entidad encargada de formar en el país una comunidad de científicos y técnicos avocados al área nuclear. Tras 1956, se fusionó finalmente en CNEA. Para completar el panorama, se fundó el Laboratorio de Investigaciones Nucleares en la Universidad Nacional de Tucumán (1950), donde tuvieron lugar los primeros trabajos de radioquímica a través del grupo de trabajo formado por el científico alemán Walter Seelmann-Eggebert. Las investigaciones allí realizadas permitieron importantes avances en materia de aplicación de radioisótopos y reprocesamiento de combustibles irradiados (Coll y Radicella, 2000, p. 39). En septiembre de 1953 tuvo lugar el dictado del primer curso sobre reactores nucleares y en 1955, se creó la escuela permanente de Física —Fundación Balseiro—, cuyo objetivo era formar nuevos cuadros científicos orientados a la investigación nuclear (Lopez Dávalos y Badino, 2000, p. 165).

En el caso español, el puntapié inicial para las primeras experiencias de transferencia de tecnología se ubicó en 1948 tras la visita de Francesco Scandone. El físico italiano expresó su interés en adquirir uranio español a cambio de incorporar jóvenes científicos españoles a su proyecto de investigación nuclear en Milán. Tras la creación de la JEN, dicha estrategia se profundizó a través de la organización de seminarios en Madrid con conocimientos proporcionados por empresas alemanas. En paralelo, la JEN —por intermediación de Otero Navascués— dedicó grandes esfuerzos por atraer jóvenes talentos al sector. Así, la primera generación de profesionales fue enviada a centros de primera categoría en el exterior, como Milan, Göttingen, California, Pennsylvania y Chicago, entre otros. A diferencia de lo sucedido en Argentina, Otero diseñó una política de apoyo para trabajar en contacto con las universidades a través de la oferta de asistencia económica y liderazgo en proyectos concretos de investigación. Sin embargo, el primer centro de formación especializado debió esperar a la ley de energía nuclear¹¹ sancionada en 1964 (Presas i Puig, 2017, p. 107).

La participación de delegaciones de ambos países en la primera y segunda conferencia del programa Átomos para la Paz dan cuenta del éxito de dichas estrategias: mientras que España presentó cinco trabajos en 1955 y 19 en 1958, la Argentina hizo lo propio con 37 y 34 ponencias, respectivamente (Marzorati, 2012, p. 194). De esta forma, a la vez que la formación del aparato científico-tecnológico comenzaba a cobrar forma en ambos países, un nuevo objetivo comenzaba a surgir en el horizonte: la producción de energía nucleoelectrónica.

2. La encrucijada tecnológica

A medida que la tecnología de reactores demostraba ser capaz de producir electricidad rentable y relativamente segura, se escribía un nuevo capítulo para las aplicaciones

11. Decreto A-1964-7544, Boletín Oficial del Estado, 29 de abril de 1964.

civiles del átomo. A partir de 1953, la gestión de Eisenhower en Estados Unidos lanzaba una política de apaciguamiento y cooperación internacional a través de la campaña Átomos para la Paz, en el marco de un período de distensión de la Guerra Fría (Saz Campos, 1993). La naciente industria nuclear estadounidense —compuesta fundamentalmente por firmas privadas— veía en la cooperación una oportunidad para comenzar a colocar su propia línea de reactores en el mercado externo y rentabilizar sus inversiones a través de la exportación (Garrués-Irurzun y Rubio-Mondéjar, 2017: 10). La fase comercial se inició en 1954 tras la sanción de la Ley Price Anderson, en virtud de la cual la Atomic Energy Commission (AEC) transfirió a las empresas la tecnología y las licencias necesarias para la construcción de reactores. Para atraer inversores, la ley asignaba importantes subvenciones al sector, a la vez que se instalaba un régimen especial de indemnizaciones¹² que tendía a liberar a las empresas de responsabilidad pública frente al impacto social y ambiental de la actividad.

Luego de 1954, tanto la Argentina como España caerían dentro de la esfera de influencia de la política exterior estadounidense en torno al incipiente mercado de reactores. En ambos países, la instalación de centrales nucleares de potencia se justificaba desde dos aspectos: por un lado, como estrategia de diversificación de la matriz energética frente a la demanda creciente generada por la profundización del modelo sustitutivo; y, por otra parte, como oportunidad para capitalizar aprendizajes científicos y tecnológicos que podrían derramarse a la industria local. Sin embargo, es importante destacar que la necesidad energética se volvía más acuciante en el caso español, dada la escasez de hidrocarburos y el aislamiento ocasionado por la política de autarquía.¹³ Por este motivo, el desarrollo de un reactor *made in Spain* ya se encontraba explicitada desde los tiempos de la JIA.

113

En este contexto, la naturaleza de las relaciones entre los países de la periferia y Estados Unidos se transformaría en una cuestión sumamente relevante, dado que las empresas norteamericanas llevaban una ventaja considerable sobre la tecnología, a la vez que eran las únicas capaces de garantizar financiamiento a bajas tasas de interés (De la Torre y Rubio-Varas, 2018, p. 110). Durante esos años, las decisiones sobre el combustible empleado para los reactores comenzaron a delimitarse como un aspecto central de la competencia entre proveedores nucleares. En tanto que la inversión total necesaria para abastecer de combustible a una central durante toda su vida útil es equiparable al costo total de instalación, tanto los Estados Unidos como la Unión Soviética apelaron a mantener para sí el monopolio de la tecnología, obligando a los países compradores a depender de la importación del suministro (APCNEA, 1972). Hacia la década de 1960, las opciones disponibles se limitaron al empleo de uranio enriquecido y agua liviana o grafito en el moderador (PWR/BWR/AGR) o la combinación de uranio natural y agua pesada o grafito (PHWR/GCR). Mientras que el primero trabajaba con un diseño más moderno, más pequeño y más barato, la

12. Según Shrader Frechette (1983), la ley comenzó a implementarse en 1957. Ante la inexistencia de empresas aseguradoras capaces de otorgar pólizas para los operadores de las centrales, el estado asumió las responsabilidades derivadas de posibles accidentes a partir de los 60 millones de dólares.

13. De hecho, se estima que para 1950, las importaciones de petróleo representaban el 24.4% del total de las importaciones españolas (Delgado y Rubio-Varas, 2017, p. 2).

cuestión se tornaba complicada en torno al abastecimiento. Desarrollar la tecnología de enriquecimiento localmente requería grandes desembolsos de capital y, además, estaba sometida al sistema de salvaguardas del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).¹⁴ En última instancia, optar por esta línea tecnológica significaba estrechar la dependencia con el único proveedor factible del suministro en Occidente, es decir: los Estados Unidos. El uranio natural, en cambio, requería de un aumento considerable de los costos de instalación, pero permitía emplear uranio obtenido y envasado localmente, a la vez que resultaba mucho más factible adquirir el *know how* para producir agua pesada.

Junto con la cuestión de la tecnología del combustible, el acceso al financiamiento se transformaba en otro aspecto crítico. En líneas generales, dado el elevado costo de capital implicado en la construcción de los reactores, los países compradores optaban por aquellos licitantes dispuestos a otorgar financiamiento. Desde la década de 1950, el Export-Import Bank¹⁵ y la banca privada de los Estados Unidos se transformaron en los principales oferentes de crédito para la actividad. El paquete estándar proporcionaba préstamos directos para cubrir el 45% del contenido del proyecto en los Estados Unidos, garantías por un 30% adicional —permitiendo a los bancos privados una mayor participación— y un pago inicial en efectivo del 10%. Entre 1960 y 1970, las tasas de interés resultaron sumamente ventajosas, oscilando entre el 6% y el 8,75% (De la Torre y Rubio-Varas, 2018, p. 110).

Ahora bien, en este punto en particular, la trayectoria seguida por los casos analizados comienza a divergir. Para empezar, es importante destacar que la relación entre Argentina y los Estados Unidos se encontraba atravesada por tensiones y rivalidades desde las primeras conferencias panamericanas.¹⁶ A pesar de que la presencia de las firmas norteamericanas en la economía argentina experimentó un incremento notorio luego de la Segunda Guerra, Washington utilizó el Plan Marshall como un arma de presión para dismantelar la política económica del peronismo. Básicamente, Estados Unidos pretendía forzar la baja del precio de venta del trigo local y liberalizar las condiciones para la remisión de beneficios de las empresas norteamericanas (Rapoport y Spiguel, 2009). Pero, tras la caída de Perón en 1955, el contexto se

114

14. En la década de 1960, la OIEA diseñó un sistema de inspecciones y salvaguardas al que debían someterse los estados miembros a fin de regular los intercambios de tecnología y evitar la “proliferación” de los usos militares del átomo (Castro Madero y Takacs, 1991, p. 31). La construcción semántica de la proliferación nuclear hace referencia a la difusión de la tecnología atómica con la finalidad de producir artefactos bélicos. El concepto fue utilizado en el marco de la Guerra Fría con la finalidad de frenar el avance de los programas nucleares —pacíficos o no— del Tercer Mundo (Hurtado de Mendoza, 2009).

15. Fundado por Franklin D. Roosevelt en 1934, el objetivo del Eximbank consiste en otorgar asistencia oficial de crédito a los exportadores estadounidenses para mejorar su capacidad de competir en los mercados internacionales. De esta forma, el banco acepta la responsabilidad en situaciones donde existe una falta de voluntad o incapacidad de las instituciones privadas para asumir los riesgos políticos y comerciales derivados de los compromisos a mediano y largo plazo (Rubio-Varas y De la Torre, 2017b, p. 254).

16. A esta situación se le sumaban inconvenientes comerciales producto de las constantes trabas que el gobierno norteamericano le ponía a los alimentos argentinos a fin de proteger su propia producción, dado que, a fin de cuentas, ambos países eran competidores en el mercado mundial de alimentos (Fodor y O’Connell, 1973, p. 58). Esta situación llegó a un punto álgido luego del ataque a japonés en Pearl Harbor (diciembre de 1941) a partir del cual la Argentina decidió mantener su postura neutralista, desencadenando una serie de sanciones o limitaciones por parte de la embajada norteamericana para quienes querían exportar hacia ese país (Cisneros y Escudé, 2003, p. 13).

tornó propicio para entablar algunos intercambios desde el punto de vista nuclear. La participación argentina en las conferencias de Ginebra confirmó al mundo que el país estaba preparado para hacer frente al desafío atómico y, dado el auge de la expansión comercial iniciada por la gestión Eisenhower, los norteamericanos se prepararon para penetrar en el negocio. Por entonces, el presidente de la CNEA, el contraalmirante Oscar Quihillalt adquirió los planos del reactor de investigación Argonaut, desarrollado en el Argonne National Laboratory de Chicago (Estados Unidos) con la intención de trascender el esquema de compra llave en mano y desagregar los componentes del paquete para maximizar la participación de la producción nacional (Hurtado de Mendoza, 2012, p. 167). En 1957, a la par que se organizaba el envío de personal a Estados Unidos, se negociaba la compra de seis kilogramos de uranio enriquecido a la AEC para poner en marcha el artefacto.

Sin embargo, aquellos primeros intercambios resultarían discontinuados, fundamentalmente, a causa de la negativa argentina de firmar el Tratado de No Proliferación (1968)¹⁷ y la adopción de la línea de uranio natural. Ambos elementos han sido largamente tratados por la historiografía local como uno de los principales condicionantes a la política nuclear argentina (Castro Madero y Takacs, 1991; Hurtado de Mendoza, 2009, 2012, 2014). A partir de entonces, el país quedaría excluido de las líneas de financiamiento norteamericano a la vez que comenzaba a ser objeto de una fuerte campaña de desprestigio en la prensa internacional a través del argumento de la proliferación nuclear con fines bélicos.

En el caso español sucedería exactamente lo contrario. Si durante los años de la autarquía la dictadura de Franco había promovido un modelo de desarrollo nuclear autónomo, dicha situación sería paulatinamente revertida tras los acuerdos militares y financieros concertados entre Washington y Madrid en 1953 y el Acuerdo de cooperación entre el Gobierno de España y el Gobierno de los Estados Unidos de América sobre usos civiles de la energía atómica,¹⁸ de julio de 1955. El acercamiento implicaba que el país retornaba a la escena internacional como miembro indiscutido de los principales foros y organizaciones nucleares creados durante las conferencias de Átomos para la Paz y fuertemente respaldado por la ayuda norteamericana. Mediante esta estrategia, Estados Unidos no solo se aseguraba una tajada del mercado nuclear español, sino que, en el contexto de la Guerra Fría, buscaba incorporar a la dictadura franquista bajo la órbita del bloque occidental (Rubio-Varas y De la Torre, 2014, p. 9).

115

17. La detonación china en 1964 aceleró la aparición del Tratado de No Proliferación Nuclear (TNP) bajo los auspicios de Estados Unidos y la Unión Soviética. Los países miembros se dividirían en dos grupos, a partir de los cuales les corresponderían obligaciones diferenciadas: por un lado, aquellas naciones que hasta el momento no habían desarrollado armas nucleares, tendrían prohibido fabricarlas, adquirirlas o almacenarlas, mientras que se les restringía el acceso a material fisionable; por otra parte, aquellos países que ya poseían armamento explosivo —Estados Unidos, Unión Soviética, Reino Unido, Francia y China— se comprometían a promover el uso pacífico de la actividad y llegar a un acuerdo para detener la carrera armamentística y, eventualmente, el desarme general (Castro Madero y Takacs, 1991, p. 32). La cuestión se tornó especialmente espinosa en torno a la tecnología de enriquecimiento de uranio. En tanto posible combustible para fabricar una bomba atómica, aquel eslabón del proceso fue considerado sensitivo y, por ende, vedado a los países que no pertenecían al pool nuclear.

18. Dicho acuerdo permitió relanzar el programa básico de desarrollo nuclear de la Universidad de Madrid, así como también la organización de un grupo dedicado al desarrollo de reactores atómicos de la JEN (Garrués-rurzun y Rubio-Mondéjar, 2017, p. 9).

En agosto de 1955, varios técnicos españoles viajaron a Harwell (Reino Unido) y Argonne con la finalidad de obtener experiencia de primera mano para operar reactores. Al año siguiente, la AEC negoció la primera ayuda técnica —calculada en 800.000 dólares—, que se dedicaría al establecimiento de un reactor de investigación (3.000 kW) proporcionado por General Electric Company (Garrués-Irurzun y Rubio-Mondéjar, 2017). Acorde con la política comercial de las compañías norteamericanas en los años 50 y 60, tanto Westinghouse como General Electric se dedicaron a colocar reactores de uranio enriquecido en el mercado español a través del esquema contractual “llave en mano” de precio fijo. Es decir, que el proveedor asumía los costos derivados de los retrasos de la obra, pero mantenía una importante participación en el dominio de los paquetes tecnológicos. Por otra parte, el financiamiento era asegurado a través del Eximbank y la banca privada de Nueva York (De la Torre y Rubio-Varas, 2018, p. 121).

De esta forma, y a diferencia de lo sucedido en Argentina, el PNE se articuló como ámbito de oportunidad para el estrechamiento de los lazos comerciales entre los poderosos consorcios estadounidenses y el *lobby* de empresas españolas. El contrapunto más ilustrativo de ambas trayectorias puede esbozarse a partir del debate por la elección de la tecnología a emplear para la instalación de los primeros reactores. En el caso argentino, las discusiones tuvieron lugar en el seno de la CNEA, pero incluyeron también a otros actores, como la Asociación de Profesionales de CNEA, creada en 1966 (APCNEA), la Secretaría de Energía y algunas empresas locales. Por un lado, se encontraban aquellos partidarios de desarrollar localmente un prototipo de reactor intermedio que permitiera más tarde dar el salto a la producción a escala, prescindiendo de la ayuda extranjera y apostando por la defensa a ultranza de un reactor nacional. Entre los exponentes del reactor *made in Argentina* se encontraban Dan Beninson (gerente de seguridad e inspección) y Celso Papadópolos (gerente de energía). Contrariamente, algunos integrantes consideraban que lo más sensato sería acortar camino mediante la compra de una central llave en mano. Esa corriente, liderada por Jorge Sabato¹⁹ (gerente de tecnología), se impuso finalmente, aunque con algunos matices (Fernández, 2010, pp. 14-15). A fin de propiciar la transferencia de tecnología y retener una cuota importante de participación nacional en la toma de decisiones, la CNEA se reservó el derecho de realizar el estudio de factibilidad. Por otra parte, se utilizó nuevamente la figura de “apertura del paquete tecnológico” para asegurar la participación de la industria local en las áreas menos complejas, como la ingeniería civil, los servicios auxiliares y algunos componentes. Como mencionamos anteriormente, la decisión de fabricar los elementos combustibles o importarlos se transformaba en un aspecto central de gran impacto económico.

Dentro de CNEA existía una clara preferencia por la línea de uranio natural, en tanto que el suministro de uranio enriquecido podría llegar a resultar comprometido en virtud de las turbulentas relaciones entre la Argentina y los Estados Unidos. Pero, a pesar de dichas consideraciones, la licitación iniciada en 1967 no restringió ninguna

19. Jorge Sabato fue un destacado intelectual argentino que intervino en los años fundacionales de la Comisión. Sus escritos y reflexiones en torno a los usos de la tecnología, las decisiones relativas a la construcción de reactores y la elección de combustibles nucleares lo transformaron en un referente e ideólogo del sector.

opción a fin de sacar partido de la competencia entre los proveedores. Según Sabato, este método sería útil para comparar el costo final de ambas opciones y determinar un “precio razonable” (Sabato, 1970, p. 69).

Sintomáticamente, se verifica la existencia de discusiones similares en el ámbito español. Durante la década de 1950, la JEN abogó por importar una línea tecnológica para la primera generación nuclear, la cuál sería sustituida por tecnología *made in Spain* luego de 1973. El proyecto, denominado DON —siglas de Deuterio Orgánico y Natural— fue abandonado en 1965 tras el giro desarrollista y la apertura a la inversión extranjera orquestada por la gestión de López Bravo (Garrués-Irurzun y Rubio-Mondéjar, 2018, p. 15; Romero de Pablos, 2012; Rubio-Varas y De la Torre, 2014, p. 14).²⁰ Como resultado, se priorizó la compra de reactores importados a través de contratos llave en mano que posibilitaran acortar camino en la carrera nuclear y adquirir paulatinamente los conocimientos a través del *learning by doing*.

Respecto de la elección de combustible, el empleo de uranio natural suponía fortalecer la opción autárquica del franquismo, ya que el país contaba con una importante cuota de recursos uraníferos. Esta alternativa era respaldada por gran parte de la JEN —con Otero Navascués a la cabeza—, el INI y el ala más conservadora de la dictadura. En cambio, la elección de una central de uranio enriquecido era defendida por los grandes consorcios de empresas nucleares españolas que venían entablado redes de negocio con las compañías norteamericanas desde principios de siglo. La discusión fue finalmente zanjada a favor de la segunda alternativa. En la medida en que comenzaban a implementarse políticas de corte desarrollista que favorecían a las empresas privadas y apuntaban a estrechar los vínculos con Estados Unidos, la elección de uranio enriquecido resulto funcional en todos esos frentes. Como veremos en el próximo apartado, si bien la decisión sometía al sector al dictado político, financiero y tecnológico norteamericano, indirectamente, reforzaba la iniciativa privada española (Garrués-Irurzun y Rubio-Mondéjar, 2018, p. 7).

117

3. El rol de las empresas locales en torno a las centrales Zorita y Garoña

En el caso español, la existencia de un *lobby* empresarial concentrado en torno al sector eléctrico puede verificarse desde principios del SXX. Al igual que sucedía en otros países de la periferia, sus orígenes se asocian al desembarco de capitales de origen extranjero —muy presentes hasta las nacionalizaciones de los 40—, pero también a la participación excepcional de los bancos vascos. Dado el peso en la economía y los altos niveles de rentabilidad que el sector exhibió hasta los 70, fue tempranamente incorporado como parte de la estrategia de maximización de beneficios a nivel de grupo implementada por los principales agentes financieros del país. Algunos aspectos del modelo de la ISI autárquica —como el fomento a la producción local de equipos y el proceso de nacionalizaciones encarado en los 40— permitieron a las empresas

20. Gregorio López-Bravo de Castro (1923-1985) fue nombrado ministro de industria en 1962. Su gestión se caracterizó marcó el comienzo de una transición al desarrollismo, dado que privilegiaba el rol del sector privado y la entrada de capitales y tecnología del exterior.

locales alcanzar altos niveles de concentración que se tradujeron en el monopolio casi absoluto de la actividad. Como correlato, en la medida en que se consolidaba el PNE, demostraron un temprano interés en participar del negocio nuclear, fundamentalmente a causa del carácter diversificado de sus actividades y la negativa a permitir el ingreso de nuevos competidores (De la Torre y Rubio-Varas, 2018, p. 110; Muñoz y Serrano, 1979).

En este contexto, en 1955 se creó la Comisión Asesora de Reactores Industriales (CADRI), que nucleaba a los representantes del *lobby* y actuaría, en principio, como órgano asesor de la JEN. Al año siguiente, mediante el Pacto de Olaveaga, comenzaba el reparto del mercado entre las grandes compañías del norte, centro y sur de España, interesadas en edificar Centrales Nucleares (Rubio-Varas y De la Torre, 2014, p. 10). Sin embargo, es claro que la relación entre la JEN, el INI y el CADRI no estaría exenta de tensiones y dificultades. La disputa se daba, fundamentalmente, por determinar qué grupo detentaría el rol directivo del PNE. Las empresas privadas no estaban de acuerdo con que el ente asesor del gobierno en materia nuclear fuera a su vez el encargado de su promoción industrial y, adicionalmente, consideraban que un programa de I+D nuclear de colaboración pública y privada podría menoscabar su monopolio sobre la distribución de electricidad en España (Garrués-Irurzun y Rubio-Mondéjar, 2018, p. 14).

La década de 1960 constituyó un punto de quiebre para la dinámica institucional inicial: si en un primer momento la JEN y el INI habían aspirado a centralizar todos los aspectos del PNE dentro de la órbita estatal, los cambios ocurridos en el contexto internacional y local configurarían un nuevo marco para la participación de las empresas privadas (Romero de Pablos, 2012). En efecto, por entonces el franquismo abandonaba las aspiraciones autárquicas y se embarcaba en un proceso de liberalización y apertura que —acompañado por el estrechamiento de los lazos comerciales con Estados Unidos y de acuerdo con lo aconsejado por el FMI y la OCDE— implicaba adoptar políticas de corte desarrollista. De esta forma, comenzaba a abonarse el terreno para alentar la inversión de empresas extranjeras e implementar una planificación industrial indicativa. Además, el Plan de Estabilización en 1959 y el Primer Plan de Desarrollo en 1963 modificaron sustancialmente la perspectiva de las necesidades energéticas para una economía que aceleraba su crecimiento. A partir de entonces, la energía nuclear no solo profundizaría el esfuerzo industrializador del país, sino que se configuraba como pieza estratégica del sector eléctrico (Rubio-Varas y De la Torre, 2014, p. 15).

Como respuesta lógica a los cambios en el contexto más general, también se modificaría la relación entre la JEN y el *lobby* empresario. A partir de 1957, la institución estatal fue puesta bajo la órbita del INI a la vez que el CADRI ampliaba sus prerrogativas en torno al PNE. Sintomáticamente, en esos años comenzaron a organizarse los principales consorcios nucleares que agruparon los intereses en juego de bancos y empresas: Centrales Nucleares del Norte S.A. (Nuclenor), Técnicas Atómicas S.A. (Tecnatom) y Centrales Nucleares S.A. (Cenusa). La firma Nuclenor se constituyó en 1956 a través de la asociación entre las empresas Iberduero y Electra de Viesgo y los bancos Vizcaya, Bilbao, Español de Crédito, Central y Santander. Ese mismo año, las firmas Hidroeléctrica Española S. L. (Hidro), la Unión Eléctrica

Madrileña y Sevillana de Electricidad, junto con los bancos Bilbao y Vizcaya crearon Cenusa. Finalmente, Tecnatom se fundó en 1957 como un centro de investigación participado por Babcock y Wilcox, Altos Hornos de Vizcaya, Uniquesa y la General Electric Española, junto con los bancos Hispano Americano y Urquijo. Los tres consorcios descriptos pasaron a representar sus intereses a través del Foro Atómico Español creado en 1961 (De la Torre, 2017, p. 39).

Este proceso implicó que, en pleno auge de las negociaciones por la instalación del primer reactor de potencia, fueran las empresas y los bancos locales —verdadero “poder en las sombras”— las que tomaran las principales decisiones en torno a cuestiones estratégicas, como, por ejemplo, la elección de la tecnología y el combustible a emplear (Garrués-Irurzun y Rubio-Mondéjar, 2017, p. 4). En este sentido, los consorcios eléctricos estaban interesados en la importación de reactores y componentes de origen norteamericano por tres motivos: adquirir el dominio de una tecnología cara y compleja; fortalecer las redes de negocios entabladas con Estados Unidos; y, finalmente, transformarse en intermediarios del financiamiento externo. Sintomáticamente, los gerentes de los consorcios mencionados —como Manuel Gutiérrez-Cortines (Nuclenor) y Jaime Mac Veigh (Tecnatom)— desempeñaron un papel fundamental como articuladores del PNE, la banca española, los organismos internacionales de asistencia tecnológica, la industria americana y a la financiación del Eximbank. Como resultado, cuando en 1957 se iniciaron las negociaciones para instalar dos reactores de potencia en el país, la preferencia por los modelos estadounidenses basados en uranio enriquecido era clara. Para completar el panorama, recordemos que, hasta fines de los 60, Europa no podía competir ni técnica ni financieramente con Norteamérica y tanto Westinghouse como General Electric tenían una fuerte presencia en el país a través de las redes de negocios establecidas con las empresas y los bancos nacionales (De la Torre y Rubio-Varas, 2018, p. 119).

119

El emplazamiento de las centrales —Zorita en el centro del país (Madrid) y Garoña en el Gran Bilbao en la costa cantábrica— se basó en la proximidad a los principales centros de consumo eléctrico, la existencia de ríos de gran caudal (el Tajo y el Ebro) y la capacidad fabril para cumplir con los objetivos de participación de la industria nacional. Mientras que para Zorita se seleccionó un reactor tipo BWR de 153 Mw. desarrollado por General Electric, en Garoña se apostó por un modelo PWR de 460 Mw. provisto por Westinghouse. A pesar de que se empleó la figura de compra “llave en mano” en ambos casos, los contratistas se comprometieron a adquirir localmente aquellos suministros que aprobaran el estándar de calidad. En promedio, la participación local en ambos proyectos fue cercana al 40%. Adicionalmente, por intermediación de Mac Veigh, los norteamericanos accedieron a subcontratar a Tecnatom para que actuase como consultora del Proyecto Zorita, supervisando la construcción y realizando el seguimiento de todas las fases de la central. Desde el punto de vista financiero, el grueso de ambos proyectos fue cubierto por préstamos del Eximbank con tasas de interés del 6%. Además, mientras que Westinghouse logró el apoyo del Chase Manhattan Bank, Garoña obtuvo el crédito secundario a través de la matriz americana de General Electric y su filial en Alemania (GE Technical Services).

A diferencia de lo sucedido en Argentina, fueron los consorcios privados Unión Eléctrica Madrileña y Nuclenor los que actuaron como comitentes de los proyectos

Zorita y Garoña, respectivamente. A su vez, los bancos asociados a cada consorcio licitante se desempeñaron como intermediarios del crédito norteamericano: Hispano Americano y Urquijo en Zorita y Bilbao, Vizcaya, Santander, Español y Central en Garoña. De esta forma, Zorita fue conectada a la red en 1969 y Garoña en 1971 a través de un modelo que tendía a reforzar la dependencia al exterior en materia de innovación, patentes y conocimiento (De la Torre y Rubio-Varas, 2018, p. 115). Mientras tanto, el aparato científico-técnico de la JEN procuró reinventarse a través de la nacionalización de algunas fases del ciclo del uranio y la fabricación de concentrados minerales y combustibles (Garrués-Irurzun y Rubio-Mondéjar, 2018, p. 9).

4. La Central Atucha I y la política de promoción industrial

A pesar de la inestabilidad política que caracterizó a la Argentina entre 1955 y 1976, el contexto económico de mediados de los 60 se revelaba sumamente propicio para los grandes emprendimientos eléctricos. Desde la década anterior, el proceso de nacionalizaciones y la ampliación de la participación del Estado en el sector eléctrico en detrimento del capital extranjero implicaron el surgimiento de una planificación energética centralizada con miras al autoabastecimiento y la diversificación de la matriz. Mientras que empresas públicas como Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires S.E. (SEGBA), Gas del Estado S.E. y Agua y Energía S.E. nucleaban casi la totalidad de la distribución²¹ y generación térmica, el resto de la actividad se repartía entre Hidronor, la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (complejo hidroeléctrico binacional Salto Grande), la Entidad Binacional Yaciretá (complejo hidroeléctrico binacional Yaciretá) y la CNEA. Como consecuencia, desde el punto de vista de la generación, casi la totalidad de la energía obtenida era operada a través de empresas estatales.

Al igual que sucedía en España, el desarrollismo comenzaba a tener un impacto relevante en la economía argentina al finalizar la década de 1950. Aunque distanciados del estructuralismo y la CEPAL, el presidente Arturo Frondizi (1958-1962) y el secretario de relaciones socioeconómicas Rogelio Frigerio (1958) abogaron por financiar el salto en el proceso de industrialización a través de la inversión privada extranjera en las industrias básicas —acero, petróleo y química— y la integración de la industria nacional. Algunos años más tarde, el gobierno de la “Revolución Argentina” (1966-1969) encaró megaproyectos en rubros estratégicos —camino, puentes, represas, viviendas y escuelas— que consolidarían la alianza entre el Estado y sus proveedores de bienes y servicios (Basualdo, 2013, p. 60). Durante el período posterior, y hasta el final del Tercer Mandato Peronista (1973-1974), el crecimiento industrial continuó bajo un programa de protección para la industria local que volvía a privilegiar los capitales nacionales por sobre los extranjeros a la vez que el Estado frenaba el proceso de desnacionalización a través de políticas de promoción industrial específicas. Sin embargo, a pesar de que la ISI había fortalecido el crecimiento de

21. Respecto de la transmisión y distribución, existían empresas y organismos provinciales o municipales que cubrían ciertas regiones, como EPEC (Córdoba) y DEBA (Buenos Aires).

un tejido industrial integrado y diversificado, el sector manufacturero aún no lograba adquirir la capacidad competitiva que le permitiera colocar sus bienes en el exterior, dado que las exportaciones solo representaban el 2% del total de la producción industrial (Belini, 2017, pp. 323-356).

En este contexto, las diferencias con el caso español resultan claras. En primer lugar, porque en Argentina no existían poderosas corporaciones industriales y financieras capaces de desempeñar un rol directivo en el PNA. De hecho, hacia fines de los 60, la casi totalidad del sector eléctrico se encontraba en manos de empresas públicas. En este panorama, la CNEA en tanto institución de I+D estatal fue la entidad encargada de actuar como comitente de los proyectos para las centrales nucleares. Además, la ausencia de dichos actores implicó que el Estado se comprometiera activamente para fomentar la iniciativa y la participación de la industria local a través de una variada gama de políticas públicas.

Como comentamos anteriormente, en CNEA se analizaron dos tipos de reactores para instalar la primera central nuclear —de uranio natural y enriquecido— en dos niveles de potencia —300 MW y 500MW— determinados por la capacidad de la red. La región elegida para el emplazamiento fue Gran Buenos Aires-Litoral en tanto acaparaba gran parte de la demanda eléctrica nacional y, a su vez, poseía un sistema eléctrico capaz de soportar la contribución de la futura central. Si bien la licitación no fue restringida a ninguna tecnología en particular, se priorizaron algunos elementos en la decisión: el método de financiamiento ofrecido por el proveedor; las posibilidades de participación de la industria local, tanto en la obra como en la construcción de los elementos combustibles; y, finalmente, la aceptación del estudio de factibilidad realizado por CNEA. Además, se estipulaba un plazo de entrega de entre 48 y 52 meses. En total, se recibieron 17 proyectos de diez firmas, que incluían a Westinghouse (Estados Unidos), General Electric (Estados Unidos), UKAEA (Reino Unido), Associated Nuclear Constructors (Canadá), Siemens (Alemania Federal) y AEG (Alemania Federal). Si bien Francia participó de la licitación, las negociaciones fueron suspendidas en forma unilateral y sin demasiadas explicaciones (Sabato, 1973).

Las opciones norteamericanas fueron descartadas porque empleaban uranio enriquecido y no brindaban garantías en la provisión de suministro. En el caso de la UKAEA, esa dificultad fue salvada a través de un convenio trilateral respaldado por el gobierno británico. Sin embargo, la oferta resultó desestimada por la negativa de los ingleses a aceptar condiciones respecto de la cuestión financiera y la participación de la industria local. De las tres propuestas restantes basadas en la tecnología de uranio natural, la decisión se inclinó a favor de la oferta de Siemens AG por varios motivos. A pesar de que se trataba de la primera experiencia de Alemania Federal como exportadora de reactores y la usina era única en su tipo, la firma accedió a las condiciones de participación de la industria local y se negoció que no habría dominios reservados. De esta forma, los técnicos de CNEA podrían viajar a Siemens para adquirir directamente el *know how* de la tecnología. Respecto del financiamiento, la empresa se haría cargo del 100% hasta pasados los seis primeros meses de puesta en marcha y operación de la central, de forma tal que CNEA se aseguraba de que la empresa cumpliera con los plazos de entrega. En total, Siemens aportaba 70 millones

de dólares para la construcción de la planta y 35 más para la construcción de una planta piloto de agua pesada y combustible, suma que se devolvería en 20 años a una tasa del 6% de interés, similar a la ofrecida en España por el Eximbank (Sabato, 1970, p. 129).

Cabe destacar que las concesiones favorables otorgadas en materia de financiamiento y transferencia de tecnología respondían a las intenciones del Alemania Federal de posicionarse como exportadores de reactores en la periferia, motivo por el cual Siemens gozaba de total respaldo por parte de su gobierno. De esta forma, las condiciones del mercado internacional de reactores, signado por la puja comercial entre proveedores, propiciaron un clima favorable para la cooperación y la transferencia de tecnología entre ambos países. Como resultado, en febrero de 1968 se aceptó la oferta de Siemens Aktiengesellschaft y la central se emplazó en la localidad de Lima, Zárate, sobre el margen derecho del río Paraná de las Palmas en los terrenos de Atucha.

Respecto de la participación de la industria, la Ley del “Compre Nacional” institucionalizaba la política de apertura del paquete tecnológico y permitía que los productos argentinos compitieran con los suministros alemanes.²² El Estado se comprometía a subsidiar la producción pagando la diferencia de precio cuando los componentes locales fueran más caros que los importados. Adicionalmente, se otorgaban ciertos beneficios a los proveedores nacionales, como el reintegro o la exención de impuestos y el derecho de importación para aquellos materiales requeridos por la industria local que no se fabricaban en el país.²³ Como resultado, el reactor de la Central Atucha I alcanzó la primera criticidad el 13 de enero de 1974 y, si bien contó con un grado de participación de industrias nacionales similar a España — del 40%—, se trató de un proyecto íntegramente gestionado y operado por el Estado a través de CNEA (Baez *et al.*, 1973, p. 6).

122

Reflexiones finales

A todas luces, el sector público desempeñó un papel indiscutido en ambos programas nucleares a través de instituciones especializadas como la JEN y CNEA. Dichos organismos nacieron con una importante cuota de autonomía a la vez que se perfilaban como entes destinados a centralizar todos los aspectos del programa nuclear. Mientras que aquella tendencia se verificó en el caso argentino hasta por lo menos 1984, no sucedió lo mismo en España. La gran clave explicativa radica, a nuestro entender, en el rol directivo desempeñado por los grandes consorcios privados. Volveremos al tema más adelante.

Durante la primera etapa, el grueso de los esfuerzos se orientó, naturalmente, a conformar la base científica y tecnológica del sector nuclear. A fin de formar recursos

22. Ley 18875, Boletín Oficial de la República Argentina, 5 de enero de 1970.

23. Ley 18.243, Boletín Oficial de la República Argentina, 17 de junio de 1969; DPE 3059/69, Boletín Oficial de la República Argentina, 17 de junio de 1969.

humanos cualificados y especializados en la disciplina, el envío de jóvenes científicos a centros de renombre y la convocatoria de especialistas del exterior se transformaron en los mecanismos comunes del quehacer institucional. En este sentido, pareciera que la Argentina llevó, momentáneamente, la delantera: la gran cantidad de trabajos presentados en Ginebra podrían ser sintomáticos de dicha tendencia. Sin embargo, al promediar la década de 1960, y en la medida en que comenzaba a plantearse la necesidad de instalar centrales de potencia, algunos de los elementos característicos de los primeros años de vida de los programas nucleares irían a modificarse.

A lo largo del trabajo, planteamos que existieron dos aspectos centrales en ambos casos de estudio: la elección de la tecnología a emplear y el acceso al financiamiento externo. En la medida en que tanto la JEN como la CNEA abandonaban la vocación por el desarrollo de reactores con tecnología propia y apostaban a la transferencia de conocimientos desde el exterior, surgía la problemática por definir un socio comercial. En el caso argentino, la historia previa de las relaciones con Estados Unidos, así como la negativa a someterse al TNP, configuraron un ambiente tenso para las negociaciones. Como resultado, se realizaron esfuerzos para concertar negocios con otros proveedores que accedieran a vender centrales bajo el esquema de apertura del paquete tecnológico y otorgaran una cuota importante de financiamiento. Pero, más significativo aún, cabe destacar que dichas decisiones fueron tomadas fundamentalmente por los científicos, técnicos y militares nucleados en torno a CNEA, dejando poco margen de participación a otros actores que no tenían demasiada injerencia sobre el PNA, fundamentalmente las empresas locales.

Las relaciones entre Estados Unidos y España, en cambio, resultaron mucho más favorables tras el abandono de la autarquía. Esto sucedió porque el país ibérico cobraba otra importancia en el contexto europeo, transformándose en una pieza central de la estrategia política estadounidense. De hecho, la dictadura franquista se reveló muy pronto como un socio comercial sumamente dispuesto a aceptar el financiamiento y la tecnología del país norteamericano, aun a costa de profundizar la dependencia hacia el exterior. La elección de la tecnología de uranio enriquecido —en un país que, además, contaba con un territorio rico en recursos uraníferos que podrían envasarse localmente— resulta sumamente ilustrativa. La cuestión que explica dicha tendencia se relaciona estrechamente con el comportamiento del *lobby* empresarial. He aquí, entonces, la clave explicativa más poderosa para comprender la encrucijada de los programas nucleares analizados. En el caso español, los grandes consorcios eléctricos no solo actuaron como intermediarios de los intereses de las compañías norteamericanas, sino que, además, lograron desempeñar un rol directivo en el PNE. De esta forma, la ejecución del programa nuclear, aunque formalmente regulado por el Estado, fue gestionada en su ámbito comercial de forma privada por las compañías eléctricas españolas que resultaron beneficiarias de los créditos del Eximbank (Garrués-Irurzun y Rubio-Mondéjar, 2017, p. 4). Dicho comportamiento fue posible en tanto que los consorcios mencionados detentaban una trayectoria previa en el sector eléctrico: para 1950, no solo se encontraban notablemente concentrados, sino que, además, poseían vasta experiencia en el *management* de grandes proyectos energéticos.

En el caso argentino, en cambio, la centralización de la generación de energía en manos del Estado, la ausencia de grandes consorcios de empresas, la poca competitividad de las manufacturas y la escasez de capitales de origen nacional se tradujeron en dos rasgos notorios: por un lado, en que el programa nuclear fue claramente centralizado por un ente estatal —CNEA—, aún en detrimento de otros actores. Si bien las decisiones en materia de tecnología y combustible aseguraron una importante cuota de autonomía, era claro que la expansión del parque nucleoelectrico tropezaría con dificultades de orden financiero y burocrático en el futuro. En segunda instancia, dichas características del panorama industrial implicaron que el Estado destinara un sobre costo adicional para subsidiar los componentes de origen local. Gracias a su intermediación, el grado de participación de la industria local fue muy similar al del caso español. Sin embargo, resulta significativo que ningún grupo empresario local logró posicionarse como consultor o comitente del proyecto.

Como conclusión, podemos afirmar que el principio de variación empleado nos permitió identificar algunas claves explicativas para comprender las decisiones tomadas en cada caso, las consecuencias y los intereses de los actores en juego. De esta forma, podemos afirmar que en el PNE logró instalar una gran cantidad de centrales en muy poco tiempo con una gran participación del *lobby* eléctrico local, pero a costa de estrechar la dependencia tecnológica y financiera hacia el exterior. Por otra parte, el PNA obtuvo resultados más modestos y se configuró como un ámbito sumamente dependiente de las erogaciones estatales, logrando en cambio una importante cuota de autonomía en materia de decisiones tecnológicas.

124

Finalmente, además de arrojar luz sobre ciertos aspectos particulares de ambas trayectorias, consideramos que dicho análisis comparativo se perfila como un territorio fértil para ampliar las indagaciones en el futuro e invita a reflexionar sobre cuestiones más generales como la dependencia tecnológica, el rol del Estado en la planificación económica y la dinámica con que operan los grandes consorcios privados.

Bibliografía

Adler, E. (1988). State Institutions, Ideology, and Autonomous Technological Development: Computers and nuclear energy in Argentina and Brazil. *Latin American Research Review*, 23(2), 59-90.

APCNEA (1972). *Política Nuclear Argentina. Anexos técnicos*. Buenos Aires: APCNEA.

Baez, J., Darnond, L., Grasso, H., Quihillalt, O., Sarrate, M. y Wortman, O. (1973). *Participación de la Industria argentina en la Central Nuclear Atucha y futuras*. Buenos Aires: CNEA.

Balogh, B. (1991). *Chain Reaction: Expert Debate and Public Participation in American Commercial Nuclear Power*. Cambridge: Cambridge University Press.

Basualdo, E. (2013). Estudios de historia económica argentina. Desde mediados del siglo XX a la actualidad. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.

Belini, C. (2017). Historia de la Industria en la Argentina. Buenos Aires: Sudamericana.

Botana, N. y Sabato, J. (1975). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. En J. Sabato (Comp.), El Pensamiento Latinoamericano en la problemática Ciencia-Tecnología-Desarrollo-Dependencia. Buenos Aires: Edigraf.

Castro Madero, C. y Takacs, E. (1991). Política nuclear argentina ¿avance o retroceso? Buenos Aires: Instituto de Publicaciones Navales.

Catalan, J. (1993). Economía e industria: la ruptura de posguerra en perspectiva comparada. Revista de Historia Industrial, 4, 111-142.

Catalan, J. (1995). La economía española y la segunda guerra mundial. Barcelona: Ariel.

Coll, J. y Radicella, R. (2000). La actividad nuclear en Argentina. Una breve reseña. Ciencia e Investigación, 53(3-4), 38-43.

De La Torre, J. (2017). Who was Who in the Making of Spanish Nuclear Programme, c.1950–1985. En M. Rubio-Varas y J. De La Torre (Eds.), The economic history of nuclear energy in Spain (33-65). Londres: Palgrave.

De La Torre, J. y Rubio-Varas, M. (2015). La financiación exterior del desarrollo industrial español a través del IEME (1950-1982). Madrid: Banco de España.

De La Torre, J. y Rubio-Varas, M. (2018). Electricidad nuclear y procesos de aprendizaje: el papel de Westinghouse y de General Electric en la experiencia española (c. 1955-1973). Revista de Historia Industrial, 74, 107-136.

Destanne De Bernis, G. (1971). Les industries industrialisantes et les options algériennes. Revue Tiers Monde, 545-563.

Escudé, C. (1988). El boicot norteamericano a la Argentina en la década del 40. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.

Escudé, C. y Cisneros, A. (2003). Historia General de las Relaciones exteriores de la República Argentina. Parte III: Las Relaciones exteriores de la Argentina subordinada: 1943-1989. Buenos Aires: Nuevo Hacer.

Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of university-industry-government relations. Research Policy, 2(29), 109-123.

Fernández, J. (2011). Importación de tecnologías capital-intensivas en contextos periféricos: el caso de Atucha I (1964-1974). Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS, 16(6), 9-37.

Fodor, J. y O'Connell, A. (1973). La Argentina y la economía atlántica en la primera mitad del siglo XX. *Desarrollo Económico*, 49(13), 3-65.

Frewer, H. y Altvater, W. (1977). Technology transfer by industry for the construction of nuclear power plants. *Annals of Nuclear Energy*, 6-8(4), 235-248.

Gadano, N. (2006). *Historia del petróleo en la Argentina. 1907-1955: Desde los inicios*. Buenos Aires: Edhasa.

Garrués-Irurzun, J. y Rubio-Mondéjar, J. (2017). La iniciativa privada en el Programa Nuclear Español: reflexiones en torno al contexto institucional y empresarial. XII Congreso de la Asociación Española de Historia Económica. Salamanca: Asociación Española de Historia Económica.

Garrués-Irurzun, J. y Rubio-Mondéjar, J. (2018). Entre el Estado empresario y el Estado regulador. El encaje de intereses privados en el primer programa nuclear español (c. 1951-1964), working paper, Faculty of Economics and Business.

Hagood, J. (2006). Why does Technology transfer fail? Two Technology Transfer Projects from Peronist Argentina. *Comparative Technology Transfer and Society*, 4(1), 73-98.

Harriague, S., Quilici, D. y Sbaffoni, M. (2008). Estilos socio-técnicos en el sector nuclear argentino. Crisis y sustentabilidad. XXI Jornadas de Historia Económica. Caseros: Universidad Nacional de Tres de Febrero.

Hurtado De Mendoza, D. (2009). La construcción de la Argentina como país proliferador. *Voces del Fénix*, 24.

Hurtado De Mendoza, D. (2010). *La Ciencia Argentina, un Proyecto inconcluso (1930-2000)*. Buenos Aires: Edhasa.

Hurtado De Mendoza, D. (2012). Cultura tecnológico-política sectorial en el contexto semiperiférico: el desarrollo nuclear en la Argentina (1945-1994). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 21(7), 163-192.

Hurtado De Mendoza, D. (2014). El sueño de la Argentina atómica. Política, tecnología nuclear y desarrollo nacional (1945-2006). Buenos Aires: Edhasa.

Hurtado De Mendoza, D. y Romero De Pablos, A. (2012). Desarrollo nuclear en México, Brasil, España y la Argentina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 21(7), 83-93.

IAEA. (2018). *Country Nuclear Power Profiles. Edition 2018*. Viena: IAEA.

López Dávalos, A. y Badino, N. (2000). *J. A. Balseiro: crónica de una ilusión. Una historia de la física en la Argentina*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Lugones, M. (2015). Política nuclear y valorización financiera (1976-2003): ¿hacia una nueva estrategia de desarrollo? V Jornadas de Historia de la Industria y los Servicios. Buenos Aires.

Maddison Project Database (2014). The Maddison Project: collaborative research on historical national accounts. *The Economic History Review*, 67(3), 627–651.

Mariscotti, M. (1984). El secreto atómico de Huemul. Crónica del origen de la energía atómica en la Argentina. Buenos Aires: Sudamericana y Planeta.

Marzorati, Z. (2012). Plantear Utopías. La conformación del campo científico-tecnológico nuclear en Argentina (1950-1955). Buenos Aires: CICCUS y CLACSO.

Miranda Encarnación, J. (2003). El fracaso de la industrialización autárquica. En C. Barciela López (Coord.), *Autarquía y mercado negro: el fracaso económico del primer franquismo, 1939-1959* (95-122). España: Crítica.

Muñoz, J. y Serrano, Á. (1979). La configuración del sector eléctrico y el negocio de la Construcción de Centrales Nucleares. *Cuadernos de Ruedo Ibérico*, 63-69, 127-267.

Muñoz Delgado, B. y Rubio-Varas, M. (2017). Electricity planning, from dictatorship to democracy: promises and realities. XII Congreso de la Asociación Española de Historia Económica. Salamanca: Asociación Española de Historia Económica.

Presas I Puig, A. (2017). Human Capital and Physics Research for the Spanish Nuclear Program. En M. Rubio-Varas y J. De La Torre (Eds.), *The Economic History of Nuclear Energy in Spain. Governance, Business and Finance* (97-118). Londres: Palgrave.

PRIS (2017). World Statistics Power Reactor Information System. Recuperado de: <https://pris.iaea.org/PRIS/home.aspx>.

Quilici, D. (2010) La fabricación de los elementos combustibles para los reactores nucleares de potencia en Argentina: Un caso de inversiones productivas realizadas por un organismo de ciencia y técnica. *Revista de la CNEA*, 23-39.

Rapoport, M. y Spiguel, C. (2009). La Argentina y el Plan Marshall: promesas y realidades. *Revista Brasileira de Política Internacional*, 52(1), 5-28.

Rodríguez, M. (2014). Avatares de la energía nuclear en Argentina. Análisis y contextualización del Plan Nuclear de 1979. *Revista H-industri@*, 15(8), 30-55.

Rodríguez, M. (2015a). La política científica y tecnológica luego del retorno de la democracia y su impacto en la Comisión Nacional de Energía Atómica. En C. Lértora (Comp.), *Política científica y tecnológica. Estado y Sociedad Civil Intelectual* (79-92). Mendoza: FEPAL.

Rodríguez, M. (2015b). ¿Reforma administrativa o desmembramiento? La reorganización de la Comisión Nacional de Energía Atómica en el marco del Estado Neoliberal en Argentina (1994). *Revista Brasileira de História da Ciência*, 8(1), 83-99.

Rodríguez, M. (2019). Ciencia y Tecnología para el desarrollo industrial: la consolidación de empresas mixtas en torno a la actividad nucleoelectrónica (1976-2001). En J. Odisio y M. Rougier (Eds.), *Estudios sobre planificación y desarrollo económico. Aportes para un diseño institucional estratégico*. Buenos Aires: Lenguaje Claro.

Romero De Pablos, A. (2000). Un viaje de José María Otero Navascués. Los inicios de la investigación de la energía nuclear en España. *Arbor: Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 659-660(167), 509-525.

Romero De Pablos, A. (2012). Poder político y poder tecnológico: el desarrollo nuclear español (1950-1975). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad — CTS*, 21(7), 141-162.

Rubio-Varas, M. y De La Torre, J. (2014). El Estado y el desarrollo de la energía nuclear en España, c. 1950-1985. *Asociación Española de Historia Económica*.

Rubio-Varas, M. y De La Torre, J. (2017a). Seeking the Perennial Fountain of the World's Prosperity. The economic history of nuclear energy in Spain (1-32). Londres: Palgrave.

128

Rubio-Varas, M. y De La Torre, J. (2017b). Spain – Eximbank's Billion Dollar Client. The Role of the US Financing the Spanish Nuclear Program. En A. Beltran, L. Laborie, P. Lanthier y S. Le Gallic (Eds.), *Electric Worlds/Mondes électriques. Creations, Circulations, Tensions, Transitions (19th–21st)* (245-269). Bern: Peter Lang.

Sabato, J. (1970). Para el prontuario del Plan Nuclear argentino. *Ciencia e Investigación*, 1(1), 69.

Sabato, J. (1973). Quince años de metalurgia en la Comisión Nacional de Energía Atómica. *Ciencia Nueva*, 15, 1-19.

Saz Campos, I. (1993). La guerra fría. *Historia del Mon Contemporani* (227-255). Valencia: Generalitat Valenciana.

Schneider, B. (1999). Las relaciones entre el estado y las empresas y sus consecuencias para el desarrollo: una revisión de la literatura reciente. *Desarrollo Económico*, 153(39), 45-77.

Shrader Frechette, K. (1983). *Energía nuclear y bienestar público. Problemas éticos y sociales de la tecnología de fisión*. Madrid: Alianza Universidad.

Solberg, C. (1986). *Petróleo y nacionalismo en la Argentina*. Buenos Aires: Hyspamérica.

Solingen, E. (1996). *Industrial Policy, Technology, and International Bargaining: Designing Nuclear*. Stanford: Stanford University Press.

Stanley, R. (2004). Transferencia de tecnología a través de la migración científica: ingenieros alemanes en la industria militar de Argentina y Brasil (1947-1963). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 2(1), 21-46.

Tilly, C. (1991). *Grandes estructuras, procesos amplios, comparaciones enormes*. Madrid: Alianza.

Cómo citar este artículo

Rodríguez, M. R. (2021). El rol de las empresas privadas en la encrucijada tecnológica nuclear. Una mirada comparativa de los casos argentino y español (1950-1974). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(48), 105-129.

El impacto de las políticas de promoción sobre el sector productivo argentino: el caso de la nanotecnología (2003-2018) *

O impacto das políticas de promoção no setor produtivo argentino: o caso da nanotecnologia (2003-2018)

The Impact of Promotional Policies on the Argentine Productive Sector: The Case of Nanotechnology (2003-2018)

Sofya Surtayeva **

Las políticas tecnológicas necesarias para impulsar el cambio tecnológico constituyen una debilidad persistente en América Latina. Este trabajo discute el problema que enfrentan países en desarrollo como Argentina en el desafío de desarrollar capacidades organizacionales e institucionales que posibiliten el acceso a las tecnologías de frontera. En concreto, reconstruye la trayectoria de la nanotecnología en la Argentina en el período 2003-2018, centrándose en las sucesivas reformulaciones de las políticas públicas de promoción de la nanotecnología y en las capacidades organizacionales e institucionales de gestión de la tecnología para cumplir con los objetivos, en pos de determinar cuál fue el aporte de la nanotecnología al cambio tecnológico. Luego de evaluar el impacto de las dos iniciativas más importantes de promoción al área nanotecnológica sobre el sector productivo —los Fondos Argentinos Sectoriales y la Fundación Argentina de Nanotecnología—, se concluye que las políticas implementadas impactaron en la producción de un conjunto heterogéneo de casos testigo a nivel empresarial, mientras que el principal objetivo centrado en mejorar la competitividad de la economía se mantiene fuera del alcance de las capacidades vigentes a la fecha.

131

Palabras clave: nanotecnología; Fondos Argentinos Sectoriales; Fundación Argentina de Nanotecnología

* Recepción del artículo: 12/02/2020. Entrega de la evaluación final: 26/03/2020.

** Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y CONICET, Argentina. Correo electrónico: sofya.surtayeva@gmail.com. El presente artículo se basa en la investigación desarrollada por la autora en el marco de la tesis titulada: *Cambio tecnológico y capacidades políticas, institucionales y organizacionales: análisis de la evolución de la nanotecnología en la Argentina (2003-2015)*, cuya defensa en la Universidad Nacional de Quilmes, el 18 de diciembre de 2019, le permitió la obtención del título de doctora en ciencias sociales y humanas.

As políticas tecnológicas necessárias para impulsionar a mudança tecnológica constituem uma fraqueza persistente na América Latina. Nesse sentido, este trabalho procura discutir o problema enfrentado por países em desenvolvimento como a Argentina, que é o desafio de desenvolver capacidades organizacionais e institucionais que permitam o acesso às tecnologias de fronteira. Especificamente, o trabalho reconstrói a trajetória da nanotecnologia na Argentina no período 2003-2018, com foco nas sucessivas reformulações de políticas públicas para a promoção da nanotecnologia e nas capacidades organizacionais e institucionais da gestão da tecnologia para cumprir os objetivos, a fim de determinar qual foi a contribuição da nanotecnologia para a mudança tecnológica. Depois de avaliar o impacto das duas iniciativas mais importantes para promover a área de nanotecnologia no setor produtivo — os Fundos Setoriais Argentinos e a Fundação Argentina de Nanotecnologia — conclui que as políticas implementadas impactaram na produção de um conjunto heterogêneo de casos testemunhais no nível empresarial, enquanto o principal objetivo focalizado em melhorar a competitividade da economia permanece fora do escopo das capacidades existentes até o momento.

Palavras-chave: nanotecnologia; Fundos Setoriais Argentinos; Fundação Argentina de Nanotecnologia

The technological policies necessary to drive technological change constitute a persistent weakness in Latin America. This paper discusses the problem faced by developing countries such as Argentina in their intent to develop organizational and institutional capacities that allow access to frontier technologies. Specifically, it reconstructs the trajectory of nanotechnology in Argentina in the period 2003-2018, focusing on the successive reformulations of public policies for the promotion of nanotechnology and the organizational and institutional capacities of technology management, in order to determine the contribution of nanotechnology to technological change. After evaluating the two most important initiatives to promote nanotechnology on the productive sector —the Argentine Sectoral Funds and the Argentine Foundation of Nanotechnology—, it is concluded that the policies implemented impacted on the production of a heterogeneous set of witness cases at business level, while the main objective focused on improving the competitiveness of economy remains outside the scope of the existing capacities to date.

Keywords: nanotechnology; Argentine Sectoral Funds; Argentine Foundation of Nanotechnology

1. Los inicios de las políticas de nanotecnología en Argentina

Durante la década de 1990, bajo el liderazgo de Estados Unidos, las economías centrales asumieron la nanotecnología como potencial tecnología de propósito general (TPG), que es aquella tecnología que realiza alguna función genérica vital capaz de dinamizar de forma transversal muchos sectores de la actividad económica, ya sea a través de nuevos productos o sistemas de producción (Bresnahan y Trajtenberg, 1995). Esta orientación marcó un salto de escala en el financiamiento de esta nueva tecnología en las economías centrales como sector emergente del conocimiento (Motoyama *et al.*, 2011).¹ Detrás de esta tendencia, desde finales de la década de 1990, las primeras iniciativas de promoción de la nanotecnología en América Latina comienzan a ser impulsadas por el discurso de algunos organismos internacionales como el Banco Mundial y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (Foladori *et al.*, 2008).

En América Latina, Brasil, México y Argentina concentran la mayor parte de las actividades en nanotecnología de la región. Sin embargo, si bien en la retórica oficial de estos países se justifica la necesidad de invertir en nanotecnología por el impacto que produciría en la mejora de la competitividad de sus economías en el corto plazo, la evolución de las políticas de nanotecnología en la región incluyó componentes importantes de integración subordinada, a través de agendas y proyectos de colaboración, a las redes académicas de nanotecnología de las economías centrales (Delgado, 2007, p. 173; Foladori e Invernizzi, 2013, p. 37).

En Argentina la nanotecnología se incorporó a la agenda de políticas públicas recién en 2004 —algunos años más tarde que en Brasil o México— a través del Programa de Áreas de Vacancia (PAV) impulsado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), como consecuencia de la crisis política, económica y social de 2001 que sumió al país en un caos institucional. En aquel entonces el país no contaba con estudios prospectivos en temáticas de ciencia y tecnología ni tampoco contaba con capacidades estratégicas de planificación a largo plazo de las mismas. En consecuencia, las políticas se orientaron en mayor medida a resolver problemas de corto plazo y no al desarrollo de capacidades estratégicas interdisciplinarias en áreas de I+D, como la nanotecnología. Como resultado, las primeras iniciativas de políticas de promoción de la nanotecnología estuvieron impulsadas por la comunidad científica, orientadas a la nanociencia. Este rasgo puede verse en el PAV, impulsado por científicos, que financió la creación de las primeras cuatro redes de investigación en nanotecnología sin vinculación con demandas sociales o productivas locales, cuyos resultados más destacables fueron la articulación entre investigadores de diferente formación profesional, pero cuyas temáticas de investigación confluían en la nanociencia (Andrini y Figueroa, 2008; Vila Seoane, 2011).

1. En agosto de 2000, en Estados Unidos se formaliza la National Nanotechnology Initiative (NNI) como parte del diseño de una red compleja de organizaciones donde intervienen múltiples agencias, que fue acompañada por financiamiento público creciente (NNI, 2006, pp. 29-30). Los fondos pasaron de 255 millones de dólares en 1999, a 464 millones en 2001 y a 1781 millones en 2010, "una de las mayores inversiones del gobierno [norteamericano] en tecnología desde el programa Apolo" (Motoyama *et al.*, 2011, p. 110). Acumulativamente, la NNI recibió un total de más de 25.000 millones de dólares desde su inicio en 2001 hasta 2017 (NSTC, 2017).

En paralelo, otra iniciativa para impulsar la nanotecnología provino de un grupo de investigadores del Instituto Balseiro, que proponía montar un laboratorio limpio en colaboración con la empresa multinacional Lucent Technologies (ex Bell Laboratories) para medición y caracterización de los desarrollos de esta empresa. La demanda fue dirigida al entonces titular del Ministerio de Economía y Producción (MinEyP), Roberto Lavagna. En consecuencia, a fines de 2004, Lavagna anunció el lanzamiento de un plan de desarrollo de la nanotecnología a partir de la asociación con Lucent, que haría posible, se sostenía, la fabricación en el país de semiconductores y *chips* (*Página/12*, 2004), aunque en realidad la fabricación y el desarrollo quedarían excluidos de Argentina. A pesar de ello, en abril de 2005, el MinEyP creaba por decreto la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) bajo la figura jurídica de entidad de derecho privado sin fines de lucro como emprendimiento asociado a la transnacional Lucent y dependiente del MinEyP.² Según el decreto, el objetivo de la FAN sería “sentar las bases y promover el desarrollo de infraestructura humana y técnica” en el país y alcanzar “condiciones para competir internacionalmente en la aplicación y desarrollo de micro y nanotecnologías que aumenten el valor agregado de productos destinados al consumo interno y la exportación”. Como capital inicial, el Estado argentino se comprometía a aportar 10 millones de dólares durante los primeros cinco años de funcionamiento de la entidad.³

Creada la FAN, se generaron cuestionamientos provenientes desde la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados de la Nación, alegando que la FAN había sido creada “por fuera del marco legal que regula las actividades de ciencia, tecnología e innovación productiva” y sin la participación de la SECyT.⁴ Una diputada cuestionó la magnitud de los fondos asignados, solicitando un informe al Poder Ejecutivo Nacional (*El Litoral*, 2005). A comienzos de junio, como respuesta, el Parlamento argentino elaboró un proyecto de ley que impulsaba el Plan Nacional Estratégico de Desarrollo de las Micro y Nanotecnologías que, si bien no fue aprobado, sentó las bases para la reformulación de la política de nanotecnología (Lugones y Osycka, 2018) e introdujo la caracterización de la nanotecnología como “tecnología estratégica”, concepto que sería utilizado en próximos instrumentos de promoción al área. En sus “Fundamentos” se alertaba sobre los instrumentos para desarrollar nuevas áreas tecnológicas, sobre todo “en donde la Argentina tiene una muy incipiente experiencia en términos internacionales y en donde no se dispone ni del equipamiento, ni del personal ni de las industrias con capacidad para el desarrollo de productos”, y se explicaba que hacía falta “una decisión política de muy largo plazo” que permitiera decidir “en qué áreas de la nanotecnología debemos concentrar nuestros esfuerzos, ya que no estamos en condiciones de realizar inversiones de miles de millones de dólares como se hacen en los países desarrollados” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005). De esta manera, los autores del documento parecían advertir la incongruencia que se presentaba entre las promesas explícitas y la ausencia de condiciones concretas del escenario local.

2. Decreto 380, Boletín Oficial 30.643 del 29 de abril de 2005.

3. Si bien se suele hablar de la Fundación Argentina de Nanotecnología, su nombre formal es Fundación Argentina de Micro y Nanotecnología.

4. El Decreto 380/2005 era contrario al Artículo 12 de la Ley 25.467 del 2001, de creación de la ANPCyT (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005).

Sin embargo, el mismo documento seguidamente enfatizaba la necesidad de incentivar “la interacción entre los expertos europeos y argentinos” y explicaba que, en el contexto de las últimas convocatorias del Sexto Programa Marco de la Comisión Europea, se había alcanzado “el compromiso de los investigadores europeos a iniciar proyectos colaborativos (STREPS) entre la Argentina y la Comunidad Europea” (Senado y Cámara de Diputados de la Nación, 2005; Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002). De esta forma, a pesar de las prevenciones y las apelaciones a la competitividad de la economía local, se terminaba retornando a una lógica de concepción internacionalista centrada en la integración subordinada a centros de I+D de países centrales. Teniendo en cuenta que uno de los objetivos del Sexto Programa Marco era “contribuir de manera significativa a la creación del Espacio Europeo de la Investigación y la Innovación”, se hace difícil comprender cómo esta estrategia podría favorecer la competitividad de la economía argentina (Diario Oficial de las Comunidades Europeas, 2002).

La renuncia de Lavagna, en noviembre de 2005, y su reemplazo por Felisa Miceli al frente del MinEyP llevó a una reorganización de la FAN. La nueva ministra nombró a una asesora para el área de la nanotecnología, quien impulsó la creación de un Consejo Asesor de la FAN, que fue integrado por científicos y tecnólogos destacados de las principales instituciones públicas de I+D,⁵ que cumplió la función de asesorar a la FAN para la planificación, organización y ejecución de sus actividades y que fue quien decidió abandonar el vínculo con Lucent. A su vez, en las políticas de promoción a la nanotecnología comienza a dominar una lógica tendiente al financiamiento de proyectos por área de conocimiento, centrada en las instituciones de I+D, sin considerar las variables adicionales propias de las actividades de innovación productiva, donde el factor empresarial comienza a ser convocado sin coordinación con las políticas industriales (Hurtado *et al.*, 2017). Esto se ve, por ejemplo, en el Programa de Áreas Estratégicas (PAE), financiado por la ANPCyT a fines de 2006 y enfocado en las áreas seleccionadas como prioritarias por el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación “Bicentenario” (2006-2010), donde se incluía a la nanotecnología en varias áreas “estratégicas” (SECyT, 2006, p. 17) —en adelante, la nanotecnología es configurada desde las políticas como una “tecnología estratégica”—, lo que dio lugar a la creación de dos centros de nanotecnología, que incluían empresas en su estructura, pero cuya participación fue limitada, sin generar demandas productivas.⁶

135

5. Participaron investigadores de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), la Universidad de Buenos Aires (UBA), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), INVAP, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

6. Los dos proyectos de nanotecnología fueron el Centro Interdisciplinario de Nanociencia y Nanotecnología (CINN), que recibió alrededor de tres millones de dólares, y el nodo Nanotec, que recibió más de dos millones de dólares (PAE, 2006). El CINN se creó en 2008 como un centro virtual, buscando modernizar laboratorios y equipamientos, establecer vínculos con empresas de alta tecnología y formar profesionales. El centro involucró alrededor de 100 investigadores, impulsando una red de colaboración científica interdisciplinaria con esfuerzos concentrados en la formación de recursos humanos (Vela y Toledo, 2013, pp. 21-22), aunque las deficiencias se concentraron en el plano productivo ya que no generó interés ni participación empresarial. Por su parte, el nodo Nanotec, se orientó al desarrollo de capacidades para la generación de micro y nanodispositivos (iProfesional, 2009) e incluyó el desarrollo de nanobiosensores para detección de enfermedades, desarrollo de narices y olfateadores electrónicos que utilizan micro y nanotecnologías para detectar drogas y explosivos y el desarrollo de una antena para satélites —dispositivo para el Plan Espacial Argentino, a pedido de la CONAE— (Moledo, 2008).

A fines de 2007, la creación del Ministerio Nacional de Ciencia y Tecnología (MINCyT) conformaba una oportunidad para dar un salto cualitativo en las políticas para el sector. El químico Lino Barañao, hasta ese momento presidente de la ANPCyT, fue designado al frente del nuevo ministerio y la FAN quedó bajo su dependencia. En términos generales, hasta 2008, se habían financiado 163 proyectos en nanotecnología por un monto total de más de alrededor de 18 millones de dólares (Vila Seoane, 2011, p. 101; BET, 2009, p. 7).

2. Fondos Argentinos Sectoriales

El aludido salto cualitativo en las políticas se produjo en 2009, con la presentación de los Fondos Argentinos Sectoriales (FONARSEC) de la ANPCyT, bajo la esfera del MINCyT, que iba a financiar parcialmente proyectos para generar plataformas tecnológicas en nanotecnología en nanomateriales, nanointermediarios y nanosensores —con un tope máximo de hasta \$30.400.000 en aportes no reintegrables por proyecto (alrededor de 30 millones de dólares)— (FSNano, 2010). Al programa solo podían aplicar “consorcios asociativos público-privados”, figura jurídica que formalizaba la sociedad entre instituciones públicas y empresas para impulsar emprendimientos tecnológicos conjuntos. Asimismo, las empresas debían contribuir con al menos un 20% del costo total del proyecto (Lengyel *et al.*, 2014, pp. 4-5). Los proyectos debían generar innovaciones científico-tecnológicas y traducirse en posibilidades concretas de transferencia.

136

Como resultado, en 2010 fueron aprobados ocho proyectos, por un monto total aproximado de 30 millones de dólares incluida la contraparte. En una posterior convocatoria del 2012 se financió un solo proyecto enfocado en el desarrollo de nanoproducidos en sistemas Roca-Fluido (FSNano, 2012), que recibió alrededor de 10 millones de dólares, incluyendo la contraparte. El FONARSEC fue parcialmente financiado por el Banco Mundial y por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

El novedoso instrumento se enmarcó en el plan Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015 (MINCyT, 2012), que se estructuró a partir de la caracterización de la nanotecnología, la biotecnología y las TIC como tecnologías de propósito general (TPG) (MINCyT, 2012, p. 41). La noción de TPG resignificó la noción de “tecnología estratégica” que venían aplicando los actores responsables de diseñar las políticas de nanotecnología. Este plan se proponía “fomentar las interfaces” entre “un conjunto de actividades prioritarias (agroindustria, energía, salud, desarrollo social, medioambiente e industria)” y “el desarrollo científico y tecnológico en nuevas tecnologías de propósito general: nanotecnología, biotecnología y TIC” (MINCyT, 2012, p. 57).

Sin embargo, Isabel Mac Donald, que fue directora del FONARSEC en el período 2009-2017, indicó que la debilidad del programa fue que para seleccionar los temas de las convocatorias “se refirió a expertos del mundo científico”, por lo que las áreas a desarrollar terminaron siendo las “más importantes a nivel del estado del área, no

lo más importante de acuerdo al desarrollo económico argentino”.⁷ Agregó que todo el programa tuvo como objetivo general “mejorar la vinculación entre el sector público y el sector privado, de modo de producir cambios sustanciales en lo que puede ser la matriz productiva general de productos innovadores que puedan, en algún momento, irrumpir en el mercado”.⁸

Como resultado, los tres proyectos más exitosos definidos como tales según el Banco Mundial y el MINCyT fueron: el Nanopoc, cuyo objetivo fue el desarrollo de un dispositivo aplicable al diagnóstico de enfermedades infecciosas que afecten a la salud humana y animal (la versión del prototipo fue desarrollada); el NanoAR, que se propuso desarrollar productos —principalmente tubos plásticos para la conducción de petróleo— a partir de materiales basados en matrices poliméricas, mediante el agregado de nanoarcillas modificadas (la versión del prototipo fue desarrollada); y la plataforma tecnológica para el desarrollo de nanotransportadores biológicos para fármacos para terapias oncológicas (proyecto que, al momento de la realización de las entrevistas, continuaba desarrollándose debido al interés comercial de la empresa Eriochem). No obstante, pese a que varios proyectos terminaron con un prototipo desarrollado, en ninguno de los nueve casos se llegó a un producto comercializable. Además, la etapa de comercialización estaba explícitamente excluida del financiamiento del FONARSEC (Surtayeva, 2019).

En cuanto a la implementación, todos los proyectos atravesaron dificultades basadas en una escasa capacidad de planificación y definición de temáticas, la ausencia de seguimiento y evaluación de los proyectos y una escasa retroalimentación entre el diseño e implementación de los programas. Por parte de los beneficiarios de los proyectos, las críticas se resumen en las trabas administrativas y las recurrentes devaluaciones de la moneda argentina, que impactaron en los tiempos de ejecución de los proyectos negativamente. En concreto, las falencias se concentraron en los tiempos que demandan los procesos de adjudicación del dinero para dar inicio a los proyectos, la compra de equipamiento científico-tecnológico —que incluye licitaciones internacionales en la mayoría de los casos— y el impacto que produce en ellos los procesos de devaluación e inflación que caracterizaron la economía argentina. Las serias dificultades administrativas que afrontaron la mayoría de los proyectos derivaron en una extensión de los tiempos de ejecución —originalmente contemplados en cuatro años— e inclusive a la interrupción del proyecto en uno de los casos (Surtayeva, 2019).

Por su parte, entre las fortalezas de los FONARSEC se incluye: i) la realización de congresos, la producción de tesis doctorales y la publicación de artículos científicos; ii) la formación de recursos humanos especializados; iii) la apertura de nuevas líneas de investigación; iv) la adquisición de equipamiento científico-tecnológico e industrial para las instituciones públicas y, en algunos casos, para las empresas; v) el fortalecimiento del trabajo interdisciplinario entre investigadores y, en algunos casos, investigadores y empresarios; vi) el patentamiento de algunos desarrollos en el

7. Comunicación con Isabel Mac Donald, 22 de marzo de 2018.

8. Comunicación con Isabel Mac Donald, 15 de junio de 2017.

marco de los proyectos; vii) el diseño y la instalación de plantas pilotos de producción industrial; y viii) la creación de una empresa de base tecnológica de capital nacional (Surtayeva, 2019).

Ahora bien, la mayor falencia del FONARSEC fue su desvinculación de la etapa de escalamiento y comercialización de los productos desarrollados en el marco de los proyectos. Como objetivo estos proyectos se propusieron generar innovación científico-tecnológica que debía traducirse en posibilidades concretas de transferencia a la industria nacional. Sin embargo, la etapa de escalado industrial y comercialización estuvo explícitamente excluida del financiamiento del fondo y ninguno de los nueve proyectos de nanotecnología logró posicionar un producto innovador en el mercado, pese a que en muchos casos se llegó al desarrollo de un prototipo industrial. Así, el instrumento fue diseñado sin considerar la realidad empresarial, al no contemplar cómo se lograrían insertar los prototipos desarrollados en los procesos productivos de las empresas, proceso que demanda fuertes inversiones adicionales (Surtayeva, 2019).

En esta dirección, desde el MINCyT/ANPCyT algunos entrevistados argumentaron que no corresponde apoyar esta etapa desde un ministerio de ciencia y tecnología, cuyo objetivo es apoyar la innovación productiva, agregando que otros ministerios deberían encargarse de ello. Pese a ello, la directora del FONARSEC señaló que el “fracaso” de los proyectos estuvo en el escalado de los productos, “porque las empresas vinculadas no tienen capital suficiente para la continuidad, para escalar el producto”. Y agregó que los “problemas de escala en Argentina son gravísimos, porque al ser una economía basada tanto en un sistema de PyMEs, las PyMEs por sí mismas es difícil que adquieran capacidades de escala para exportar a otros países”.⁹ Sin embargo, al analizar si fueron articuladas líneas de financiamiento entre el MINCyT y el Ministerio de Industria, por ejemplo, que incluyeran temáticas similares a las del FONARSEC, se puede ver que existió una desconexión entre las ofertas de subsidios y créditos entre los distintos ministerios del país. En este sentido, el diseño y la ejecución del FONARSEC descuidó la realidad empresarial nacional, al no contemplar la forma en que las empresas iban a escalar el prototipo a desarrollar.

Contrariamente a la visión de los entrevistados, según la literatura sobre el surgimiento y desarrollo de las TPG, es responsabilidad del Estado financiar la comercialización de productos y procesos innovadores. Así, en los países centrales el Estado es el actor que financia el desarrollo de nuevas tecnologías, acompañando todo el proceso con inversión ingente, paciente, a riesgo y de largo plazo, que sea capaz de promover y allanar el camino a las innovaciones tecnológicas radicales como son las TPG (Mazzucato, 2013; Ruttan, 2008), incluyendo especialmente la etapa de comercialización (Mazzucato, 2013, p. 19). En los países centrales, y especialmente en Estados Unidos, el Estado se encargó históricamente de impulsar programas de inversión pública masiva con el objetivo de construir ecosistemas de innovación capaces de sostener entramados productivos y mercados globales de

9. Comunicación con Isabel Mac Donald, 22 de marzo de 2018.

estructura oligopólica en los sectores más dinámicos del comercio mundial (Block, 2008; Mazzucato, 2013).

Ahora bien, en general los FONARSEC contaron con una reducida participación empresarial en el transcurso del proyecto, siendo los beneficiarios principales del instrumento los grupos de investigación pertenecientes a instituciones públicas de ciencia y tecnología, salvo algunas excepciones. En referencia a este punto, entendido como una falencia, Mac Donald comentó que la participación de empresas nacionales en procesos de innovación en general es baja, pero que en el caso de nanotecnología el problema se vio magnificado por la propia escasez de empresas que estuvieran trabajando con nanotecnología al momento del lanzamiento de las convocatorias. Entonces, a la convocatoria “llegó el sector científico primero” y “salieron a cazar empresas” y, como consecuencia, “en muchos casos les vendieron un mundo dorado que no era tal”. Por lo cual, “las empresas que se presentaron fueron aquellas a las que les vendieron alegremente el proyecto y que podrían llegar a tener algún interés en utilizar algún insumo de tecnología nano. Pero empresas de nanotecnología no hay ahora y, en su momento, menos”.¹⁰

En este punto se pone en evidencia un rasgo que atraviesa a la economía argentina y que dificulta la absorción de los desarrollos científico-tecnológicos por el sector productivo, que se puede caracterizar como una matriz productiva conformada por sectores de baja intensidad tecnológica, que por lo general no generan demandas tecnológicas, y una escasa inversión en I+D del empresariado argentino. Este escenario se replica también en lo que refiere a la nanotecnología, que se agrava aún más teniendo en cuenta que comenzó a ser caracterizada como un área de vacancia con el foco puesto sobre el sector científico. Así, según Mac Donald, lo que generó el FONARSEC fue un aprendizaje en cuanto a experiencias de trabajo consorciadas entre el sector público y el privado, como “primer esbozo de vinculación real entre el sector empresario y el sector de conocimiento”, generando impactos a nivel de “casos testigos, casos exitosos, así como puntuales”.¹¹ En este sentido, en algunos casos se lograron avances inéditos, mientras que otros giraron únicamente en torno al trabajo de los grupos de investigación de las instituciones públicas de ciencia y tecnología.

139

3. Fundación Argentina de Nanotecnología¹²

Luego de la renuncia de Lavagna a fines del 2005, a los pocos meses de creación de la FAN, la nueva ministra del MinEyP nombró a la socióloga Lidia Rodríguez, experta en planeamiento estratégico y análisis organizacional, como asesora para el área de nanotecnología, quien recomendó formalizar la creación de un consejo asesor de la FAN. En ese momento, por decisión del Consejo, se abandonan los vínculos con la transnacional Lucent.

10. Comunicación con Isabel Mac Donald, 15 de junio de 2017.

11. Comunicación con Isabel Mac Donald, 15 de junio de 2017.

12. Esta sección se basa en Surtayeva y Hurtado (2019), aunque con el foco en las empresas incubadas y en la participación de la FAN en la plataforma Nanopymes.

En agosto de 2006, mientras se intenta encontrar un rumbo como sistema de promoción para la FAN, se abre el primer concurso para el financiamiento de proyectos en nanotecnología. La FAN financiaría entre el 50% y el 80% del costo de los proyectos con un monto máximo dos millones de dólares y sin tope mínimo, mientras que la contraparte debía hacerse cargo de la inversión correspondiente. La convocatoria incluía empresas, instituciones públicas y grupos de investigación y se financiarían los proyectos que se propusieran finalizar con un producto o proceso de micro o nanotecnología para ser comercializado en el mercado o que incluyeran planes de negocios que mostraran la factibilidad de las iniciativas (Clarín, 2006; Andrini y Figueroa, 2008). Al concurso se presentaron 20 ideas-proyecto y se aprobaron diez,¹³ aunque solo el proyecto de INIS-Biotech, empresa de la Fundación Instituto Leloir, logró avanzar y recibir financiamiento.¹⁴ Los obstáculos decisivos de este período fueron, en primer lugar, la escasez de empresas, así como el exceso de burocracia y los desacuerdos en el consejo asesor.

Debido a los obstáculos que encontró para financiar proyectos —en especial, problemas internos de gestión en el Consejo, que se sumaban al desconocimiento de la estructura productiva nacional, la cual apenas empezaba a conocer la nanotecnología y cuya participación en estos proyectos era fundamental—, la FAN parece no encontrar un rumbo durante 2006 y comienzos de 2007. En este contexto, un hito importante fue la organización del Congreso Nanomercosur, el primer evento de difusión de la nanotecnología, organizado junto con el MinEYP en 2007 en Buenos Aires (Saber Cómo, 2007).¹⁵ La creación del MINCyT en diciembre de 2007 y el paso de la FAN a su dependencia no mejoraron su situación.¹⁶

140

El vacío inicial de actividades de la fundación comenzó a revertirse en 2011, cuando asume la presidencia de la FAN el ingeniero Daniel Lupi, hasta ese momento director Ejecutivo,¹⁷ quien propone reorientar las actividades hacia la divulgación y difusión de la nanotecnología a escala nacional: “[...] empezar a difundir entre los más jóvenes, avanzando y avanzando, hasta llegar al final a la industria”.¹⁸ De esta forma, a las ediciones bianuales del Nanomercosur, se fueron sumando otros programas: Nanotecnología para la Industria y la Sociedad —motivado en que “los científicos y los empresarios hablan idiomas distintos” y este programa, según el vicepresidente de la FAN, se proponía “juntarlos y que se entiendan”—;¹⁹ el concurso “Nanotecnólogos por un día” —enfocado en difundir la nanotecnología en las escuelas

13. Se adjudicaron los proyectos las siguientes empresas e instituciones: Darmex SA, Renacity Investment SA, Bell Export SA, Over SRL, Nanotek SA, CONICET-INTI, Fundación Instituto Leloir, Fundación Protejer, CNEA-CONAE (Andrini y Figueroa, 2008, p. 34-35).

14. El proyecto fue cofinanciado con el Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos y se proponía la determinación del perfil genómico de los tumores de mama en pacientes de países de la región con el objetivo de mejorar su pronóstico y tratamiento.

15. Posteriormente, la FAN empezó a organizar ediciones bianuales de los congresos Nanomercosur.

16. Para un estudio acerca de la trayectoria de la FAN puede verse: Surtayeva y Hurtado (2019).

17. Lupi había dirigido el Centro de Investigación en Telecomunicaciones Electrónica e Informática del INTI entre 1995 y 2005.

18. Comunicación con Daniel Lupi, 10 de octubre de 2017.

19. Comunicación con Guillermo Venturuzzi, 27 de abril de 2017. Venturuzzi se desempeña como vicepresidente de la FAN desde 2010 hasta el momento de finalización de este trabajo en febrero de 2020.

de nivel secundario—; el programa Nano U —actividades orientadas a estudiantes universitarios—; el programa Nano Educación —plataforma virtual de capacitación en nanotecnología orientada a los docentes de niveles primarios y secundarios—; y la presencia de la FAN en la feria de ciencia y tecnología Tecnópolis, donde se expone al público conceptos básicos de la nanotecnología, sus aplicaciones y beneficios.

En 2011, como segunda línea de acción, detrás de la difusión y la divulgación, la FAN presentó el Programa de Inversión en Emprendimientos de alto contenido en Micro y Nanotecnología, orientado a proyectos de desarrollo de productos o procesos con un punto de partida de las ideas surgidas de trabajos científicos. Los investigadores podrían participar como desarrolladores de sus ideas y llevarlas hasta un prototipo que mostrara su factibilidad (*Noticiastectv*, 2013). Para aquellos proyectos que lograran atravesar esta primera etapa de alto riesgo, llamada “Pre-Semilla”, y alcanzaran el prototipo, el programa permitía pasar a la etapa “Semilla”, que financiaba el escalado productivo del prototipo. Mientras que de los fondos Pre-Semilla no se espera que sean devueltos, los Semilla son “fondos que se espera recuperar a través de royalties, compartiendo el riesgo”, comenta el presidente de la FAN.²⁰

Una tercera línea de acción se incorporó a partir de la construcción de un edificio para la FAN de 1600 metros cuadrados con instalaciones y equipamientos propios, ubicado en un predio cedido por la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) a fines de 2010. Ahora la FAN podría sumar la incubación de empresas a sus funciones (Toledo, 2013, p. 28). La iniciativa, posteriormente llamada Laboratorio Nanofab, además de la idea original de incubación de empresas sumaría el ofrecimiento de sus instalaciones como plataforma tecnológica de servicios, buscando optimizar la compra de equipamiento. Finalmente, una vez concebidas las instalaciones, se apuntaría a cobrar “los servicios operativos”.²¹ El edificio se inauguró a fines de 2015 y se iniciaron las actividades del Programa Nanofab de incubación en 2016. Al cierre de este trabajo, a principios de 2020, se incubaban en la FAN doce empresas de base tecnológica.

La primera empresa incubada fue Chemtest, creada en 2013 por un grupo de investigadores, enfocada en el desarrollo, producción y comercialización de tests de diagnóstico, que combinan bio y nanotecnología, para enfermedades infecciosas en dos formatos: la plataforma de Elisa y las tiras reactivas de flujo lateral.²² Entre las enfermedades que detecta, están el mal de Chagas, la brucelosis y el síndrome urémico hemolítico. El biotecnólogo Diego Comerci —investigador del Instituto de Investigaciones Biotecnológicas, dependiente de UNSAM y CONICET—, uno de los fundadores de Chemtest, explicó que el emprendimiento fue posible por la colaboración de los biotecnólogos del Instituto de Investigaciones Biotecnológicas (UNSAM-CONICET) con los ingenieros del INTI.²³

20. Comunicación con Daniel Lupi, 10 de octubre de 2017.

21. Comunicación con Daniel Lupi, 10 de octubre de 2017.

22. Esta empresa tuvo sus orígenes en el proyecto Nanopoc del FONARSEC, que fue seleccionado como uno de los tres proyectos “más exitosos” por el Banco Mundial, el BID y el MINCYT y ANPCyT.

23. Comunicación con Diego Comerci, 13 de julio de 2017.

La empresa Argentum Texne²⁴ fue creada 2014 por un grupo de investigadores de la CNEA, la UNSAM y la empresa privada Bell Export. Su laboratorio se encuentra en el edificio de la FAN, donde la empresa diseña, desarrolla y fabrica sistemas de olfatometría con aplicaciones potenciales en control de calidad y desarrollo de industria alimenticia y cosmética, diagnóstico médico, monitoreo del medio ambiente, seguridad y toxicología, detección de narcóticos, o sistemas de acondicionamiento de aire. También se proponen diseñar nanomateriales para sensores detectores de contaminantes en oxígeno; sistemas de separación de sólidos, líquidos y gases; válvulas de alta seguridad e instrumentos de medición de gas nitrógeno y oxígeno para el área de la medicina y la industria farmacéutica y alimenticia (Argentum Texne, 2020).

En el caso de la empresa de biotecnología Inmunova, creada en 2009, enfocada en el desarrollo de vacunas recombinantes y nanoanticuerpos terapéuticos innovadores a través de lo que se conoce como ingeniería en proteínas y anticuerpos, sus desarrollos están basados en una plataforma propia y patentada denominada Inmuno MultiCarrier (IMC) y en la tecnología de nanoanticuerpos (VHH). Uno de los socios fundadores, el doctor Linus Spatz, comentó que no están técnicamente incubados en el Nanofab, dado que pagan alquiler. Si bien la empresa ha logrado generar ingresos, aún no obtiene ganancias y se sostiene en parte con “aportes de los accionistas e inversores en general”.²⁵

142

La empresa de bioingeniería Mabb, creada en 2006, diseña y fabrica implantes dentales reemplazando materiales convencionales como titanio por materiales cerámicos nanoestructurados por medio de la tecnología de moldeo de cerámicas por inyección (CIM), técnica que permite producir piezas con geometrías similares a las disponibles en plástico, pero aprovechando las virtudes inertes y de resistencia de los materiales nanocerámicos. Esta empresa, que cuenta con dos socios que vienen del sector nuclear, recibió en 2013 un proyecto Pre-Semilla para desarrollar un prototipo de una máquina para hacer inyección a ultra alta presión y también ganó algunos premios. Desde 2016 se encuentra incubada en la FAN, donde cuenta con un sistema de producción CIM. “Comercialmente se está arrancando, no se factura mucho, pero se factura”, explica el gerente de producción de Mabb. El objetivo de esta empresa es lograr vender el proceso llave en mano. La decisión de producir se basa en demostrar que la empresa domina el proceso.²⁶

La empresa Dynami, que hace desarrollos para baterías de litio ultradelgadas y personalizadas, está incubada por la FAN desde 2017. Su fundador, el ingeniero electrónico Sergio Barón, comentó: “Nosotros tenemos un conjunto de soluciones, de baterías, esto es tecnología y prototipos [...]. Nuestro producto, la batería ultradelgada de Dynami, está embebida dentro del producto del cliente”. El principio básico es el uso de material nanoestructurado, que presenta una muy buena relación entre superficie específica de un material versus el volumen, dado que es en la superficie

24. Más información en: <https://www.argentumtexne.com.ar/>.

25. Comunicación con Linus Spatz, 3 de agosto de 2017.

26. Comunicación con Bernardo Villares Had, 7 de junio de 2017.

donde se insertan los iones de litio. Explica Barón: “Hicimos todo esto en muy poco tiempo a través de un convenio y un apoyo muy fuerte de la FAN, que está asociada con Y-TEC y todos juntos hacemos este desarrollo tecnológico”.²⁷

La empresa Panarum desarrolla y comercializa medicamentos y productos nanofarmacéuticos a medida del cliente, aplicando nanotecnología en polímeros, proteínas y liposomas para industria farmacéutica, desde la formulación, hasta la fabricación a escala, a través de la encapsulación y liberación controlada de ingredientes activos. El producto final son especialidades medicinales para laboratorios farmacéuticos. La bioquímica Milena Batalla, fundadora de Panarum, ganó el primer premio del concurso IB50K, de planes de negocio del Instituto Balseiro, con lo que obtuvo el capital inicial para comenzar con la empresa, inició las actividades de I+D alquilando un laboratorio privado y recibió apoyo de la FAN (Panarum, 2018).

Ebers diseñó plantillas con nanotecnología con el objetivo de combatir las consecuencias de la diabetes, a través de sensores de presión, temperatura y humedad, que monitorean la planta del pie del paciente con diabetes.²⁸ Uno de los objetivos de esta plantilla es detectar posibles lastimaduras o exceso de presión en alguna parte específica del pie, para evitar la formación de úlceras o infecciones que pudieran desencadenar una amputación del miembro. La iniciativa, a cargo de dos ingenieros biomédicos de la Universidad Nacional de Córdoba, se encuentra incubada en el laboratorio Nanofab de la FAN (Ebers, 2019; *La Voz*, 2017).

Las últimas empresas en ser incubadas fueron: Nanotica,²⁹ que desarrolla prototipos de productos a pedido para la industria agrícola utilizando nanovehículos a través de la nanoencapsulación de ingredientes activos para disminuir las dosis de agroquímicos en los cultivos; Mirai 3D,³⁰ que desarrolla soluciones para la salud basadas en la combinación de impresión 3D y materiales avanzados; Zev Biotech,³¹ que produce kits de diagnóstico molecular para laboratorios de análisis clínico, hospitales y centros de salud públicos y privados de países emergentes; Enlace Molecular,³² que desarrolla *software* a medida para laboratorios según requerimientos específicos y ofrece servicios de consultoría para la mejora de procesos con el objetivo de dar soluciones informáticas a la industria farmacéutica; y Gisens Biotech,³³ que se enfoca en la bioelectrónica, a través del diagnóstico portátil impulsado por la nanotecnología.

Además de estas actividades de difusión, promoción e incubación, la FAN también participó en un programa de cooperación internacional entre Argentina y la Unión Europea (UE), encuadrado en el Séptimo Programa Marco de la UE, el Programa de Cooperación al Fortalecimiento de la Competitividad de las pymes y Creación de Empleo en Argentina, centrado en micro y nanotecnología, cofinanciado entre el

27. Conferencia de Sergio Barón de Dynami en Nanomercosur 2017, 26 de septiembre de 2017.

28. Más información en: <https://www.ebers.com.ar/>.

29. Más información en: <http://nanotica.com.ar/>.

30. Más información en: <https://www.modelosmedicos.com/>.

31. Más información en: <http://zevbiotech.com/>.

32. Más información en: <http://enlacemolecular.com.ar/>.

33. Más información en: <https://www.gisensbiotech.com/>.

MINCyT y la UE (MINCyT, 2012, pp. 48-49 y p. 105). Esta plataforma, mejor conocida como Nanopymes, firmada en 2011, preveía 66 meses de funcionamiento y su objetivo era contribuir al incremento del empleo, la mejora de la competitividad y el agregado de valor a través de la introducción de micro y nanotecnología en las pymes argentinas. El programa definía cuatro áreas de intervención: metalmecánica, agroalimentos, salud y electrónica. Para su financiamiento, contó con un presupuesto de 19,6 millones de euros, aportados en partes iguales por Argentina y la UE. Sus objetivos incluían: una campaña de “motivación y sensibilización” sobre las nanotecnologías; la capacitación en gestión empresarial para pymes; definición de sectores estratégicos e identificación de sus demandas; y la adquisición de equipamiento para “centros de excelencia”. El proyecto incluía, por último, una convocatoria a Proyectos Regionales Integrados (PRIS) con participación de pymes, laboratorios y universidades.³⁴

El eje PRIS se orientó a resolver con aplicación de micro y nanotecnología problemas o limitantes productivos en los cuatro sectores seleccionados. La FAN se presentó a la convocatoria y, gracias a su cartera de empresas, pudo financiar 18 proyectos de empresas apoyadas por diferentes instituciones públicas de ciencia y tecnología. Para esta línea, la FAN contó con poco más de dos millones de euros, pero los proyectos, a pedido del MINCyT, debían ejecutarse en 18 meses. Los beneficiarios recibían un aporte no reembolsable por el 80% de su proyecto, debiendo aportar la contraparte restante. Lupi explicó que, dado que 18 meses para llegar al mercado era un tiempo escaso, apelaron a los grupos de investigación que la FAN conocía.³⁵ Y agregó que “había que demostrar que estos 19 millones de euros que le habían puesto del otro lado llegaban al mercado, sino el proyecto fracasaba”.³⁶

144

Como resultado, varias empresas se vieron beneficiadas en la adquisición de equipamiento para sus procesos productivos (Omega Sur, Biochemiq, Bell Export, Lipomize y Ceprofarm), mientras que otras como Nanotica y Lipomize destacaron las capacitaciones que fueron brindadas, como por ejemplo la participación en ferias productivas y asistencia técnica al proceso productivo de las empresas. Algunas lograron incorporar la nanotecnología a sus procesos productivos tradicionales o comenzaron una nueva línea de producción. Este es el caso de Adox, cuyo desarrollo fue un desinfectante con nanopartículas de plata, y a raíz del cual la empresa mantiene vínculos con el sector científico, llevando a cabo proyectos de desarrollo en conjunto. Se incluye también a LH Plast, que llevó a cabo una innovación a base de nanotecnología (lubricante para sellos hidráulicos), aunque esto no le reportó beneficios económicos por el momento, aunque sí beneficios técnicos en su proceso productivo, y a Penta, que desarrolló un chip para ser utilizado en detectores de metales en alimentos. Otras empresas —tales como Chemisa, Lipomize, LiZys, MZP y Ceprofarm— ya estaban trabajando con nanotecnología antes de presentarse al programa, con lo cual aprovecharon los fondos para perfeccionar sus líneas productivas. A algunas otras no les fue bien y el desarrollo quedó abandonado o inconcluso, como son los casos

34. Para más información sobre el programa, véase: <http://www.nanopymes.mincyt.gov.ar/>. Consultado el 9 de enero de 2019.

35. Las empresas participantes fueron: Omega Sur, Biochemiq, Bell Export, Adox, Nanotica, Chemisa, Prokrete, Solcor, Laboratorio Mayors, LH Plast, Silmag, Lipomize, Penta, UGA Seismic, LiZys, MZP, Ceprofarm y Jenck.

36. Comunicación con Daniel Lupi, 10 de octubre de 2017.

de Silmag —cuyo desarrollo involucraba un catéter biomédico con nanopartículas de plata—, Laboratorio Mayors —por dificultades técnicas, competencia y falta de fondos, dado que el subsidio del PRIS tuvo demoras en su desembolso—, Solcor, UGA Seismic y Jenck —por dificultades técnicas y demoras en la adquisición de equipos. El caso de Prokrete, que estaba trabajando en el desarrollo de un recubrimiento para pisos industriales con nanopartículas, presentó discrepancias entre la versión del industrial y el investigador, por lo cual no es posible saber si el proyecto continuó o fue dado de baja (Surtayeva, 2019).

4. Empresas argentinas de nanotecnología

Dado que el objetivo de este artículo es determinar cuáles fueron los efectos multiplicadores de las políticas que promovieron la nanotecnología entre 2003 y 2018, cobra relevancia el sector productivo. En primer lugar, se debe tener en cuenta que la nanotecnología no puede ser atribuida a una industria o una rama industrial específica, por lo que se generan discrepancias al momento de contabilizar empresas relacionadas con nanotecnología. Sin embargo, existen “empresas dedicadas a la nanotecnología”.³⁷ En este trabajo se considera como empresas de nanotecnología a aquellas empresas que: i) sean de capitales nacionales (se excluyen empresas importadoras de nanotecnología y empresas usuarias, filiales y empresas representantes de otras del exterior, dado que no realizan procesos nanotecnológicos dentro del país); y ii) tengan productos y procesos vinculados a la nanotecnología o, en algunos casos, a la microtecnología en el mercado, desarrollados por sí mismas o en conjunto con algún grupo de investigación o que cuenten solamente con proyectos de I+D de nanotecnología, aunque estas actividades no sean mayoritarias en la actividad total de la empresa.

145

El proceso de búsqueda arrojó 54 empresas en total.³⁸ Sin embargo, se distingue entre aquellas empresas que ya cuentan con aplicaciones propias en el mercado y

37. Hay varios estudios que presentan un inventario de empresas de nanotecnología argentinas. Así, Vila Seoane (2011) identifica 45 empresas nanotecnológicas a 2011. El trabajo de Záyago Lau, Foladori, Carroza, Appelbaum, Villa y Robles-Belmont (2015) identificó 58 empresas, mientras que un trabajo posterior del mismo conjunto de investigadores llegó a contabilizar la cantidad de 37 empresas (Foladori *et al.*, 2017c). Por otra parte, según un estudio de consultoría del MINCYT publicado en 2016, aunque realizado entre octubre de 2012 y diciembre de 2013, las empresas de nanotecnología en Argentina alcanzaron un total de 83 (MINCYT, 2016a, p. 47). Estas discrepancias pueden atribuirse a los distintos criterios que fueron utilizados en cada estudio para determinar qué es una “empresa de nanotecnología”. Así, muchas empresas pueden ser usuarias de desarrollos nanotecnológicos, como de nanomateriales en sus procesos productivos, sin necesariamente tener o desarrollar algún tipo de proceso específico para su producción, el cual puede estar desarrollado en otra empresa.

38. La metodología seguida para identificar a las empresas fue, en primer lugar, la realización de una búsqueda sistemática de información, utilizando varias fuentes: artículos científicos, informativos y de divulgación; informes y consultorías; convocatorias públicas; conferencias académicas; entrevistas con representantes de empresas e investigadores; notas o artículos periodísticos en diferentes medios de comunicación. En segundo lugar, los datos obtenidos fueron validados a través de los siguientes criterios: un reconocimiento explícito de la aplicación o utilización de la nanotecnología por parte de la empresa en su sitio web; la existencia de algún tipo de material de marketing del producto que muestra el contenido de la nanotecnología; algún representante o vocero de la empresa que reconoce el uso de la nanotecnología en artículos, entrevistas o presentaciones públicas.

aquellas que solo cuentan con proyectos de I+D de nanotecnología. De esta forma, entre las empresas que cuentan con aplicaciones propias se contabilizaron 28 y entre las que solo cuentan con proyectos de I+D de nanotecnología o que todavía no comercializan sus desarrollos, se ubican 26 empresas. Aunque, es importante señalar que muchas de las empresas identificadas no basan sus actividades principalmente en la nanotecnología, sino que desarrollaron o están desarrollando algún producto a base de nanotecnología que integra su línea productiva.

En el siguiente cuadro se presentan las 28 empresas que cuentan con aplicaciones propias en el mercado y comercializan productos a base de nanotecnología:

Cuadro 1. Empresas que cuentan con aplicaciones de nanotecnología y microtecnología

Nombre de la empresa	Ubicación geográfica	Fecha de creación	Tamaño (número de empleados)	Tipo de nanotecnología/microtecnología que usa	Facturación anual aproximada	Vinculación con sistema científico	Sitio web de referencia	Fecha de búsqueda
Nanotek	Santa Fe	2006		nanopartículas, procesos utilizando nanopartículas y nanoproductos	3 millones de pesos (2014)	Si	http://www.nanoteksa.com/	1/5/19
Eriochem	Entre Ríos	2000	360	genéricos oncológicos	Entre 24 y 29 millones de dólares (2017)	Si	http://eriochem.com.ar/	1/5/19
Laring	CABA	1984	60	productos químicos para la industria de tratamiento de superficies	5 millones de dólares (2017)	Si	http://laring.com/	1/5/19
Adox	Ituzaingó	1994	60	productos químicos	Entre 50 o 60 millones de pesos (2017)	Si	http://adox.com.ar/	1/5/19
Nanotica	Morón	2015	5	prototipos de productos para la industria agrícola utilizando nanovehículos	32.000 dólares (2016)	Si	http://nanotica.com.ar/	1/5/19
Gihon	Mar del Plata	1991	40	micro y nanoencapsulación	3,3 millones de dólares (2015)	Si	https://www.gihonlab.com/	1/5/19
Bell Export	Córdoba	1989		equipos para la generación de gas oxígeno, ozono y nitrógeno		Si	http://www.invabio.com.ar/	1/5/19
Chemisa	Morón	1994		productos químicos para pre-tratamiento de superficies metálicas	1.500.000 dólares (2017)	Si	http://www.chemisa.com.ar/	1/5/19
LH Plast	Córdoba	2006	8	sellos hidráulicos		Si	http://lhplast.com.ar/	1/5/19
Lipomize	Santa Fe	2012	10	insumos liposomales a pedido	5 millones de pesos (2016)	Si	http://www.lipomize.com/	1/5/19
Penta	Bahía Blanca	1976		detectores de metales			http://www.detectorespenta.com/penta.html	1/5/19
LiZys	Río Negro	2015	2	nanopartículas magnéticas y nanomateriales magnéticos		Si	http://lizys.com.ar/	1/5/19
MZP	Río Negro	2016	3	equipos de diagnóstico clínico portátiles basados en microtecnología		Si	http://www.mzptec.com/	1/5/19
Red Surcos	Santa Fe	2008	250/300	insumos y servicios agropecuarios	116,8 millones de dólares (2016)		https://www.redsurcos.com/	1/5/19

Unitec Blue	Chascomús	2013	35	tarjetas inteligentes, circuitos integrados y etiquetas		Si	http://www.unitecblue.com.ar/	1/5/19
Melt	Campana			recubrimientos nanoestructurados y análisis de riesgo para nanomateriales				
Dhacam	CABA	1990	24/28	nanoesferas y liposomas		Si	https://www.dhacam.com.ar/	1/5/19
Enorza	CABA	2010	4	liposomas y microesferas	Entre 200 y 300 mil dólares (2017)	Si	https://www.enorza.com.ar/	1/5/19
Mutech Microsystems	Río Negro	2018	2	equipos y herramientas de micro y nanofabricación litográfica			https://mutech.com.ar/	1/5/19
ArsUltra	CABA	2012	5	sensores para la industria aeroespacial		Si	http://www.arsultra.com/	1/5/19
Satelogic	CABA	2010		componentes nano para satélites		Si	https://satelogic.com/	1/5/19
OVER	Santa Fe	1981		sistemas de liberación controlada de drogas		Si	http://www.over.com.ar/	1/5/19
Cremital	Entre Ríos	1979		proceso de nanofiltrado			http://www.cremital.com/web/	1/5/19
Laboratorios Pharmatrix	Ramos Mejía	1992		liposomas, nanocápsulas, nanopartículas			http://pharmatrix.com.ar/	1/5/19
Indarra	CABA	2007		micro y nanoencapsulados en textiles				
Fabriquímica	San Martín	1961		liposomas, microemulsiones y nanoesferas			http://www.fabriquimica.com/	1/5/19
ELEA	Los Polvorines	1939		tratamiento contra los piojos con nanopartículas		Si	https://www.elea.com/	1/5/19
Ecosol	CABA	2003		paneles calefactores que contienen nanopartículas de plata			https://www.ecosol.com.ar/	1/5/19

Fuente: elaboración propia

Por su parte, las empresas que no aplican aún la nanotecnología en sus productos, procesos o servicios, y aquellas que poseen desarrollos nanotecnológicos, pero aún no los comercializan, arrojaron un total de 26.³⁹

Del total de 54 empresas, 10 empresas desarrollan actividades también en microtecnología además de nanotecnología (Gihon, Enorza, Mutech Microsystems, ArsUltra, Laboratorios Pharmatrix, Indarra, Fabriquímica, Ceprofarm, Nairoby y Tenaris) y tres solamente en microtecnología (Unitec Blue, MZP y Omega Sur). Por otro lado, en cuanto a la ubicación geográfica, las empresas se concentran fuertemente en

39. Estas son: Electropart Córdoba, Alloys, Essen, Y-TEC, Omega Sur, Ceprofarm, Tenaris Siderca, INVAP, Laboratorios Bacon, NanoSoluciones, Chemtest, Argentum Texne, Inmunova, Mabb, Dynami, Panarum, Ebers, Mirai 3D, Zev Biotech, Gisens Biotech, Enlace Molecular, Hybridon, Nanocellu-Ar, Nairoby, Kohlenia y Rasa Protect.

la provincia de Buenos Aires (29), mientras que CABA reúne ocho empresas, Santa Fe siete, Córdoba y Río Negro cuatro cada una, y Entre Ríos reúne dos. Además, la mayoría (32) son empresas creadas a partir de 2003, momento en que el gobierno argentino empezó a implementar políticas para promover el área, siendo las restantes 22 creadas antes del *boom* nanotecnológico. Este dato permite observar que 22 empresas generaron procesos de diversificación tecnológica coherente con su base de conocimiento y actividades previas, mientras que muchas de las 32 empresas aprovecharon el boom de la nanotecnología para orientar sus actividades productivas. En general, es posible afirmar que la nanotecnología presenta fuertes posibilidades de complementariedad con las actividades productivas existentes. El caso de Tenaris, INVAP e Y-TEC muestra que las firmas con conocimientos, aprendizajes y redes desarrolladas poseen intereses en invertir en el desarrollo de la nanotecnología, integrándola a sus líneas productivas. Pero, además, muchas nuevas empresas surgieron enfocadas en su totalidad en las ventajas que ofrece la nanotecnología a las diversas ramas industriales. Tal es el caso de Nanotek, como el caso más destacable, aunque no se trata del único emprendimiento totalmente enfocado en la nanotecnología. Se pueden citar aquí los casos de Nanotica, Lipomize, Red Surcos, LiZys y Nanosoluciones, entre otras.

En el caso de Nanotek, creada en 2006 como un desprendimiento de Service Management, una empresa que brinda servicios para fletamento marítimo o fluvial, la nanotecnología fue el foco desde el inicio, dado que los dueños buscaban innovar y diversificar la actividad de la mencionada empresa y de esa forma se relacionaron con investigadores del INGAR, donde surgió la posibilidad de trabajar con nanopartículas. A partir de la asociación de inversores privados con un investigador del CONICET fueron desarrolladas las nanopartículas de hierro buscando su aplicación en remediación ambiental, aunque desde la empresa relataron que en aquellos momentos —2005 y 2006— algunos investigadores se alejaron del emprendimiento por temor a perjudicar su carrera científica, dado que la relación entre empresarios e investigadores estaba muy mal vista desde el sistema científico. El único investigador que se quedó había estado trabajando en la industria en su juventud y posteriormente se integró al sistema científico. En los primeros años de funcionamiento de la empresa, la inversión de los socios fue mayor a los ingresos y hubo escasas ventas. Así, durante los primeros seis años de funcionamiento de la empresa la inversión privada de los socios fue de 10 millones de pesos. En 2008, Nanotek llevó a cabo una obra de descontaminación en una central hidroeléctrica contaminada con PCB, lo que fue su primera “facturación importante”, y siguió desarrollando nanopartículas, de plata, óxido, entre otras, para ser aplicados en productos y procesos en diversos sectores industriales como en ambiente, pinturas, cosméticos, plásticos, materiales de construcción. Además, se encuentra en constante expansión y diversificación de productos, para lo cual cuenta con su propio laboratorio de I+D y está fuertemente vinculada al sistema científico. Actualmente, Nanotek produce nanopartículas (nanometales, nanoóxidos y nanoaleaciones), desarrolla procesos utilizando nanopartículas (para remediación ambiental, mitigación de arsénico en aguas de napas, de impregnación de nanopartículas en textiles) y nanoprodutos para ser incorporados (como estabilizadores de suelos, pinturas, vestuario y accesorios de uso hospitalario, calzados, ropa deportiva). La estrategia de Nanotek se resume en la venta de nanomateriales aplicados a productos finales, proveyendo nanotecnología

a las empresas interesadas en desarrollar dichos productos. Para proteger sus procesos y productos, Nanotek utiliza el secreto industrial y su principal dificultad como empresa es la comercialización de sus productos, dado que los clientes desconocen de qué se trata la nanotecnología. Al respecto, agregaron que hacia 2015 y 2016 varias empresas se vienen acercando cada vez a Nanotek en busca de incorporar desarrollos novedosos a sus líneas productivas. Desde la empresa lo atribuyen a un “cambio en la mentalidad industrial”, aunque paradójicamente explican que existe una baja en el consumo en el mercado interno: “El mercado argentino cada vez consume menos y necesitan salir al mercado extranjero, pero si no tiene un valor agregado no compiten”.⁴⁰ Hacia 2014 la facturación anual aproximada de la empresa era de tres millones de pesos (Surtayeva, 2019).

Por otro lado, en el país existen muchas empresas pequeñas especializadas en nanotecnología y, complementariamente, las *start-ups* jugaron y juegan un rol clave en el desarrollo económico de la nanotecnología. Así, de 54 empresas 23 se originaron como *start-ups* (alrededor del 43%), dato que se relaciona con lo que hace a las vinculaciones entre empresas y el sistema científico, que representa un número elevado. De esta forma, tanto desde las empresas que comercializan desarrollos nanotecnológicos o aquellas que aún no lo hacen, sus representantes indicaron estar vinculadas con grupos o institutos de investigación, universidades nacionales y organismos como CNEA, INTI, entre otras. En total, de 54 empresas, 42 mantienen o mantuvieron vinculaciones con el sistema científico, lo que representa alrededor de un 78%. Asimismo, en su mayoría, se trata de PyMES con 20 empleados aproximadamente, cuya facturación oscila entre los 116 millones de dólares, la cifra más alta, y 32 mil dólares, la cifra más baja.

149

Por último, se clasificó a las empresas según sectores o áreas de especialidad o de las posibles aplicaciones de sus productos con nanotecnología. Algunas empresas pertenecen a más de una categoría, pues sus aplicaciones nanotecnológicas cubrían más de una industria. La mayor cantidad de empresas desarrollan aplicaciones para la industria farmacéutica y la salud humana (11). En segundo lugar, se encuentran las empresas que desarrollan productos para la agroindustria y alimentos (6), instrumentos y equipos (6), aquellas que están trabajando en actividades y productos relacionados con la industria química, incluyendo principalmente tratamientos superficiales y productos de limpieza (5) y las relacionadas a la industria biomédica (5). El resto de las aplicaciones son parejas entre sí: industria del plástico y envases (4), industria metalúrgica y siderúrgica (2), energía y minería (4), industria cosmética (4), medioambiente (2), industria aeroespacial (2), industria textil (2), industria electrónica (3) y otras (3). La clasificación de las empresas según sus aplicaciones nanotecnológicas muestra que la participación dominante proviene de emprendedores del sector nuclear y espacial, del INTI y de la biotecnología, a través de la colaboración con institutos de CONICET y algunas universidades públicas —lo que se ve por ejemplo en empresas como ArsUltra, Satellogic, LiZys, MZP, Enorza, Mutech Microsystems, Argentum Texne, Inmunova, Dynami, Panarum, Kohlenia, Chemtest y ZEV Biotech, entre otras.

40. Comunicación con Horacio Tobías de Nanotek, 10 de mayo de 2017.

En cuanto a los desafíos y obstáculos que enfrentan las empresas nacionales se encuentran los problemas de vinculación entre el sector productivo y los investigadores, que incluye principalmente problemas de lenguaje para abordar problemáticas en conjunto. Otros desafíos son la falta de financiamiento productivo, en particular para el escalado de prototipos y para las pruebas de concepto de productos y la carencia de capital de riesgo. Asimismo, la difusión es otro desafío para la promoción del área, ya sea por las posibles aplicaciones de la nanotecnología en un proceso industrial, así como también para los clientes o consumidores (Surtayeva, 2019).

Según algunos artículos periodísticos de 2013, las empresas argentinas involucradas en actividades relacionadas con la micro y nanotecnología hacia 2015 se proyectaban en 400. Por ejemplo, Águeda Menvielle, que fue directora de relaciones internacionales del MINCyT (1998-2016) y tuvo a su cargo el programa Nanopymes, sostenía por aquel entonces: “El sector, en 2015, abarcará a 400 pymes en todo el país (hoy son más de 30, según el boletín de la Fundación Argentina de Nanotecnología, FAN) y empleará, en forma directa, a 11.000 personas” (*El Cronista*, 2013). Contrariamente a lo que ahí se sostenía, según este trabajo existen en el país 54 empresas vinculadas con actividades nanotecnológicas, de las cuales 28 cuentan con productos a base de nanotecnología disponibles en el mercado.

Conclusiones

150

La trayectoria de las políticas de promoción a la nanotecnología en el período presentado (2003-2018) permite sacar ciertas lecciones. En primer lugar, las políticas que promovieron la nanotecnología se caracterizaron por sucesivas reformulaciones, que pueden verse en las conceptualizaciones de la nanotecnología como área de vacancia, tecnología estratégica y, finalmente, como TPG. Estas reformulaciones se explican por la ausencia de diagnósticos capaces de dimensionar las capacidades públicas de gestión de la nanotecnología y las potencialidades del sector productivo para asimilar esta nueva área. Sin embargo, los resultados alcanzados a la fecha muestran la ausencia de criterios en la adopción de la noción de TPG, trasplantada sin mediación de las economías centrales, donde las inversiones en nanotecnología son dos órdenes de magnitud mayor que en la Argentina y las capacidades organizacionales e institucionales de gestión de las tecnologías también son inconmensurables.

En este sentido, la inversión pública total en nanotecnología realizada por Argentina hacia 2015 podría estimarse en 80 millones de dólares, mientras que en Estados Unidos la NNI pasó de 255 millones de dólares en 1999 a 464 millones en 2001, alcanzando los 1781 millones en 2010 (Motoyama *et al.*, 2011). Solamente hacia 2018 la NNI recibió 1200 millones (NSTC, 2017). En cuanto a las capacidades organizacionales e institucionales de gestión de las tecnologías, el proceso de diseño de las líneas de financiamiento que apuntaron a promover la nanotecnología desde el sector público no fue acompañado por esfuerzos de diseño de nuevas formas de organización, del mejoramiento o adaptación de los marcos regulatorios, de formación de competencias para la comercialización, así como de coordinación institucional acordes a las especificidades que el impulso de una nueva TPG supone. En este sentido, en la evolución de las políticas para la nanotecnología se observa un

desdoblamiento entre el discurso empleado en los documentos oficiales y la ejecución de las políticas. En términos de Herrera (1995), se puede decir que, mientras la política explícita indicaba que las inversiones en nanotecnología debían enfocarse en aumentar la competitividad de la economía (SECyT, 2006; MINCyT, 2012), la política implícita apuntó en otra dirección. Así, en la práctica, las políticas que promovieron la nanotecnología se concentraron mayormente en la generación de recursos de financiamiento de actividades de investigación y desarrollo —rasgo que se puede ver en la formación de recursos humanos y en la adquisición de equipamiento para los centros de investigación como principales resultados visibles—, que excluyeron de sus prioridades la necesidad de avanzar en la coordinación de políticas públicas a nivel interministerial, así como en actividades de diagnóstico, prospectiva, revisión de marcos regulatorios y generación de capacidades ausentes en tópicos como cadenas de valor, escalado o estrategias de comercialización —aspecto muy visible en los FONARSEC—, todas condiciones que deberían acompañar la decisión de asimilar una nueva TPG en su etapa de irrupción.⁴¹

En segundo lugar, la política de nanotecnología también incluyó la reformulación de metas institucionales, a través de los cambios en las prioridades de la FAN y su función principal a lo largo de su trayectoria. Inicialmente, el objetivo de la FAN se centró en el aumento de la competitividad de la economía, aunque por las condiciones propias que impone el sistema económico nacional, sus objetivos se empezaron a orientar hacia la difusión y comunicación de la nanotecnología en varias esferas. Finalmente, a partir del 2011, luego de un cambio de gestión, la FAN incorporó líneas para el financiamiento de proyectos a través de los Pre-Semilla y Semilla y el laboratorio Nanofab. Además de estas funciones, la FAN participó en el programa Nanopymes. Así, luego de más 15 años de funcionamiento, la FAN logró impactar sobre el desempeño de las empresas al nivel de casos testigos, principalmente a través del Pre-Semilla, su participación en la plataforma Nanopymes y de los 12 emprendimientos incubados por Nanofab.

151

En tercer lugar, es posible hablar de procesos de aprendizaje y de impacto a nivel de casos testigo. En este sentido, los FONARSEC deben ser entendidos como parte de un proceso de evolución de las políticas de ciencia y tecnología y de un proceso de aprendizaje institucional. Esta primera experiencia en la conformación de alianzas público-privadas presentó serias deficiencias operativas y de gestión, visibles principalmente en el plano administrativo y burocrático. Sin embargo, los FONARSEC posibilitaron avances de magnitud en términos acumulación de capacidades y aprendizaje traducidas en la creación de plataformas tecnológicas en base a las cuales se impulsó: la formación de recursos humanos calificados; la adquisición y el *know how* sobre cómo operar equipamiento científico-tecnológico de alta complejidad; el afianzamiento de los vínculos entre el sector científico-tecnológico y el sector privado; el trabajo interdisciplinario; la obtención de prototipos; la instalación de plantas piloto industriales; y la creación de una *spin-off* de capital nacional.

41. En las políticas tecnológicas de los países centrales el financiamiento en la etapa de comercialización es vital. En el caso argentino, la retirada del Estado en las etapas de escalado industrial de los prototipos desarrollados y en la comercialización constituye un punto que evidencia que la nanotecnología no fue tomada como una TPG desde las políticas, pese a ser caracterizada de esta forma oficialmente.

Siguiendo el interrogante principal de este artículo —el aporte que produjo la nanotecnología al cambio tecnológico—, se puede afirmar que tanto la FAN como los fondos sectoriales produjeron impactos a nivel de casos testigo y generaron un enraizamiento “intermedio”, en términos de Peter Evans. Mientras que la autonomía enraizada refiere a un Estado con un grado relativo de autonomía entre el conjunto de agencias que intervienen en la implementación una política y cierto grado de enraizamiento con grupos sociales con los cuales se comparte un proyecto de transformación, no siempre se dan estos casos de tipo ideal. Para los casos “intermedios”, donde se observan desviaciones respecto del tipo ideal, Evans habla de la presencia de “bolsones de eficiencia” dentro del Estado, los cuales, si bien no son suficientes “como semillas para una renovación más general del aparato de estado, ellos han proporcionado sin embargo las bases para un número de proyectos exitosos de transformación sectorial” (Evans, 1995, pp. 64-65). Es posible observar que la FAN generó conexiones con una gran cantidad de empresas vinculadas a la nanotecnología en el país, aunque no llegó a generar beneficios en el desempeño económico de todas ellas. Lo mismo sucedió en los fondos sectoriales, donde los proyectos con mayor impacto fueron aquellos en los que hubo una mejor interacción entre el sector de investigación y el sector productivo, generando cierto grado de enraizamiento.

En cuarto lugar, acerca del impacto de las políticas de promoción a la nanotecnología sobre la estructura productiva nacional, según este trabajo existen en el país 54 empresas vinculadas con actividades nanotecnológicas, de las cuales 28 cuentan con productos a base de nanotecnología disponibles en el mercado. La clasificación de las empresas según sus aplicaciones nanotecnológicas muestra que la participación dominante proviene de emprendedores del sector nuclear y espacial, del INTI y de la biotecnología, a través de la colaboración con institutos de CONICET y algunas universidades públicas. Es importante recordar que tanto las ciencias biomédicas como el sector nuclear y, en menor medida el espacial, son los dos sectores en donde la Argentina muestra senderos de desarrollos tecnológicos exitosos, con expansión y diversificación y, en menor medida, con exportaciones de alto valor agregado. Teniendo en cuenta la información que aporta el artículo, no se puede hablar de impactos apreciables en el sector productivo hacia 2018.

En parte, la baja participación de empresas en actividades de I+D se debe a problemas de diseño de los instrumentos de políticas que buscaron la participación del sector productivo de forma desvinculada del resto de las políticas interministeriales. Desde su inicio, las políticas de promoción a la nanotecnología estuvieron desvinculadas del tejido productivo local y se orientaron según criterios y necesidades científicas, promoviendo la nanotecnología como gran área de conocimiento y sin definir nichos ni sectores estratégicos. Es decir, la agenda de investigación de la NyN se estructuró según el conjunto de reglas que rigen en el mundo académico, que tienden a favorecer la publicación internacional por sobre la conexión entre academia y producción. Por otra parte, Argentina posee un patrón productivo de escasa densidad tecnológica, predominando sectores de baja y media intensidad tecnológica, lo que explica en parte la baja demanda del sector productivo por desarrollos nanotecnológicos, y una característica que sobresale del empresario argentino es su baja tendencia a la incorporación de tecnología —más aún, de tecnología novedosa como la

nanotecnología. En el caso argentino, la mayor parte de la I+D es financiada a través del Estado (Ladenheim, 2015, p. 55). El Estado sigue ocupando el rol central en las políticas de incentivo de la nanotecnología.

Finalmente, es importante señalar que en la historia de la tecnología argentina no existe un solo caso que se puede identificar como TPG en términos de su impacto transversal sobre sectores de la economía local. Por el contrario, los procesos de desarrollo tecnológico que se pueden considerar exitosos no se propusieron innovar en la “frontera tecnológica”, sino que se orientaron a poner en marcha procesos de aprendizaje y acumulación incremental de capacidades tecnológicas y organizacionales, de diseño y articulación institucional, además de avanzar en estrategias de enraizamiento hacia otros ámbitos del Estado y del sector empresarial, apuntando a un desarrollo tecnológico sectorial con metas específicas.

En contraste, la política tecnológica que impulsaron la SECyT y luego el MINCyT, buscando desarrollar una tecnología de frontera como la nanotecnología, partió de nociones como tecnologías estratégicas y tecnologías de propósito general, orientaciones que no produjeron impactos apreciables en la competitividad económica del país. La estrategia de financiar la nanotecnología como gran área de conocimiento sin definir nichos ni líneas temáticas precisas de demanda de nanotecnología dispó la inversión en ciencia básica y algunos programas de ciencias aplicadas. En este sentido, la trayectoria de la nanotecnología en la Argentina muestra que, además de utilizar un enfoque concebido en base a otras realidades socioeconómicas, las debilidades en materia de políticas se concentran en las capacidades deficientes de gestión de la tecnología, que se manifiestan en el diseño de políticas. Como corolario, se puede observar el desconocimiento de las capacidades y potencialidades del sector productivo para asimilar la nanotecnología y la falta de coordinación con la política industrial.

153

Bibliografía

Andrini, L. y Figueroa, S. (2008). Governmental encouragement of nanosciences and nanotechnologies in Argentina. En G. Foladori y N. Invernizzi (Eds.), *Nanotechnology in Latin America* (27-39). Berlín: Karl Dietz Verlag Berlin.

BET (2009). *Nanotecnología*. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Recuperado de: <http://www.mincyt.gob.ar/agenda/boletin-estadistico-tecnologico-bet-nanotecnologia-8023>.

Block, F. (2008). Swimming Against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the United States. *Politics and Society*, 20(10), 1-38.

Bresnahan, T. y Trajtenberg, M. (1995 [1992]). General Purpose Technologies: ‘Engines of Growth’? *Journal of Econometrics*, 65(1), 83-108.

Clarín (2006). El gobierno financiará proyectos de nanotecnología, 1 de agosto. Recuperado de: <http://edant.clarin.com/diario/2006/08/01/um/m-01244697.htm>.

Delgado Ramos, G. C (2007). Sociología política de la nanotecnología en el hemisferio occidental: el caso de Estados Unidos, México, Brasil y Argentina. *Revista de Estudios Sociales*, 27, 164-181.

Diario Oficial de las Comunidades Europeas (2002). Decisión No 1513/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 27 de junio de 2002. Recuperado de: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002D1513&from=ES>.

El Cronista (2013). Nanotecnología, la oportunidad de una nueva revolución industrial, 8 de agosto. Recuperado de: http://www.ieralpyme.org/novedades_ver.asp?id_noticia=3228.

El Litoral (2005). Polémica millonaria por la nanotecnología, 23 de mayo. Recuperado de: <http://www.ellitoral.com/index.php/diarios/2005/05/23/politica/POLI-04.html>.

Evans, P. (1995). *Embedded Autonomy. States & Industrial Transformation*. Princeton: Princeton University Press.

Foladori, G. e Invernizzi, N. (2013). Inequality gaps in nanotechnology development in Latin America. *Journal of Arts and Humanities*, 2(3), 35-45.

154

Foladori, G., Rushton, M. y Záyago Lau E. (2008). Center of Educational Excellence: Nanotechnology: The Proposed World Bank Scientific Millennium Initiatives and Nanotechnology in Latin America. En A. Barrañón (Ed.), *New Nanotechnology Developments* (31-39). Nueva York: Nova Science Publishers.

Foladori, G., Záyago Lau, E., Carroza, T., Appelbaum, R., Villa, L. y Robles-Belmont, E. (2017). Sectorial analysis of nanotechnology companies in Argentina. *Journal of Nanoparticle Research*, 19(186), 1-13.

FS NANO (2010). Bases Convocatoria Fondo Sectorial de NANOTECNOLOGIA. Recuperado de: http://www.agencia.mincyt.gov.ar/upload/Bases_FSNano_2010.pdf.

FS NANO (2012). Bases de la Convocatoria Fondo Sectorial de NANOTECNOLOGIA. Recuperado de: <http://www.agencia.mincyt.gov.ar/upload/BASES-FSNano-Roca-Fluido.pdf>.

Herrera, A. (1995). Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explícita y política científica implícita, Dossier – Homenaje a Amílcar Herrera. *Redes*, 5, 117-131.

Hurtado, D., Lugones, M. y Surtayeva, S. (2017). Tecnologías de propósito general y políticas tecnológicas en la semiperiferia: el caso de la nanotecnología en la Argentina. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 12(34), 65-93.

Iprofesional (2009). Se diseñarán circuitos integrados en Argentina, 21 de mayo. Recuperado de: <http://www.iprofesional.com/notas/82404-Se-diseñarn-circuitos-integrados-en-Argentina>.

Ladenheim, R. (2015). Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación para el desarrollo de un nuevo patrón tecno-productivo. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 92(1), 55-61.

La Voz (2017). Diseñan en Córdoba plantillas para evitar la formación de úlceras en diabéticos, 18 de marzo. Recuperado de: <https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/disenan-en-cordoba-plantillas-para-evitar-la-formacion-de-ulceras-en-diabeticos>.

Lengyel, M., Aggio, C., Erbes, A., Milesi, D., Abinader, L. y Beccaria, A. (2014). Asociatividad para la innovación con alto impacto sectorial. Congruencia de objetivos entre las áreas programática y operativa de los Fondos Sectoriales. Buenos Aires: CIECTI y MINCYT.

Lugones, M. y Osycka, M. (2018). Desarrollo y políticas en nanotecnología: desafíos para la Argentina. En D. Aguiar, M. Lugones, J. M. Quiroga y F. Aristimuño (Dir.), *Políticas de ciencia, tecnología e innovación en la Argentina de la posdictadura*. Viedma: Editorial UNRN. Recuperado de: <https://books.openedition.org/eunrn/1234>.

Mazzucato, M. (2013). *The Entrepreneurial State. Debunking Public vs. Private Sector Myths*. Londres: Anthem Press.

155

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2012). *Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Lineamientos Estratégicos 2012-2015*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Recuperado de: <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/022/0000022576.pdf>.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (2016). *Estudios de Consultoría en el Sector Nanotecnológico. El Futuro de las Nanociencias y las Nanotecnologías en Argentina*. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Moledo, L. (2008). Nanodiálogo, narices y biosensores. *Página12*, 23 de julio. Recuperado de: <https://www.pagina12.com.ar/diario/ciencia/19-108291-2008-07-23.html>.

Motoyama, Y., Appelbaum, R. y Parker, R. (2011). The National Nanotechnology Initiative: Federal support for science and technology, or hidden industrial policy? *Technology in Society*, 33, 109-118.

NNI (2006). *A Matter of Size: Triennial Review of the National Nanotechnology Initiative*. Washington DC: The National Academies Press.

NoticiasTectv (2013). Fondos Presemilla en Nanotecnología, 25 de julio. Recuperado de: <https://noticiastectv.wordpress.com/2013/07/25/1483/>.

NSCT (2017). The National Nanotechnology Initiative: Supplement to the President's 2018 Budget. Recuperado de: <https://www.nano.gov/2018BudgetSupplement>.

PAE (2006). Bases Convocatoria IP-PAE 2006. Recuperado de: http://www.agencia.mincyt.gov.ar/upload/pae2006_ip_bases.pdf.

Página/12 (2004). Anuncios culturales de Lavagna, 6 de noviembre. Recuperado de: <http://www.pagina12.com.ar/diario/elpais/1-43268-2004-11-06.html>.

Panarum (2018). Recuperado de: <https://panarumsas.com/es/inicio-desarrollo-nanofarmaceutico-panarum-sas/>.

Ruttan, V. (2008). General Purpose Technology, revolutionary technology, and technological maturity. Mineápolis: University of Minnesota.

Saber cómo (2007). Nano MERCOSUR 2007: Ciencia, Empresa y Medio Ambiente. Recuperado de: <http://www.inti.gov.ar/sabercomo/sc57/inti2.php>.

SECYT (2006). Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación "Bicentenario" (2006-2010). Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Recuperado de: www.mincyt.gov.ar/_post/descargar.php?idAdjuntoArchivo=22513.

Senado y Cámara de Diputados de la Nación (2005). Proyecto de Ley Marco para el Plan Nacional Estratégico de Desarrollo de Micro y Nanotecnologías. Comisión de Ciencia y Tecnología. Recuperado de: <http://www1.hcdn.gov.ar/dependencias/ccytecnologia/proy/3.279-D.-05.htm>.

Surtayeva, S. (2019). Cambio tecnológico y capacidades políticas, institucionales y organizacionales: análisis de la evolución de la nanotecnología en la Argentina (2003-2015) (Tesis de doctorado). Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.

Surtayeva, S. y Hurtado, D. (2019). Cambio tecnológico y capacidades políticas e institucionales: La trayectoria de la Fundación Argentina de Nanotecnología. *Revista Estado y Políticas Públicas*, 12, 97-122.

Toledo, L. (2013). Una experiencia de promoción de la nanotecnología en Argentina. *Revista de Física*, 46, 25-30.

Vela, M y Toledo, L. (2013). Difusión y Formación en Nanociencia y Nanotecnología en los distintos niveles de la enseñanza y acciones de divulgación en la sociedad argentina. *Revista de Física*, 46, 19-24.

Vila Seoane, M. (2011). Nanotecnología: su desarrollo en Argentina, sus características y tendencias a nivel mundial (Tesis de maestría). Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.

Záyago Lau, E., Foladori, G., Carroza, T., Appelbaum, R., Villa, L. y Robles-Belmont, E. (2015). Empresas de nanotecnología en la Argentina. *Realidad Económica*, 296, 34-54.

Cómo citar este artículo

Surtayeva, S. (2021). El impacto de las políticas de promoción sobre el sector productivo argentino: el caso de la nanotecnología (2003-2018). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(48), 131-157.

**Las evaluaciones internacionales a gran escala
y la regulación global de los sistemas educativos:
un análisis integrativo ***

**Avaliações internacionais em larga escala
e o regulamento global de sistemas educacionais:
uma análise integrativa**

***International Large-Scale Assessments
and the Global Regulation of Educational Systems:
An Integrative Analysis***

Claudio Ramos Zincke **

Desde la década de 1990, se han expandido a través del mundo las evaluaciones internacionales a gran escala del desempeño educacional. Aunque con orígenes diferentes, ellas han ido dando forma a un dispositivo técnico que se conecta y superpone a los gobiernos nacionales e incide, de formas diversas, en la regulación global y nacional de la educación. Este artículo se focaliza en responder a dos preguntas: 1) cuál es la fuente de su fuerza expansiva y regulatoria; y 2) qué es lo que estos mecanismos evaluativos producen. Las respuestas aportadas confluyen en mostrar que estos sistemas de evaluación internacional constituyen un dispositivo de gubernamentalidad global que está rediseñando el funcionamiento de los sistemas de educación a través del mundo, estableciendo nuevos estándares normativos y redefiniendo las nociones de calidad, abriendo los sistemas educacionales a una revisión y discusión en un marco de referencia global. Tal dispositivo se sustenta en una estructura operativa basada en redes internacionales, en una labor investigativa a escala de *big science* y orientada por una creciente preocupación práctica por el diseño de políticas educacionales. En las últimas dos décadas, este dispositivo ha adquirido una gran potencialidad adaptativa que continuamente está ampliando su fuerza regulatoria y performativa.

159

Palabras clave: evaluaciones internacionales a gran escala; regulación global; *big science*; gubernamentalidad

* Recepción del artículo: 17/04/2020. Entrega de la evaluación final: 25/11/2020. El artículo pasó por una instancia de corrección y reevaluación.

** Sociólogo. Profesor titular del Departamento de Sociología de la Universidad Alberto Hurtado, Chile. Correo electrónico: cramos@uc.cl.

Desde a década de 1990, as avaliações internacionais em larga escala do desempenho educacional se expandiram em todo o mundo. Embora com origens diferentes, eles têm moldado um dispositivo técnico que conecta e se sobrepõe aos governos nacionais e influencia, de diferentes maneiras, a regulamentação global e nacional da educação. O artigo concentra-se em responder a duas perguntas: 1) qual é a fonte de sua força expansiva e regulatória; e 2) que esses mecanismos avaliativos produzem. As respostas fornecidas convergem ao mostrar que esses sistemas internacionais de avaliação constituem um dispositivo de governamentalidade global que está redesenhando a operação dos sistemas educacionais em todo o mundo, estabelecendo novos padrões normativos e redefinindo as noções de qualidade, abrindo os sistemas educacionais a revisão e discussão em um quadro global de referência. Esse dispositivo é sustentado por uma estrutura operacional baseada em redes internacionais, por trabalhos de investigação científica em grande escala e orientada por uma crescente preocupação prática pelo desenho de políticas educacionais. Nas últimas duas décadas, esse dispositivo adquiriu um grande potencial adaptativo que está continuamente expandindo sua força regulatória e performativa.

Palavras-chave: avaliações internacionais em larga escala; regulamentação global; *big science*; governamentalidade

Since the 1990s, international large-scale assessments of educational performance have expanded throughout the world. Although with different origins, they have given shape to a technical device, both connected with national governments and overlapping them, that affects in various ways the global and national regulations of education. The article focuses on answering two questions: 1) what is the source of their expansive and regulatory force; and 2) what do these evaluation mechanisms produce. The answers provided converge in showing that these international evaluation systems constitute a global governmentality device that is redesigning education systems' functioning throughout the world, establishing new normative standards and redefining the notions of quality, opening educational systems to review and discussion in a global frame of reference. Such a device is grounded on an operational structure based on international networks, on research to a big science scale, and guided by a growing practical concern for designing educational policies. In the last two decades, this device has acquired great adaptive potential that is continuously expanding its regulatory and performative force.

Keywords: international large-scale assessments; global regulation; *big science*; governmentality

Introducción

Las pruebas internacionales que evalúan el desempeño escolar —PISA y TIMSS, entre las más conocidas— se han convertido en parte del panorama educacional global. Sus resultados, entregados periódicamente, son esperados, debatidos y usados de diferentes maneras en los sistemas educacionales. Sus alcances han llegado decisivamente a América Latina conectándola a una nueva forma de regulación global. Pese a su relevancia, en esta región tales pruebas no han sido objeto de la investigación y el debate que han tenido en los países centrales.¹ Para orientar o impulsar más investigación y debate en la región se requieren trabajos que sistematicen la vasta acumulación de trabajos sobre estas pruebas, sobre las cuales cuesta tener una visión de conjunto, y permitan tener un cuadro parsimonioso de aspectos centrales del debate, desde un punto de vista científico social. Tal es el fin de este artículo: discernir y ordenar elementos centrales de la operación, forma institucional y efectos de las pruebas internacionales, a través de una sistematización de la literatura. El foco del artículo es la regulación global que se genera a través de estas formas de evaluación, pero observada desde lo que es pertinente para América Latina. Desde esta perspectiva, algunas evaluaciones aplicadas solo en la región, como la prueba ERCE, adquieren importancia y otras, como la prueba SACMEQ aplicada en África o la PASEC, usada para los países de habla francesa, no son consideradas.

Un precedente de estos estudios comparativos internacionales tomó lugar en los años 1930, a través de la International Examinations Inquiry (IEI), en la que participaron nueve países, todos del Primer Mundo, entre ellos Estados Unidos, Inglaterra, Francia y Alemania. Su foco investigativo fue “la determinación del modo más efectivo de examinar a los estudiantes para su ingreso a la escuela secundaria” (Lawn, 2008, p. 7) y los problemas principales abordados tuvieron que ver con el establecimiento de métodos estandarizados de medición, la comunicación académica internacional y la comprensión comparativa de la diversidad nacional. Su financiamiento fundamentalmente provino de la Carnegie Foundation. La IEI fue un proyecto científico que operó internacionalmente, integrando a unos cien investigadores eminentes de Estados Unidos y Europa, quienes intentaron definir problemas comunes generando proyectos asociados y publicaciones, aunque no un proyecto investigativo o evaluativo común. El proyecto expresaba confianza en los esfuerzos de expertos científicos realizados sin control gubernamental ni conexiones con los gobiernos. En su interior convivieron diferentes enfoques y finalmente la Segunda Guerra Mundial impidió su continuación (Lawn, 2008).

Las evaluaciones internacionales a gran escala (EIGE) del desempeño educacional entran a escena, aunque todavía de modo preparatorio, con un proyecto piloto llevado a cabo entre 1959 y 1961 por un nuevo organismo, la International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), apoyada por la Unesco. En él se evaluaron los logros educacionales en varios dominios cognitivos (comprensión

1. Países “centrales” en el sentido que le asigna Wallerstein.

lectora, matemáticas, ciencias, lenguaje y habilidad no verbal) en nueve países (Bélgica, Inglaterra, Francia, Finlandia, Israel, Grecia, Suiza, Estados Unidos y Yugoslavia), usando muestras intencionales. Sirvió para probar la factibilidad de los estudios comparativos internacionales del desempeño educativo (Keeves, 2011).

Luego de ese ensayo inicial, los tests educacionales a gran escala propiamente comienzan en 1964, con el *First International Mathematics Study* (FIMSS), aplicado por la IEA en 12 países. En esta prueba se emplearon muestras probabilísticas y se plantearon hipótesis sobre la incidencia de la organización de la escuela y de diversos factores sociales y económicos sobre los logros en esta disciplina escolar (Keeves, 2011, p. 7), lógica explicativa que continuará en las pruebas futuras.

Las EIGE han sido objeto de variedad de análisis que buscan hacer sentido de lo que representan. Se ha considerado, especialmente en referencia a PISA, que juegan un rol en el avance de “un nuevo modo de gobernanza educacional global” (Meyer y Benavot, 2013), dando forma a un *global eye* (Novoa *et al.*, 2003), y que constituyen “la expresión de una matriz cognitiva de gobierno” (Carvalho, 2018) y de un *soft power* (Sellar y Lingard, 2013), en el cual el conocimiento científico técnico juega un rol crucial. Se puede entender a estos sistemas de evaluación como parte de la modernidad reflexiva, constituyendo un medio global que ayuda a las sociedades a revisar el ajuste de sus sistemas educacionales a los veloces cambios en los procesos sociales y culturales, y en su propio entramado institucional. En esa perspectiva, diversos enfoques conciben a las EIGE como una nueva herramienta de gobierno, hablando los autores, así, de gobernanza por indicadores (Gorur, 2017), *network governance* (Ball y Junemann, 2012), gobierno por números (Grek, 2009), gobernanza por comparación (Materns y Nieman, 2010) y gobierno a través de “vigilancia mutua” (Carvalho, 2018, p. 112). Lingard y Sellar (2016) hablan de una gobernanza epistemológica que conecta lo cognitivo y lo normativo. Se las considera, además, como parte de la economía global del conocimiento (Exly, Bran y Bell, 2011), contribuyendo a la operación de *policy networks* (Ball y Junemann, 2012).

En concordancia con varios elementos de esas interpretaciones, en este artículo se aborda a las EIGE como un ensamblaje internacional de elementos heterogéneos, el cual monta un proceso investigativo que integra elementos cognitivos, normativos y de poder, generando datos comparativos, y se analizan las derivaciones performativas de su operación. Aunque una visión positivista convencional aún siga diciendo que las pruebas internacionales miden algo que estaba allí esperando ser medido y revelado, desde los enfoques de la teoría del actor-red y de la performatividad de la ciencia, la actividad evaluativa es vista como una operación productiva (Callon, 1998; MacKenzie, 2006; Muniesa, 2014).² Los procedimientos de medición, con sus conceptualizaciones, diseños metodológicos, instrumentos y análisis, seleccionan particulares elementos (y no otros), los articulan de particulares formas y los someten a particulares interpretaciones. Cuando esta medición además está articulada con

2. Hay algunos autores que han estudiado las pruebas desde estos enfoques. La más destacada es Gorur (2011, 2016a, 2018), quien ha centrado su atención particularmente en la prueba PISA.

instituciones estatales, los resultados de la medición son usados prácticamente como manifestaciones de una realidad unívoca, guiando “con evidencia fáctica” las decisiones. El aparataje científico técnico, en su articulación estatal, se convierte así en un dispositivo con gran fuerza performativa.

El objetivo aquí es discernir algunos elementos centrales de esa red productiva que sustenta y provee la infraestructura de estas pruebas, y luego explorar esa labor “productiva”. Dado el carácter internacional del ensamblaje y dada la complejidad del tejido, que incluye variado tipo de entidades, lo que se puede mostrar en estas breves páginas es solo una versión estilizada de las conexiones, dejando fuera varias de ellas. Lo que se busca aquí es visualizar el cuadro general que se oculta tras la proliferación de información circulante.

Específicamente, este artículo busca responder dos preguntas sobre estas pruebas: 1) ¿cuál es la fuente o los factores explicativos de su fuerza expansiva y de la capacidad regulatoria que están exhibiendo?; y 2) ¿qué es lo que ellas producen?, ¿cuál es su efecto performativo? Estas interrogantes están planteadas no con respecto a una prueba en particular, sino que, con respecto al conjunto de ellas, pues nuestro planteamiento es que lo que se configura y los efectos que se producen derivan de su operación combinada.

La metodología del estudio se basó en una revisión de los informes técnicos y las publicaciones de la IEA, Unesco y OCDE, en referencia a sus pruebas internacionales, y en la revisión de más de 200 textos de la literatura especializada sobre las EIGE, seleccionados de acuerdo con un muestreo estratégico que buscó reflejar la diversidad de contenido dentro de tales textos, a fin de obtener una representatividad cualitativa. Los textos fueron objeto de un trabajo de análisis e interpretación guiado por las preguntas planteadas.

163

Primero se hace una breve revisión sobre el crecimiento histórico de las EIGE y una caracterización básica de las principales pruebas. Segundo, se explican diversas facetas del fenómeno de las EIGE que permiten entender su fuerza y alcance, las cuales están relacionados con su proceso productivo y estructura organizativa. Tercero, se describe lo que, de acuerdo con las investigaciones y nuestra interpretación, estas pruebas generan. Esto remite tanto a sus productos directos como a una cadena de efectos que inciden en los sistemas educacionales. Finalmente, se extraen conclusiones sobre el carácter del dispositivo evaluativo en marcha y sobre el alcance y la relevancia de sus efectos.

1. La expansión mundial de las evaluaciones educacionales internacionales a gran escala (EIGE)

Las EIGE tienen una historia que comienza con los tempranos esfuerzos de la IEI en la década de 1930, que se ven detenidos por la Segunda Guerra Mundial. Se reactivan en los años 1960, avanzando lentamente durante los 1970 y 1980. Como se observa en la siguiente tabla, su despliegue global comienza en los años 1990, masificándose desde los 2000. De América Latina, Chile es el primer país que participa

en ellas, involucrándose tempranamente, a fines de los años 1960, en la *Six Subject Survey*, una evaluación pionera de la IEA. En 1998, la oficina regional de la Unesco crea una prueba para esta región y con ello comienza la participación generalizada de los países latinoamericanos. La primera prueba PISA, de la OCDE, en el 2000, marca un salto global en la repercusión de las EIGE, al instalar una modalidad más sistemáticamente conectada al diseño de políticas y a la difusión en los medios de comunicación masiva. En 2009 ya hay 65 países que aplican la prueba PISA (ocho de América Latina) y en 2011 son 63 los que aplican TIMSS (dos de América Latina). El 2015, 72 países participan en PISA. Nada más considerando el período entre 2009 y 2011, hay más de 1.500.000 estudiantes rindiendo pruebas internacionales. Hoy, estas pruebas son fuente básica de información sobre su realidad educativa para los ministerios de educación del mundo y para las audiencias nacionales.

Tabla 1. Evaluaciones internacionales a gran escala (EIGE), ordenadas por año de aplicación, con países participantes y cantidad de evaluados

ORGANISMO A CARGO	PRUEBA	AÑO	NÚMERO DE PAÍSES	PAÍSES LATINOAMERICANOS PARTICIPANTES	NÚMERO DE INDIVIDUOS EVALUADOS (muestra global aproximada)
IEA	FIMSS	1964	12	-	133.000
IEA	SSS	1970	19	CH	250.000
IEA	SIMS	1982	10	-	124.000
IEA	SISS	1984	19	-	262.200
ETS	IAEP	1991	20	BR	175.000
OCDE	IALS	1994	8	CH	68.800
IEA	TIMSS	1995	45	CO	280.000
OCDE	IALS	1998	22	CH	68.800
UNESCO	ERCE-1	1998	11	AR, BO, BR, CH, CO, CU, HO, MX, PAR, RD, VE	54.500
IEA	CIVED	1999	28	CH	140.000
IEA	TIMSS	1999	38	CH	180.000
OCDE	PISA	2000	43	AR, BR, CH, ME, PE	223.000
IEA	PIRLS-1	2001	34	AR (Buenos Aires), CH	319.000
OCDE	PISA	2003	41	BR, MX, UR	276.000
IEA	TIMSS	2003	49	AR, CH,	355.000
OCDE	PISA	2006	57	AR, BR, CH, CO, MEX, UR	400.000
UNESCO	ERCE-2	2006	16	AR, BR, CH, CO, CR, CU, EC, ES, GU, MX, NI, PAN, PAR, PE RD, UR	196.000
IEA	PIRLS	2006	41	CH	215.000
IEA	TIMSS	2007	59	CH, CO, SA	425.000
OCDE	TALIS	2008	24	CH	70.000
IEA	TEDS-M	2008	17	CH	22.000
IEA	ICCS	2009	38	CH, MX, PAR, RD	140.000
OCDE	PISA	2009	65	AR, BR, CH, CO, MX PE, UR, TT	470.000
IEA	TIMSS	2011	63	CH, HO	600.000

ORGANISMO A CARGO	PRUEBA	AÑO	NÚMERO DE PAÍSES	PAÍSES LATINOAMERICANOS PARTICIPANTES	NÚMERO DE INDIVIDUOS EVALUADOS (muestra global aproximada)
IEA	PIRLS	2011	48	CH, CO, HO	325.000
OCDE	PISA	2012	65	AR, BR, CH, MX, PE, CO, CR	510.000
OCDE	TALIS	2013	33	BR, CH, MX	170.000
UNESCO	ERCE-3	2013	15	AR, BR, CH, CO, CR, EC, GU, HO, MX, NI, PAN, PAR, PE, RD, UR	117.000
IEA	ICILS	2013	18	AR, CH	60.000
IEA	TIMSS	2015	57	AR, CH	580.000
OCDE	PISA	2015	72	AR, BR, CH, CO, MX, PE, CR, RD, TT, UR	540.000
OCDE	PIAAC	2015	25+88 (2 rounds)	CH	215.000
IEA	PIRLS	2016	49	AR, CH	300.000
IEA	ICCS	2016	24	CH, CO, CR, RD, MX, PE	94.000
OCDE	PISA	2018	80	AR, BR, CH, CO, CR, EC, PAR, PE, RD, TT, UR	500.000
OECE	TALIS	2018	49	AR, BR, CH, CO, CR, EC, MX, PE, PAR, PE, RD, TT, UR	210.000
IEA	TIMSS	2019	70	CH	
UNESCO	ERCE-4	2019	18	AR, BO, BR, CH, CO, CR, CU, EC, ES, GU, HO, MX, NI, PAN, PAR, PE RD, UR	

165

Fuente: documentos técnicos de IEA, ETS, OCDE y Unesco.

En la actualidad, las EIGE se llevan a cabo en más de 130 países, alcanzando alrededor del 90% de los 146 países con más de dos millones de habitantes. Países de todas las tradiciones culturales y con diversas formas de organización económica y política se han sumado a su aplicación.

En la siguiente tabla se muestran los contenidos abordados en estas pruebas y las poblaciones que han sido el foco de las evaluaciones.

Tabla 2. Contenidos y población de estudio de principales pruebas internacionales

PRUEBA	CONTENIDOS								POBLACIÓN EVALUADA
	Lectura/ literacy	Matemáticas/ numeracy	Ciencias	Educación cívica	Solución de problemas	Dominio de TICs	Enseñanza	Otros	
SSS	X	X	X	X				Literatura Inglés & francés como segundo idioma	Estudiantes de 10 y 14 años, y último año Secundaria
TIMSS		X	X					Conocimientos avanzados matemática y física	4° y 8° Básico
IALS	X	X							Adultos 16 a 65 años
ERCE	X	X							3° y 6° Básico
CIVED				X					14 años y último año Ed. Sec.
PISA	X	X	X		Módulos opcionales	Opcional		Alfabetización financiera, bienestar, competencia global	Alumnos de 15 años
PIRLS	X								4° básico
TALIS							X		Profesores de aula
TEDS-M							X		Futuros profesores
ICILS					Opcional, solución computacional	X			8° Básico
PIAAC	X	X			S.P. en ambientes enriquecidos tecnológicamente				Adultos 16 a 65 años
ICCS				X					8° Básico (aprox. 14 años)

Fuente: documentos técnicos de IEA, OCDE y Unesco.

El crecimiento y propagación de las pruebas internacionales consolida y crea nueva demanda por su realización. Se hace casi ineludible para los países valerse de una herramienta de uso cada vez más generalizado, la cual, además, es incentivada o demandada por organismos internacionales.³ Esto lleva no solo a que los países se sumen, sino también a que incluyan más pruebas, con los mismos o con nuevos focos de evaluación. Las pruebas, además, entregan información sobre diferentes aspectos, habilidades para la vida (PISA), *curriculum* (TIMSS y ERCE), permitiendo comparaciones en el contexto mundial o regional. De tal modo, se ha instalado sólidamente una “cultura evaluativa global” (Ydesen, 2019).

No es una característica solo de años recientes la llegada a los países de América Latina de discursos y prácticas educacionales internacionales. Ya en el siglo XIX circularon por la región modelos educacionales ingleses, franceses y alemanes, y en

3. Puede hipotetizarse que esto ocurre por un proceso de isomorfismo en que inciden factores tanto normativos como miméticos y coactivos.

el XX enfoques norteamericanos. Sin embargo, tales discursos y prácticas tenían una circulación menos sistemática, sin una estructura internacional bien montada, que sostuviera un flujo continuo y multidireccional. No existía nada parecido al mecanismo actual de circulación de conocimiento. Por ejemplo, la amplia discusión educacional que tuvo lugar a principios del siglo XX respecto a las ideas de Dewey y de la escuela nueva, con enfoques provenientes de Europa y Estados Unidos, se basaba en publicaciones dispersas y en viajeros esporádicos. ¿Qué es lo que ocurre ahora en términos de circulación internacional de estas pruebas?

2. Dimensiones del fenómeno de las EIGE que explican su fuerza expansiva y reguladora

Frente a la pregunta sobre qué es lo que permite entender y explicar el crecimiento e impacto que han tenido las EIGE, consideramos que hay tres factores o dimensiones del fenómeno que son cruciales como parte de la respuesta:

- (1) Su peculiar arquitectura organizativa que conecta organismos internacionales, gobiernos nacionales, centros de investigación y redes de expertos a través del mundo.
- (2) Su basamento científico, que estructura el procedimiento central de constitución y operación de estas pruebas.
- (3) El tipo de resultados que generan, su forma de analizar y formatear los resultados, y las características del proceso de entrega y difusión de ellos.

167

A continuación, se atiende a cada dimensión y a cómo ella contribuye a explicar la fuerza de las EIGE.

2.1. Estructura operativa basada en redes internacionales

Las pruebas internacionales pioneras diseñadas por la IEA en los años 1960 contaron con el apoyo de Unesco y la Ford Foundation, estableciendo vínculos más bien formales con los gobiernos. La modalidad de elaboración de pruebas que se generaliza desde los años 1990 incluye la participación no solo financiera de los gobiernos, sino también sustantiva, a través de una continua colaboración técnica entre los expertos de los organismos internacionales y de los países.

Varios organismos internacionales desarrollaron iniciativas en materia de evaluaciones internacionales. No obstante, desde los años 1990, los organismos dominantes son tres: OCDE, IEA y Unesco.⁴

4. ETS también aplica, tempranamente, pruebas internacionales, en 1988 y 1991, pero que no continuó.

2.1.1. IEA (*International Association for the Evaluation of Educational Achievement*)

La IEA, creada en 1958, en el Institute for Education, en Hamburgo, bajo el alero de la Unesco, es el organismo más antiguo de los tres en lo que a las EIGE se refiere. Montó el primer gran dispositivo de evaluación internacional en la segunda mitad de los años 1960 (IEA, 2018b). Sus fundadores, gente como Torsten Husen, de la Universidad de Estocolmo, Benjamin Bloom, de la Universidad de Chicago, y Robert Thorndike, del Teachers College de la Universidad de Columbia, quienes trabajaron colaborativamente con muchos otros, eran académicos destacados en el ámbito educacional y su orientación era hacia la investigación (Keeves, 2011). Les interesaba detectar la variabilidad educacional internacional e identificar los factores que explican tal variabilidad. En palabras de Husen (1975, p. 7), “el mundo puede ser concebido como un gran laboratorio educacional donde diferentes prácticas son experimentadas, en términos de organización de la escuela, contenido curricular y métodos de instrucción”. Se buscaba obtener hallazgos generalizables que contribuyeran a la política educativa de los países y, en particular, ayudaran a modernizar los países menos desarrollados.

En la actualidad la IEA cuenta con 68 países miembros y entre sus pruebas más destacadas se cuentan: TIMSS, desde 1994 (que primero fue FIMSS, en 1964, y luego SIMSS, en 1982); PIRLS (2001); CIVED (1999), luego denominada ICCS (desde 2009); y TEDS (2008). De ellas, TIMSS y PIRLS son curriculares, mientras que CIVED e ICCS están referidas a la formación cívica.

2.1.2. Unesco (*United Nations Educational Scientific and Cultural Organization*)

Establecida en 1945, ha promovido la educación con una orientación normativa asociada a la paz y los derechos humanos. Este organismo ha buscado ser líder en producción y diseminación de conocimiento educacional (Menashy y Manion, 2016). En la década de 1950, asume la tarea de recopilación y estandarización de estadísticas educacionales con perspectiva mundial. En 1952 se funda el Instituto de la Unesco para la Educación (IUE), que aborda el estudio comparado de la educación. En 1952 la Unesco publica el *World Handbook of Educational Organization and Statistics*, con datos de 57 países, cuyas comparaciones se ven dificultadas por las grandes diferencias existentes en cuanto a denominaciones y clasificaciones de la realidad educacional.⁵ Entre 1966 y 1974, Unesco trabaja en la elaboración de la International Standard Classification of Education (ISCED), finalmente aprobada en 1978. Esta clasificación fue diseñada para armonizar internacionalmente las mediciones e inicialmente pensada “para la planificación educacional [de los países] y la promoción mundial de la educación” (Schneider, 2013, p. 366), acorde con la orientación de este organismo en esos años. La Unesco ha sido decisiva en la difusión y legitimación de la lógica de la estandarización educacional internacional y de la comparación entre países, ayudando a proveer la infraestructura necesaria para la producción de datos (Gorur, 2018).⁶ Un objetivo destacado que tiene la generación

5. Desde 1921 hay esfuerzos para generar estadísticas educacionales en un marco comparativo, pero con falta de estandarización que obstaculiza el análisis (Gorur, 2018).

6. En los años 1980, por la pérdida de apoyo financiero que experimenta la Unesco, asociada a la creciente politización del organismo, ella es desplazada por el Banco Mundial que, con mucho mayor presupuesto, asumió el liderazgo mundial en el ámbito educacional (Mundy, 2010).

de este tipo de información es la creación de programas de ayuda internacional para los países que no tienen los recursos para implementar mejoras en la educación. Sin datos comparativos, a nivel internacional, agencias como Unesco, Unicef o el Banco Mundial realizarían su labor a ciegas.

En 1994 se crea, en la Oficina Regional de Educación de la Unesco para América Latina, con sede en Santiago de Chile (Orealc-Unesco), un Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE). Su organización fue diseñada como una red de unidades dedicadas a la medición y evaluación de los sistemas educacionales de América Latina, coordinada por un equipo en la oficina regional (Unesco-Orealc, 2015). Esta iniciativa surge en un período en que “muchos países estaban iniciando procesos de reforma educacional sin contar con información adecuada y suficiente, con escasa masa de recursos críticos en medición de la calidad de la educación” (Unesco-Orealc, 2014, p. 9). De tal modo, el LLECE “tiene como objetivo aportar conocimientos, evidencia empírica y asistencia técnica a sus países miembros a través de evaluaciones de aprendizaje de carácter internacional y comparativo entre países”. Esto permitiría “retroalimentar a los sistemas educativos en general, pero también a sus actores relevantes tanto a nivel del aula y escuela como a nivel político, para fortalecer la toma de decisiones educativas, dada la entrega de resultados de logros de aprendizaje y factores asociados a estos últimos” (Unesco-Orealc, 2015, p. 3). También señala, desde 2008, el objetivo de contribuir a la formación de opiniones, a la circulación y difusión de ideas y al debate informado sobre aprendizajes y procesos educacionales (Unesco-Orealc, 2008, p. 19).

Las evaluaciones de la Unesco-Orealc, denominadas ERCE (Estudio Regional Comparativo en Educación), son de índole curricular y buscan atender a las peculiaridades de la región. Para eso, se realiza un extenso y participativo proceso de revisión de los currículos de los países participantes, el cual es coordinado por una de las instituciones colaboradoras: el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES). Así, una peculiaridad de los ERCE es atender a las “raíces curriculares propias” y considerar características contextuales de relevancia para la región (condición urbana/rural, tipo de ciudades, tipo de administración del establecimiento y otros factores asociados) (Unesco-Orealc, 1998, p. 7). Ese análisis curricular es, de hecho, un gran esfuerzo colectivo que toma un par de años, entre revisión de documentos, consultas y logro de acuerdos. Según sus coordinadores, constituye un “esfuerzo cooperativo sin precedentes en la región” (Unesco-Orealc, 1998, p. 17). El ERCE lleva ya tres versiones (1998, 2006 y 2013) y está en proceso la cuarta (2019), siendo una prueba de lenta preparación y desarrollo. En cada caso ha tomado más de cinco años, entre el diseño y la entrega final de resultados. Estas evaluaciones han recibido financiamiento del Banco Mundial, del BID y de la Fundación Ford (Unesco-Orealc, 2008, p. 15).

Producto del análisis de los “factores asociados” y de la identificación de algunas condicionantes particularmente influyentes (y que son modificables), los autores del ERCE hablan de un “modelo latinoamericano” de evaluación.

2.1.3. OCDE (*Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos*)

La OCDE nace en 1961, como heredera de la organización que se había encargado, desde 1948, de hacer funcionar el Plan Marshall para la reconstrucción luego de la Segunda Guerra Mundial. Es una organización que genera y analiza información, con una directa orientación a la revisión y diseño de políticas. Para tales fines, organiza y analiza información estadística de diversas procedencias (Unesco, Eurostat, etc.) y genera sus propios datos. Es un lugar de interconexión entre expertos en diseño de políticas, con una perspectiva inicialmente europea, pero que gradualmente se ha ido haciendo internacional y global. En 1968 la OCDE crea el Centre for Educational Research and Innovation (CERI), con el cual buscaba una interacción más estrecha entre investigación, gestión educacional y diseño de políticas, y que será fundamental para el trabajo posterior en el área (Burgi y Trohler, 2018).

En los años 1980, Estados Unidos y Francia presionan a la OCDE para que produzca mejores datos y que sean más comparables. Estados Unidos se encontraba acicateada por la competencia tecnológica, componente de la Guerra Fría; el gobierno de izquierda de Francia, por su parte, estaba preocupado por las oportunidades educacionales para niños desaventajados socioeconómicamente (Fulge *et al.*, 2016, pp. 458-459). En respuesta, desde 1991, el Directorate for Education, Employment, Labour and Social Affairs comenzó a integrar indicadores respecto a los sistemas educacionales y a publicar síntesis globales y nacionales. Expresión fundamental de esto es el informe *Education at a Glance*, elaborado por el CERI y reconocido internacionalmente, que comenzó a publicarse en 1992. En su afán por generar indicadores más apropiados, en 1995 decidió el desarrollo del Programme for International Student Assessment (PISA), evaluación no curricular sobre la preparación de los jóvenes para enfrentar la sociedad actual, comenzando a aplicar la prueba en el 2000. Poco después, como reflejo de la importancia que adquiriría el trabajo en este campo, se estableció un Education Directorate autónomo (Sellar y Lingard, 2013, p. 190). Gradualmente esta agencia, impulsada por sus propios analistas, ha ido constituyendo su propia agenda de generación de datos (Fulge *et al.*, 2016) y se ha convertido en un productor central de conocimientos orientado al diseño de políticas, de gran relevancia especialmente en el espacio europeo (Sellar y Lingard, 2013; Grek, 2009, 2018).

En el 2018 la OCDE cuenta con 37 países miembros, entre ellos México y Chile, con Colombia en camino a serlo, y sus principales pruebas son PISA, IALS, PIAAC y TALIS.

2.1.4. Consorcios

Las EIGE de las últimas dos décadas han sido realizadas a través de consorcios internacionales con centros y personas especialistas en las diferentes materias en juego. En la tabla siguiente se registra una nómina de integrantes de estos consorcios, en algunas de las pruebas realizadas.

Tabla 3. Integrantes de los consorcios a cargo de la elaboración de pruebas internacionales

IEA	OCDE	UNESCO
<p>CIVED (1999)</p> <p>IEA, American Institutes for Research (AIR), Western Statistics (WESTAT), Estados Unidos, Humboldt University of Berlin (the International Coordinating Center)</p>	<p>PISA (2000)</p> <p>Australian Council for Educational Research (ACER), National Institute for Educational Measurement (CITO) de Holanda, Service de Pédagogie Expérimentale (Université de Liège, Belgica) WESTAT, Educational Testing Service (ETS), Estados Unidos, National Institute for Educational Research (NIER), Japón</p>	<p>ERCE (2006)</p> <p>Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), Australian Council for Educational Research (ACER)</p> <p>ETS (revisión y certificación de las pruebas), IEA (apoyo técnico)</p>
<p>TIMSS (1999)</p> <p>Boston College, IEA Secretariat (Amsterdam), Centro de Procesamiento de Datos de la IEA (Hamburgo-Alemania), Statistics Canada (Ottawa-Canada), Educational Testing Service (ETS), Estados Unidos</p>	<p>PISA (2006)</p> <p>ACER, CITO, Unité d'analyse des systèmes et des pratiques d'enseignement (aSPe) de la Université de Liège (Belgica), ETS, NIER, WESTAT, International Language School (ILS), Universidad de Oslo, Noruega, Leibniz Institute for Science and Mathematics Education (IPN) de la Universidad de Kiel, Alemania</p>	<p>ERCE (2013)</p> <p>Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), MIDE UC, Centro de Política Comparada Educativa (CPCE-UDP)</p>
<p>ICCS (2009)</p> <p>Australian Council for Educational Research (ACER), National Foundation for Educational Research (NFER), Laboratorio di Pedagogia Sperimentale de la Universidad Roma Tre University (LPS).</p>	<p>PISA (2015)</p> <p>ETS, Pearson, DIPF, aSPe; Center for Educational Technology (CET) de Israel, CRP-HT, The Educational Measurement and Research Center (EMACS) de la Universidad de Luxemburgo, GESIS – Leibniz-Institute for the Social Sciences de Alemania, WESTAT, ACER (como subcontratista de WESTAT para operaciones y muestreo).</p>	

Fuente: reportes técnicos de IEA, OCDE y Unesco.

Puede constatarse el gran entremezclamiento de las relaciones. Las conexiones con centros técnicos no son exclusivas. Statistics Canadá, ETS, WESTAT y otros han colaborado con los tres organismos, en diversas pruebas. La misma IEA ha cooperado con la OCDE y con la Unesco. Asimismo, la movilidad de los expertos entre uno y otro centro es intensa. Participantes del IEA, por ejemplo, que tempranamente adquirieron experiencia en el área fueron reclutados por otros programas, generando una activa circulación de conocimientos y experiencias (Keeves, 2001, p. 33). Incluso el mismo Andreas Schleicher, figura central en el desarrollo de la prueba PISA, trabajó inicialmente, en los años 1990, en la IEA, en Holanda, llegando a ser *Director for Analysis* (IEA, 2018).

Un actor técnico destacado en esa red es el ETS (Educational Testing Service). Es otra organización privada sin fines de lucro, tal como el IEA. Fue fundada en 1947, con fines de evaluación e investigación educacional, contando con los aportes de recursos y personal técnico provistos por el American Council of Education, la Carnegie Foundation y el College Entrance Examination Board. Desde temprano el ETS explora las evaluaciones internacionales, teniendo un exclusivo mercado en las pruebas de admisión universitaria, tales como el GRE y el Toefl, aplicados internacionalmente. Además de esas pruebas, que son para fines de certificación individual, en 1988 el ETS aplicó una prueba de evaluación en matemáticas y ciencia a seis países y luego una segunda versión, en 1991, a 20 países. No obstante, no continuó (Wagemaker, 2014). Después de eso, siguió participando en las evaluaciones internacionales, pero sin pruebas propias. Así, ha prestado diversos apoyos técnicos, tanto a la IEA como a la Unesco-Orealc, y desde 2010 ha establecido una estrecha colaboración con la OCDE.

172

Otras entidades, aun sin participar directamente en la elaboración y análisis de las pruebas, son también relevantes para su operación. Entre ellas, el Banco Mundial aparece como un componente financiero de especial importancia al aportar fondos para la realización de pruebas como TIMSS, PIRLS y PISA en países de menor desarrollo. Una fuente de su interés en apoyar las evaluaciones está en la necesidad de sus investigadores (economistas y sociólogos) de contar con datos para evaluar los resultados de las inversiones realizadas por el Banco, el cual tiene una agenda de mejoramiento de los resultados de aprendizaje a través de ambiciosas reformas sistémicas (Mundy y Verger, 2015). Las evaluaciones educacionales de IEA, OCDE y Unesco generan los datos necesarios para monitorear los resultados de innovaciones y programas que el banco financia.⁷ Sobre esa base, el Banco incluye “componentes de evaluación” en sus proyectos.⁸ Complementariamente apoya financieramente a los países en desarrollo para que hagan evaluaciones nacionales y participen en las evaluaciones internacionales (Lockheed, 2013, p. 166). Explícita o implícitamente, las pruebas internacionales se convierten en requerimientos para obtener los financiamientos del Banco Mundial.

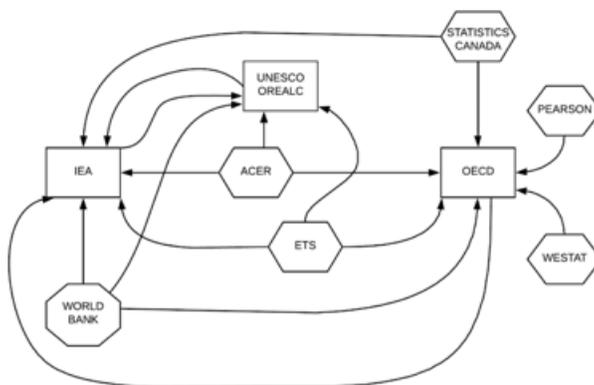
7. Estos criterios aparecen registrados en los documentos de los años 1990 del Banco Mundial y están reafirmados, por ejemplo, en su texto *Learning for All. Investing in People's Knowledge and Skills to Promote Development*, de 2011.

8. A principios de los 1990, el 50% de los proyectos educacionales del Banco contenían un “*testing component*”, proporción que después ha aumentado (Lockheed, 2011, p. 715).

Una organización del mundo de los negocios que ha adquirido creciente prominencia en las evaluaciones internacionales es Pearson. Ha ganado importantes licitaciones para participar en PISA 2015 y 2018, encargándose de su marco de referencia el 2018. Pearson Inc. es la compañía multinacional más grande en educación. Provee servicios de diseño curricular y de elaboración y procesamiento de pruebas. Tiene su casa matriz en Londres y opera en 70 países a través del mundo, con más de US\$ 1 billón en ventas durante 2011. Constituye un significativo exponente del *edu-business* que se expande globalmente (Bhanji, 2016; Sjoberg, 2019).

Como puede apreciarse, hay un denso tejido de relaciones entre los organismos internacionales. El gráfico siguiente muestra algunas de las principales relaciones de apoyo o colaboración internacional que sostienen la producción y mantención de las EIGE.

Gráfico 1. La red internacional



Fuente: elaboración propia a partir de datos de los organismos. Los cuadrados corresponden a los centros de producción y cálculo; los hexágonos, a las entidades de apoyo técnico y el octógono, a un organismo proveedor principalmente de financiamiento.

2.1.5. Conexiones nacionales

A esta red se agregan las conexiones con cada país. Los organismos a cargo de las EIGE —los nodos centrales de la red internacional— han llegado a establecer un modo común, muy similar entre ellas, de conexión con los países. El vínculo es, fundamentalmente, con los gobiernos y, más específicamente, con los ministerios de educación. En cada país hay un encargado nacional que es el interlocutor directo y quien debe viajar a encuentros internacionales para la planificación y diseño de las pruebas. Las propuestas de preguntas viajan entre los países y el organismo central, en ambas direcciones, para sucesivas revisiones y pruebas de campo. Periódicamente se realizan talleres y seminarios que congregan a expertos del organismo central y de los países, y a los coordinadores nacionales. A su vez, los países reciben la visita de expertos internacionales que los asesoran en sus actividades. Resulta así una estrecha conexión e intensa circulación de conocimientos, en formato interactivo.

Esta estructura operativa, consolidada a través de los años, basada en redes internacionales que integran una enorme cantidad de recursos cognitivos, humanos, financieros y tecnológicos, en estrecha conexión con los gobiernos nacionales, constituye un primer factor explicativo de la gran capacidad productora y reguladora de las EIGE.

2.2. EIGE: una expresión de *big science* en el ámbito de las ciencias sociales

El proceso de elaboración y análisis de estas pruebas es un trabajo científico, siguiendo los cánones positivistas, que busca validez, confiabilidad y capacidad de generalización de los resultados, empleando numerosos protocolos para asegurar su logro. El trabajo es riguroso y sistemático, llevado a cabo por una multitud de especialistas, proyectando, a través de su producción y difusión de números, la imagen de objetividad y neutralidad proclamada por este paradigma científico (Porter, 1995).

La investigación involucrada incluye una compleja elaboración conceptual de los dominios a ser medidos y una enorme operación de “circulación de la referencia” (Latour, 2001), transportando elementos experienciales provenientes de cientos de miles de estudiantes de todo el mundo.⁹ La escala de esta operación y la magnitud y calidad de las bases de datos generadas constituyen una empresa de *big science* que es completamente inusual para las ciencias sociales.

Son innumerables los aspectos en que se especifica la complejidad de esta operación.¹⁰ Mencionaremos solo algunos.

174

2.2.1. *Elaboración conceptual*

En cada ámbito temático de evaluación (ciencia, lenguaje, matemática, educación cívica, trabajo colaborativo, etc.) es necesario primero identificar conceptualmente el dominio a ser evaluado y las dimensiones involucradas, con las especificaciones que las precisen, a fin de llegar finalmente a las competencias, habilidades, conocimientos que se espera adquieran los estudiantes y, en algunas pruebas, los contextos o las situaciones de aplicación de los conocimientos. El punto de partida, en algunas pruebas, tales como TIMSS y ERCE, son los currículos nacionales; en otras, como PISA y CIVED, lo son nuevas elaboraciones más allá de las definiciones curriculares. Todo esto se alimenta de las diferentes disciplinas que constituyen lo que se ha llamado las ciencias de la educación: psicopedagogía, psicología educacional, psicología evolutiva, psicología cognitiva, sociología educacional, etc.

2.2.2. *Instrumentos*

En cuanto a la elaboración de los instrumentos, ellos son producto de un largo proceso a lo largo de al menos un par de años, con sucesivas iteraciones de propuestas de ítems y su revisión, de las que participan los integrantes de los ministerios de educación de cada país, o las personas designadas por ellos, y los expertos de los

9. Por “circulación de la referencia”, Latour entiende el proceso a través del cual elementos del mundo son seleccionados y reconfigurados a través de los procedimientos conceptuales y metodológicos de la investigación científica, en pasos sucesivos, hasta llegar a los textos científicos como “evidencia”.

10. Véase Rutkowski *et al.* (2014). Para una visión crítica, véanse: Lietz *et al.* (2017) y Hoptmann *et al.* (2007).

organismos centrales. Se realiza un intenso trabajo de estandarización, procurando que los ítems sean manifestaciones culturalmente equivalentes, sin sesgos, entre los diferentes países y las traducciones son sometidas a varios filtros de chequeo, en los organismos centrales y en los países. A esto le siguen pruebas piloto y nuevas revisiones.¹¹

Junto a las pruebas mismas, se acostumbra agregar cuestionarios que buscan información sobre factores de la experiencia en la escuela o en el hogar que puedan estar incidiendo en los resultados. Estos cuestionarios se aplican, en combinaciones cambiantes según las pruebas y en muchos casos opcionalmente, a estudiantes, profesores, directivos y apoderados. Se genera por esta vía una gran cantidad de variables que permiten reconstruir, a la manera positivista, aspectos del “contexto” escolar y familiar que son hipotetizados como potencialmente relevantes. Las sucesivas aplicaciones han permitido ir refinando y enriqueciendo estos cuestionarios y los análisis subsecuentes.

2.2.3. Tecnología computacional

Un factor crítico que ha posibilitado toda esta operación global, que hace posible la gran escala de los procesos de revisión de los instrumentos y de circulación e integración de los datos, y que ha permitido reducir los ciclos productivos hasta los escasos tres años de PISA, es la enorme multiplicación del poder computacional. Mientras en el caso del *Six Subject Study*, en los 1960, los datos debían almacenarse en discos magnéticos y ser llevados a Estados Unidos para su procesamiento en los pocos computadores disponibles que tenían los programas computacionales apropiados, y algunos análisis, como el análisis multinivel, debían desecharse por razones prácticas de dificultad técnica, hoy en día no parece haber límites técnicos para el procesamiento y análisis. La tecnología digital de comunicaciones, además, permite el diálogo continuo entre todos los participantes a través del mundo.

175

2.2.4. Análisis

El análisis de los datos incluye una gran cantidad de trabajo con estadísticas descriptivas, que lleva a los tan conocidos cuadros comparativos entre países, a los niveles de logro alcanzado por las poblaciones de estudiantes de cada país y a los famosos rankings mundiales. Junto a eso, los expertos hacen un intenso trabajo de análisis multivariado (regresión jerárquica, regresión logística, modelos de ecuaciones estructurales, etc.) rastreando factores explicativos del desempeño escolar, tanto a nivel agregado como individual: características de escuelas, actividad pedagógica, profesores, familias y de los estudiantes mismos que pueden tener incidencia en los resultados. Al respecto, se integran destacadamente los conocimientos acumulados de la sociología y psicología educacional, y estas pruebas han aportado abundante información para la realización de investigaciones en la materia, tanto nacionales como de comparación internacional. De hecho, los organismos centrales ponen sus bases de datos a disposición de los investigadores interesados y han nutrido una gran masa de estudios y publicaciones a través del mundo.

11. Véanse detalles de los procedimientos en Litz *et al.* (2017) y Rutkowski *et al.* (2014).

Estos análisis son, además, los que les sirven, a los organismos internacionales a cargo de las pruebas, de base para sus propuestas y recomendaciones de política. No obstante, debe anotarse que, pese a la sofisticación estadística, los análisis causales que realizan los centros de cálculo están lejos, por lo general, de poder ser categóricos, como para afirmar con certeza que una medida o política es más efectiva que otra. Tienden, así, a primar las preferencias explicativas de cada institución. En la Unesco, por ejemplo, con su tradición de preocupación por la paz, el clima escolar y ausencia de conflicto ha sido un factor explicativo privilegiado. En la OCDE lo son la autonomía escolar, la *accountability* y la equidad.¹² De ello derivan recomendaciones con parecida especificidad o dependencia institucional. En alguna medida cada agencia pone a disposición de sus usuarios “soluciones en busca de problemas”. En los contextos de recepción, los gobiernos las hacen calzar, contingentemente, con particulares problemas, y usan los resultados y las propuestas para legitimar sus agendas (Baker y LeTendre, 2005; Fischman *et al.*, 2018).

En resumen, lo que se tiene con las EIGE —en cada una de ellas— es una empresa global de investigación en que participan cientos de investigadores y expertos a través del mundo, con un gran soporte institucional y tecnológico, generando una gran masa de datos, provenientes de la experiencia de cientos de miles de estudiantes y de otros actores educacionales de todo el mundo. Tanto para generar estos datos como para su análisis se emplean complejos modelos y se realizan numerosos análisis buscando caracterizar el desempeño comparativo de los estudiantes entre países y explicar las diferencias entre unos y otros. Son muy pocos los casos en que la ciencia social opera en estas condiciones de *big science*, la cual es habitual en campos como el de la física de partículas, astronomía o biología genética. Este es un segundo factor explicativo de la fuerza de las EIGE.

176

2.3. Formas de presentación del producto que contribuyen a la potencialidad de las EIGE

Si bien el proceso seguido en la elaboración de las EIGE y en el análisis de sus resultados se rige por los protocolos científicos positivistas, el producto ha sido objeto, de manera creciente desde los años 2000, de un procesamiento y empaquetamiento que considera fundamentalmente su uso por los gobiernos y atiende a la necesidad, tanto para ellos como para la promoción de las propias EIGE, de la difusión pública en los medios de comunicación masiva. Este es un tercer factor o dimensión que explica la fuerza adquirida por estas evaluaciones.

La OCDE, en particular, concibe sus EIGE como elemento central de generación y propagación de conocimiento que ayuda a crear un “campo global de diseño de política educacional”, haciendo del mundo un “espacio de medición conmesurable” (Lingard y Sellar, 2016, p. 362), construyendo activamente sus propios públicos. Con sus estrechos vínculos con los gobiernos, con su entrega de informes diseñados atendiendo a su legibilidad política y con sus recomendaciones prácticas, la OCDE

12. Posteriormente, en PISA también se le ha dado importancia al factor clima escolar (OCDE, 2019).

se ha ido convirtiendo en un “nodo central de la estructuración del campo global de la política educacional” (Grek, 2018). Opera una producción simultánea de conocimiento técnico, propuestas de política educacional y construcción de una representación medial de la calidad educacional de los países.

En la circulación mundial de los resultados de las EIGE es de suma relevancia la forma en que ellos son presentados. Lo que encuentra una difusión más generalizada son los rankings, de inmediata claridad y síntesis informativa. Si la exhibición de los rankings es común a todas las EIGE, en otras materias de la presentación de resultados hay diferencias importantes. Mientras la Unesco es escueta, la OCDE es prolífica en su uso de imágenes, boletines y sitios web interactivos. En su manejo público de los resultados hay una preocupación por la dimensión estética, como una manera de influir, afectando emociones, esperanzas y temores (Lundahl, 2018). Además, la difusión pública de los resultados de la OCDE es una operación cuidadosamente orquestada a nivel internacional, que genera una ola noticiosa que impacta a través del mundo.

La efectiva fórmula de la OCDE ha sido parcialmente imitada por la Unesco y la IEA, al menos en cuanto a prestar una mayor atención a las orientaciones prácticas, pero sin que cuenten con una estructura organizativa, tipo de recursos humanos y forma de funcionamiento que permita equipararse a ella. El estatus de la OCDE en la Unión Europea, su vínculo con los gobiernos y la legitimidad lograda, le permite contar con mejores recursos. Nada más para PISA 2009 dispuso de 17 millones de dólares, incluyendo gastos para diseminación de resultados. Esto es más de tres veces el presupuesto de la IEA en TIMSS y PIRLS ese año (Lockheed, 2013). Además, la IEA y la Unesco están más centradas en la mejora de las prácticas pedagógicas, de manera más acotada, mientras que la OCDE pone su foco en la agenda de política pública en su conjunto (organización, financiamiento, etc.) (Ydessen y Andersen, 2019). El discurso de la OCDE sobre sus EIGE destaca, además, de modo directo e incluso cuantificado, la relación con el mejoramiento económico de los países, lo que refuerza su atractivo político.

177

3. ¿Qué es lo que las EIGE producen?

Las EIGE responden a objetivos prácticos de entregar información que permita, en los distintos países, tomar decisiones de mejora y, en última instancia, contribuir a una mejor formación; pero, en el camino hacia eso, tienen repercusiones diversas, algunas de las cuales son de carácter performativo: moldean la realidad, como efecto primario de la propia evaluación, de lo cual, a su vez, se derivan variados otros efectos prácticos. Analizaremos los resultados de las EIGE atendiendo a cuatro niveles:

(1) Los resultados directos: datos, informes, gráficos, *rankings*, producto de gran operación de transporte de la experiencia educacional del mundo

(2) La generación de estándares normativos

- (3) La configuración y el despliegue de una realidad educacional global y de una noción de calidad
- (4) Los efectos que esto tiene en la gestión educacional de los sistemas educativos a través del mundo

A continuación, se abordan los resultados o efectos en cada uno de estos niveles.

3.1. La gran operación de transporte de la experiencia educacional del mundo y sus productos

En cada prueba PISA o TIMSS participan más de 500.000 estudiantes de unos 60 o 70 países dispersos en todo el mundo, a quienes se les aplica un instrumento que permite aprehender una parte de su desempeño escolar y de su experiencia respectiva y transportarla hasta centros de cálculo que la procesan e integran analíticamente. Esta es una macrooperación diseñada y realizada con los criterios de la ciencia. En el paradigma científico positivista, este transporte del mundo se lleva a cabo luego de una extensa operación de recorte de la enorme complejidad del mundo escolar. La experiencia escolar, en particular el desempeño de los estudiantes, es especificada, formateada y “recogida” por la vía de las preguntas estandarizadas (no necesariamente cerradas), que son “indicadores” de ese desempeño, definido con respecto a un dominio cognitivo de interés.

178

Así, a través de operaciones de recorte, inscripción, traducción, transporte y rearmado, se produce la “circulación de la referencia”, como dice Latour (2001), desde el mundo escolar a los centros de cálculo. Es un proceso de estandarización y simplificación que tiene la gran ventaja de permitir armar un modelamiento estadístico de la realidad educacional del mundo, de docenas de países, la cual finalmente aparece aplanada y comprimida en unas cuantas páginas y en un set de gráficos, haciendo posible comparar países, tipos de escuelas y prácticas pedagógicas. Los sistemas educacionales, en este transporte y aplanamiento, se convierten en inscripciones en el papel y puntos en un gráfico, que son asumidos como una representación fáctica confiable lograda por la vía de la ciencia.¹³

La consecuencia de esa operación de recorte analítico es que lo que llega a los centros de cálculo, a las oficinas de la IEA, OCDE y Unesco, ineludiblemente no es toda la riqueza sociocultural de cada escuela, con su particular trayectoria, densidad experiencial e imbricación con su entorno. No comparece ese tejido de interacciones socioafectivas y materialidades que es cada escuela. Este estrechamiento de la mirada ha sido críticamente resaltado por autores como Gorur (2016a, 2016b) y Sjoberg (2019), quienes señalan los peligros que pueden derivarse de esta visión centralizada y uniformizadora. Parte de esa operación reductiva es la neutralización cultural, derivada intrínsecamente de los requerimientos comparativos del proceso

13. Esto es lo propio de la operación científica que, junto a la simplificación, gana en capacidad analítica y comparativa (Latour, 2001).

(Mendelovits, 2017, p. 85). La búsqueda solo de lo que sea comparable elimina lo propio de cada cultura y la contextualización que se lleva a cabo en el análisis es fundamentalmente cuantitativa, usando las variables sobre las que se tiene información. Para la ciencia, tal recorte es evidente y es inevitable: es la única forma de trabajar con este “laboratorio educacional mundial”. Esto es base de su fuerza, pero también es fuente de debilidades. Cuando se convierte en criterio de intervención, por parte de los gobiernos u otras entidades nacionales, corre el riesgo de tener consecuencias perjudiciales no anticipadas, ya que ni las escuelas ni sus integrantes corresponden a esa versión recortada analíticamente y desconectada que se manifiesta en los “datos”.

3.2. Generación de estándares normativos

Así como la estandarización es esencial para la mecánica de las pruebas, para el logro de comparabilidad, como producto de ellas se genera otro tipo de estándares, estándares de logro educacional que pasan a ser considerados por los países a través del mundo. Cada prueba genera sus niveles de desempeño; seis inicialmente en el caso de PISA, con un nivel inferior que después se dividió en dos (1a y 1b). Tal como en una escala de notas, hay niveles de desempeño destacables, positiva o negativamente. Los estudiantes que se encuentran bajo el nivel 2 de PISA no alcanzan las competencias mínimas que se requieren para participar de forma plena en una sociedad moderna; los niveles 5 y 6 reflejan un alto grado de logro. En esos niveles se clasifica a los estudiantes de cada país. En PISA 2015, por ejemplo, 13 millones de jóvenes de 15 años, en 64 países, eran de bajo rendimiento en al menos un área, concitando preocupación en los países e impulsando acciones de los gobiernos.

179

De manera análoga, a los países cuyos sistemas educacionales son evaluados se los ubica en rankings de desempeño, los cuales constituyen otro tipo de estándar (Busch, 2011). Estos ordenan a los países, permitiendo identificar, en lógica de *league tables*, a los distinguidos tres primeros y a los *top ten* y, por otra parte, a los que están por debajo del promedio y, por tanto, en zona de preocupación. El promedio se convierte en el estándar de suficiencia. Para los gobiernos, la meta básica es estar por encima de esa vara. De tal modo, los organismos internacionales, con sus EIGE, han contribuido con una nueva familia de estándares educativos.

Tales estándares son normas generadas por el procedimiento científico estadístico y las operaciones clasificatorias de los expertos. No existían antes de la operación de estas pruebas. Así como las normas morales provienen de una larga tradición cultural y las normas legales típicamente proceden de un proceso deliberativo que ocurre en el parlamento, estas otras normas tienen una fuente que no pasa por la sedimentación cultural ni por una deliberación representativa políticamente. La generación de estos estándares se sustenta, primariamente, en el trabajo de expertos, que definen los niveles de progresión en el aprendizaje a nivel teórico y luego los cortes numéricos entre niveles. Esto permite traducir los datos estadísticos y hacerlos legibles y usables para los *policy makers* y los legos en general, incorporándose estas normas en las políticas educacionales de los países, siendo empleadas para definir targets y metas. Poseen una legitimidad científico-técnica. En la medida, a su vez, que son utilizados para el gobierno de las conductas adquieren fuerza política y de mera norma técnica se transmutan en normas sociales y morales, aceptadas como tales. Atestiguan el

dicho de Latour de que “la ciencia es política por otros medios” (Latour, 1988, p. 229). En algunas de estas pruebas, por ejemplo, en el caso de PISA, tales estándares son definidos por miembros de países de industrialización avanzada, siendo aplicados en un proceso asimétrico al resto del mundo.

La manera en que los estándares derivados de las pruebas internacionales son asumidos y “traducidos” en cada país, y la forma como se articulan con los estándares preexistentes, varía de país a país. En el punto subsiguiente se mencionan algunos de los países que explícitamente han considerado los estándares de las EIGE y los han usado para definir sus propias metas, estándares y políticas.

3.3. Realidad educacional que se configura y se despliega globalmente

Estos grandes procesos de investigación y medición de la realidad, que operan entrelazados con grandes instituciones internacionales y nacionales, tienen como resultado de su acción no solo hechos científicos, sino que simultáneamente moldean lo percibido como calidad educacional en cuanto hecho social. Esto es una manifestación de la capacidad performativa de la ciencia que autores como Callon (1998), MacKenzie (2006) y Muniesa (2014) han estudiado con respecto a la ciencia económica y que otros han extendido a las ciencias sociales (Osborne y Rose, 1999; Ramos Zincke, 2012, 2014). Las evaluaciones internacionales operan como dispositivo sociotécnico con capacidad para enactar una nueva configuración de realidad educacional y de lo que es asumido como calidad. Esto repite a nivel global lo que ha ocurrido con las evaluaciones nacionales, articulándose ahora ambos procesos.¹⁴ Respecto a la calidad educacional, desde principios del siglo XX, los conocimientos de las ciencias sociales han ayudado a configurar lo que ella es, pero nunca hasta ahora de un modo tan articulado a nivel internacional, con fluidos circuitos de comunicación e interacción, ni tan sistemáticamente operacionalizado a través del mundo.

Esta es una operación performativa. Tal valor, tal calidad educacional del país definida a partir del desempeño de sus estudiantes en un registro comparativo internacional, no existía unas décadas atrás, tal como aparecen definidos por estos procedimientos, antes de que ellos tomaran lugar y circularan los resultados. Antes de esta macrooperación performativa, los alemanes no tenían la situación de crisis educacional —el “hecho” de la crisis— que confrontaron en 2000 luego de los resultados de la primera prueba PISA, ni los finlandeses se concebían como el país campeón mundial de la calidad educacional. Con la emergencia de esta nueva realidad, sus consecuencias ratifican y refuerzan su existencia. Los debates acalorados en la esfera pública alemana y de otros países, la definición de metas, la decisión de llevar a cabo diferentes medidas sustanciales, dan cuenta del peso de realidad de esa calidad educacional del país que fue configurada y comunicada por la OCDE y que luego tiene vida propia.

14. Algunas de las experiencias tempranas, a nivel nacional, son las de la NAEP, en USA, desde 1969 y la del PER, entre 1982-1984, seguida luego del SIMCE, desde 1988, en Chile.

De hecho, hoy día, de manera muy generalizada, los funcionarios de los gobiernos, expertos educacionales y una gran masa de profesionales y legos son capaces de identificar sistemas efectivos y no efectivos y, en particular, calificar al propio. Además, con respecto a la realidad propia, son capaces de hacer afirmaciones comparativas con otros países, con los de la región y sobre la tendencia a lo largo del eje temporal: “estamos mejorando”, “estamos estancados”. Es una percepción colectiva, una apreciación fáctico-normativa que unos 30 años atrás no tomaba forma.

Esta nueva configuración de elementos de la realidad educacional repercute en las definiciones, los criterios normativos y procedimientos de evaluación interna de los países. Los gobiernos ajustan su aparato perceptual. Introducen cambios en sus definiciones de calidad y en sus currículos, e incorporan criterios y procedimientos evaluativos de las pruebas internacionales en sus propios sistemas de evaluación nacional.

Por cierto que, pese a la solidez fáctica y a la claridad del juicio normativo con que aparecen tales realidades, su facticidad y normatividad son dependientes y están condicionadas por el aparato productivo que las hizo emerger. Son *factiches*, como dice Latour (2010), contruidos pero reales. Tal aparato productivo tiene múltiples y variados elementos: particulares definiciones conceptuales de dominios, dimensiones de tales dominios, competencias en cada dimensión, preguntas específicas, formato de las preguntas, procedimiento de aplicación, tiempos permitidos de respuesta, muestras de estudiantes, procedimiento para establecer niveles de desempeño, forma en que se considera o no el contexto institucional, etc. Una variación de importancia en cualquiera de esos aspectos puede hacer que determinados países suban o bajen en los rankings. Así, por ejemplo, la aplicación del formato digital en PISA 2015 hizo que países como Chile y Uruguay bajaran sus puntajes y otros subieran (Rivas y Scasso, 2017). Los resultados pueden ser afectados por problemas en la representatividad muestral (Carnoy, 2015) y por el diferente grado de motivación y esfuerzo de los estudiantes (Eklof y Hopfenbeck, 2019).

181

3.4. Efectos en la gestión de los sistemas educacionales

Los efectos directos del dispositivo de reconfiguración fáctico-normativa de la realidad educacional tienen derivaciones subsecuentes. Si bien en cada país, dadas sus peculiaridades institucionales, su contingencia política y su trayectoria educativa, hay variaciones, es posible reconocer también ciertas recurrencias, según muestran los ya numerosos estudios en la materia. Atendiendo a los resultados de algunos de los principales de éstos (Breakspear, 2012; Baird *et al.*, 2011; Volante, 2016; Lockheed, 2013; Fischman *et al.*, 2018), se indican a continuación los principales efectos recurrentes, anotando una muestra de países en que ellos se presentan.

La manifestación más extrema está expresada en los *shocks* derivados de las evaluaciones, es decir, la construcción colectiva de un discurso cargado emocionalmente que exhibe una seria falla en el sistema educacional. Esto ha ocurrido en Alemania, Noruega, Dinamarca, Japón y Nueva Zelanda. Esta sensación colectiva de crisis ha abierto “ventanas de oportunidad” para reformas y cambios. La “crisis educacional”, que es una construcción narrativa en torno a los resultados del test, es

empleada para generar debate público y como gatilladora de cambios. Ha contribuido a destrabar bloqueos y resistencias. Por otra parte, aun sin *shock*, los resultados han servido para legitimar medidas, políticas y reformas, como ha sido el caso de Inglaterra, en que los buenos resultados sirvieron de respaldo a reformas en curso, y de México, Corea, China, Francia, Noruega, Rumania, Kuwait, Sud África, Singapur, Suiza y Nueva Zelanda.

Los resultados de las EIGE son procesados en cada país de modo particular por los actores colectivos concernidos. Pasan por diversas traducciones y son puestos al servicio de los diversos intereses de actores estatales, políticos, sociales y otros (Benveniste, 2002). Son, además, condicionados o filtrados por la trayectoria político institucional previa del país (Verger, Fontdevila y Parcerisa, 2019). No son las EIGE las que necesariamente imprimen la dirección de los cambios, sino que dependen de las decisiones de gobiernos y autoridades educacionales, presionados por los debates políticos. Los efectos resultantes son, por tanto, muy indirectos y los resultados de las evaluaciones son usados para apoyar políticas y medidas diversas, de maneras en general muy *ad hoc*. Entre ellas:

- Realizar revisiones y modificaciones curriculares, atendiendo a contenidos y criterios de las pruebas, poniendo mayor foco en problemas de la vida real (Polonia, Portugal, Rumania, Macedonia, España, Alemania, Malasia, Suecia, Japón, Estados Árabes, Latvia, Japón, Chile y Shanghái).¹⁵
- Fijación de estándares para evaluar a estudiantes y escuelas del país (Rusia, Alemania, Chile, Portugal, Suiza, Irlanda, Grecia y Noruega).
- Determinación de metas y targets para el mejoramiento del sistema educacional, en términos, por ejemplo, de posicionamiento en los rankings internacionales o de porcentaje de estudiantes nacionales en los niveles altos o bajos (Australia, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Finlandia, Francia, Holanda, Irlanda, Japón, Israel, México, Tailandia, Polonia, Eslovenia, Turquía).
- Implementación de nuevas políticas para promover la equidad, sobre todo socioeconómica, pero también de género (Alemania, Austria, Dinamarca, Checoslovaquia, Chile, Hungría, Bélgica, Corea y Nueva Zelanda).
- Cambios en las formas de enseñanza (España, Australia, Japón, Canadá y Hungría). También incorporación de tests estandarizados, en países que no atendían a ellos (Rusia y Alemania).
- Cambios en la formación de profesores y en políticas respecto a su calidad (España, Cuba, Brasil, Colombia, Japón, Portugal, Israel, Singapur, Canadá, Finlandia e Irlanda).
- Contribución a la creación de agencias o de sistemas de evaluación educacional nacional (Rumania, Suecia, Malasia, Noruega, Israel, Japón, Luxemburgo, Irlanda y Polonia). De hecho, en los años 2000 se más que duplica la cantidad de evaluaciones nacionales respecto a los 1990 (Ramírez, Schofer y Meyer, 2018).

15. Ramírez *et al.* (2018, p. 355) muestran la positiva correlación de las pruebas con amplitud y cobertura curricular.

Se producen o refuerzan, al mismo tiempo, ciertas tendencias más generales, tales como:

- Un sustancial traslado de la atención de gobierno desde los *inputs* hacia los resultados educacionales.
- El afianzamiento de una creciente mirada internacional a la educación, la cual tradicionalmente había sido concebida como dominio doméstico. Ahora se le aplican criterios y normas internacionales.
- Gestación de un discurso globalizado para discutir sobre la “buena educación”. Ramírez *et al.* (2016, p. 58) hablan incluso de un “modelo de educación global” que estaría en desarrollo.

También ocurre un efecto reactivo, de rechazo, eventualmente contraperformativo. La amplia acogida de las EIGE, genera suspicacia, particularmente hacia las pruebas gestionadas por la OCDE, que tienen mayor impacto. Ha tomado forma, así, un bien nutrido discurso crítico, alimentado básicamente por académicos de países desarrollados. Algunos cuestionan materias técnicas (instrumentos, comparabilidad, muestras, etc.). Otros critican aspectos más sustanciales: el primado en las evaluaciones de una racionalidad instrumental por sobre una comunicativa, que atienda al mundo intersubjetivo; el recorte extremo de la realidad que involucran las pruebas estandarizadas con su empobrecimiento de la realidad vivida; el foco en lo cuantificable (la trampa de lo contabilizable); la atención privilegiada a una educación orientada hacia las necesidades de la economía; el crecimiento de la burocracia del aseguramiento de la calidad; su énfasis en la competencia, en sintonía con el espíritu neoliberal, entre otras materias. Los críticos han sido prolíficos y se han convertido en un interlocutor relevante para el desarrollo actual y futuro de las EIGE.¹⁶

183

Conclusiones: las EIGE como un dispositivo de gubernamentalidad global

Frente a los desafíos que enfrenta la educación, en un mundo en veloz cambio, con las presiones de la globalización, tecnificación y digitalización, a las respuestas nacionales se ha sumado y articulado un dispositivo internacional de gobierno cuyos elementos hemos ido presentando:

- (1) Un complejo aparato de producción de datos, información y conocimiento sobre la realidad educacional mundial, particularmente sobre el desempeño educacional y sus condicionantes, que opera a gran escala, empleando procedimientos y conocimientos de la ciencia social y estadísticas.

16. Véanse algunas de las críticas más consistentes y destacadas en Sahlberg (2016), Hopmann *et al.* (2007), Gorur (2016a, 2016b) y Sjoberg (2019).

- (2) Ese aparato de producción se despliega internacionalmente, conectando expertos diseminados por el mundo, institutos especializados, públicos y privados, que se vinculan con centros de cálculo y de diseño de propuestas.
- (3) Un proceso de creación de estándares normativos. Las orientaciones valorativas en circulación, promovidas por organismos de Naciones Unidas, respecto a una educación para todos, de calidad y con equidad, se especifican en estándares con respecto niveles de logro, grados de equidad y rankings internacionales, definiendo lo deseado y lo indeseado, y sirven de base para definir metas y *targets*.
- (4) Un proceso de difusión a escala global de resultados fácticos acompañados de estándares que los cualifican normativamente, con múltiples “traducciones” a diferentes formatos —informes, comunicados de prensa, presentaciones digitales, videos, etc.—, en una persistente iteratividad, con extensas cadenas citacionales, que incide en el encuadramiento y moldeamiento de la percepción pública en los respectivos países sobre su realidad educacional en comparación con la del resto del mundo. Esta configuración analítica se “imprime” sobre lo que se asume como realidad, enardece las preocupaciones y crea la necesidad de tomar decisiones, abriendo “ventanas de oportunidad” para realizar cambios.
- (5) Acompañando la distribución de material fáctico con sello normativo, y motivada por su contenido, se produce complementariamente una amplia circulación de propuestas de medidas de política educacional, que se manifiesta en parte en los numerosos boletines e informes de la OCDE, IEA, ETS, Unesco, Pearson, y se realizan procesos de *benchmarking* internacional. Se alimenta, así, un campo global de diseño de políticas educacionales (Ozga y Lingard, 2006).

184

Todo lo dicho resalta la importancia de las EIGE y sus peculiaridades como instrumento. Son, sin duda, un gran dispositivo de gobierno. Tal dispositivo es más que un instrumento de gobernanza internacional de la educación. Es un dispositivo que, por la potencialidad técnica de su construcción científica, por las conexiones de poder de las instituciones y redes que conectan con los gobiernos nacionales, por los intensos procesos de circulación de conocimientos y por su forma de operación en el espacio público e institucional, tiene una destacada capacidad performativa. Este dispositivo, con toda su batería de pruebas internacionales, ha estado creando, en su operación conjunta, una nueva realidad, una nueva configuración de la calidad educacional de los países, de lo que se percibe como tal. En una misma macrooperación le ha impreso un sello de calidad educacional particular a cada país y ha creado la norma para determinar el nivel de calidad asignado. Ni una ni otra, ni la calidad educacional del país ni el estándar normativo, existían previamente a las EIGE. Esa específica facticidad y esa evaluación normativa son un efecto performativo de las EIGE. Otras selecciones y combinaciones de elementos extraídos de las experiencias educacionales de los países y otros procesos de juicio normativo llevarían a otros resultados, tal como, por lo demás, ocurre entre las mismas pruebas internacionales, cuyos resultados exhiben diferencias importantes, asociadas a sus diferentes procesos constructivos. Esto no quiere decir que la operatoria de las EIGE sea arbitraria. Nada de eso. Es un proceso sistemático y riguroso. Pero, aun así, es posible imaginar otros procesos sistemáticos y rigurosos alternativos, con resultados diferentes, siendo en cada caso los resultados contingentes a cada particular operatoria productiva y con una fuerza de realidad concordante con el poder que posea la red de producción que la sustenta.

Esta capacidad productora de realidad, la cual regula la acción de los sujetos, cambiando sus condiciones de operación, favoreciendo que se comporten voluntariamente de modos diferentes, acorde a las orientaciones que provienen del dispositivo, queda mejor aprehendida en el concepto de gubernamentalidad de Foucault. Para este autor, la gubernamentalidad es una articulación de elementos —instituciones, procedimientos de análisis, reflexiones, cálculos y técnicas— que permiten el ejercicio de una forma de poder que tiene como su objeto a la población y que actúa sobre ella a distancia, creando condiciones que hacen más probables determinados comportamientos (Foucault, 2000a, pp. 219-220). La gubernamentalidad moderna es una forma de conducción de las conductas que se caracteriza por enlazarse el poder con saberes científicos, con regímenes de verdad (Foucault, 2000b, p. 225). Como componente de los procesos de globalización y de rearticulación de las formas de regulación social a través del mundo, las pruebas internacionales a gran escala constituyen un dispositivo de gubernamentalidad global, cuyas raíces vienen desde mediados del siglo XX, pero cuya plena consolidación ha ocurrido en el siglo XXI. Su operación regulatoria está redefiniendo el funcionamiento de los sistemas de educación a través del mundo. Estas evaluaciones están llevando a cambiar las nociones mismas de calidad, atendiendo a la adaptación a una sociedad global, donde reinan la ciencia y la tecnología, y a definir nuevos estándares normativos con los cuales juzgar los resultados educativos. Los nuevos criterios y las normas no solo van más allá de los currículos nacionales, sino que estos mismos han sido objeto de reflexividad y ajuste. Los currículos educacionales de los países, que históricamente han mantenido un fuerte carácter nacional, vinculados al propio desarrollo de la nación, pierden parte de tal carácter, con una referencia educativa dirigida ahora a una sociedad globalizada. El efecto de este dispositivo se extiende, a su vez, a la constitución subjetiva, afectando autopercepciones, expectativas e identidades, contribuyendo a descartar otras formas anteriormente prevalecientes.

185

La operación del dispositivo genera cadenas performativas que conectan a agencias internacionales, autoridades ministeriales, políticas educacionales, criterios de directivos de establecimientos, conducta de profesores y reacciones de estudiantes. Los cambios en el comportamiento son, no obstante, muy variados y responden al efecto conjunto de múltiples otros factores propios de cada país. Además, aunque se generaliza una pauta de regulación, su operación es en un marco de flexibilidad que abre mucho espacio para que se genere variedad en las respuestas.

Este macrodispositivo, como aquí se ha enfatizado, se sustenta en una estructura operativa basada en redes internacionales, de las que forman parte agencias internacionales, centros de investigación, expertos, corporaciones y organizaciones diversas. En esta red se lleva a cabo una labor investigativa a gran escala, a nivel de *big science*, manteniendo una directa conexión con la preocupación práctica por el diseño de políticas educacionales. En ello, el proceso comunicacional juega un rol fundamental en la proyección y potenciación de los resultados, y es objeto de una creciente atención por parte de las agencias internacionales. Estas redes son móviles y cambiantes. Continuamente hay nodos que se conectan y desconectan. Hay también corporaciones privadas que se integran, como es el caso de Pearson, lo que genera inquietudes por los intereses de negocios que involucran (Ball y Junemann, 2012; Sjoberg, 2019).

Se trata de un dispositivo que combina muy efectivamente poder y régimen de verdad, generación de facticidad y de normatividad, teniendo así una especial capacidad de reconfiguración de la realidad, de lo que se asume y percibe como realidad educativa, para todos los fines prácticos. Es una gran herramienta técnica, normativa y política, que moldea la realidad educacional a escala global.

Financiamiento

Esta investigación contó con el financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Chile: Proyecto Fondecyt N° 1.170.477.

Agradecimientos

El autor agradece la colaboración de Matías Valderrama y los comentarios de Alejandra Falabella.

Bibliografía

Baird, J., Isaacs, T., Johnson, S., Stobart, G., Yu, G., Sprague, T. y Daugherty, R. (2011). *Policy Effects of PISA*. Report Commissioned by Pearson UK. Oxford: Oxford University Centre for Educational Assessment.

Baker, D. y Letendre, G. (2005). *National Differences, Global Similarities. World Culture and the Future of Schooling*. Stanford: Stanford University Press.

Ball, S. y Junemann, C. (2012). *Networks, New Governance and Education*. Bristol: Policy Press.

Bhanji, Z. (2016). *The Business Case for Transnational Corporate Participation, Profits, and Policy Making in Education*. En K. Mundy, A. Green, B. Lingard y A. Verger (Eds.), *The Handbook of Global Education Policy* (419-432). Nueva York: John Wiley & Sons.

Benveniste, L. (2002). *The Political Structuration of Assessment: Negotiating State Power and Legitimacy*. *Comparative Education Review*, 46(1), 89-118.

Breakspear, S. (2012). *The Policy Impact of PISA: An Exploration of the Normative Effects of International Benchmarking in School System Performance*. OECD Education Working Papers, 71. París: OECD Publishing.

Burgi, R. y Trohler, D. (2018). *Producing the "Right Kind of People"*. En S. Lindblad, D. Pettersson y T. Popkewitz (Eds.), *Education by the Numbers and the Making of*

Society. *The Expertise of International Assessment (75-91)*. Nueva York: Routledge.

Busch, L. (2011). *Standards. Recipes for Reality*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

Callon, M. (1998). *The Law of the Markets*. Oxford: Blackwell Publishers.

Carvalho, L. (2018). *International Assessments and Its Expertise Fabricating Expert Knowledge for Policy*. En S. Lindblad, D. Pettersson y T. Popkewitz (Eds.), *Education by the Numbers and the Making of Society. The Expertise of International Assessment (110-126)*. Nueva York: Routledge.

Carnoy, M. (2015). *International Test Score Comparison and Education Policy: A Review of the Critiques*. Boulder: National Educational Policy Centre.

Eklof, H. y Hopfenbeck, T. (2019). *Self-Reported Effort and Motivation in the PISA Test*. En B. Maddox (Ed.), *International Large-Scale Assessments in Education (121-136)*. Londres: Bloomsbury Academic.

Fischman, G., Topper, A., Silova, I., Goebel, J. y Holloway, J. (2018). *Examining the Influence of International Large-scale Assessments on National Education Policies*. *Journal of Education Policy*, 34(4), 470-499.

Foucault, M. (2000a). *Essential Works, 1954-1984. Volume 3: Power*. Nueva York: The New Press.

Foucault, M. (2000b). *Defender la Sociedad. Curso en el College de France (1975-1976)*. México DF: Fondo de Cultura Económica.

Fulge, T., Bieber, T. y Martens, K. (2016). *Rational Intentions and Unintended Consequences: On the Interplay Between International and National Actors in Education Policy*. En K. Mundy, A. Green, B. Lingard y A. Verger (Eds.), *The Handbook of Global Education Policy (453-469)*. Nueva York: John Wiley & Sons.

Gorur, R. (2011). *ANT on the PISA Trail: Following the Statistical Pursuit of Certainty*. *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 76-93.

Gorur, R. (2016a). *Seeing like PISA: A Cautionary Tale about the Performativity of International Assessments*. *European Educational Research Journal*, 15(5), 598-616.

Gorur, R. (2016b). *The "Thin Descriptions" of the Secondary Analyses of PISA*. *Educação & Sociedade*, 37(136), 647-668.

Gorur, R. (2018). *Standards: Normative, Interpretative, and Performative*. En S. Lindblad, D. Pettersson y T. Popkewitz (Eds.), *Education by the Numbers and the Making of Society. The Expertise of International Assessment (92-109)*. Nueva York: Routledge.

Grek, S. (2009). Governing by Numbers: the PISA “Effect” in Europe. *Journal of Education Policy*, 24(1), 23-37.

Grek, S. (2018). OECD as a Site of Coproduction: The European Education Governance and the New Politics of “Policy Mobilization”. En S. Lindblad, D. Pettersson y T. Popkewitz (Eds.), *Education by the Numbers and the Making of Society. The Expertise of International Assessment (185-200)*. Nueva York: Routledge.

Hoptmann, S., Brinek, G. y Retzl, M. (2007). *PISA According to PISA*. Berlín: LIT Verlag.

Husen, T. (1975). Multi-national evaluation of school systems. II?? *Occasional Papers*, 37. París: Unesco, International Institute for Educational Planning.

IEA (2018). *60 Years of IEA (1958-2018)*. Amsterdam: IEA.

Keeves, J. (2011). IEA – From the Beginning in 1958 to 1990. En C. Papanastasiou, T. Plomp y E. Papanastasiou (Eds.), *IEA 1958-2008: 50 Years of Experiences and Memories (3-40)*. Amsterdam: IEA.

Latour, B. (1988). *The Pasteurization of France*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Latour, B. (2010). *On the Modern Cult of the Factish Gods*. Durham: Duke University Press.

Latour, B. (2001). *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Barcelona: Gedisa Editorial.

Lawn, M. (2008). *An Atlantic Crossing. The Work of the International Examination Inquiry, its Researchers, Methods and Influence*. Oxford: Symposium Books.

Lingard, B. y Sellar, S. (2016). The Changing Organizational and Global Significance of the OECD’s Education Work. En K. Mundy, A. Green, B. Lingard y A. Verger (Eds.), *The Handbook of Global Education Policy (357-373)*. Nueva York: John Wiley & Sons.

Lietz, P., Cresswell, J., Rust, K. y Adams, R. (2017). *Implementation of Large-Scale Education Assessments*. Chichester: John Wiley & Sons.

Lockheed, M. (2011). Reflections on IEA from the Perspective of a World Bank Official. En C. Papanastasiou, T. Plomp y E. Papanastasiou (Eds.), *IEA 1958-2008: 50 Years of Experiences and Memories (711-720)*. Amsterdam: IEA.

Lockheed, M. (2013). Causes and Consequences of International Assessments in Developing Countries. En H. Meyer y A. Benavot (Eds.), *PISA, Power and Policy. The Emergence of Global Educational Governance (163-184)*. Oxford: Symposium Books.

Lundahl, C. (2018). The “Beauty” of PISA: The Politics of How PISA Scores Are Used to Represent Public Education. Ponencia presentada en AERA 2018 Annual Meeting. Abril 13-17, Nueva York.

Mackenzie, D. (2006). *An Engine not a Camera. How Financial Models Shape Markets*. Cambridge: MIT Press.

Mendelovits, J. (2017). Test Development. En P. Lietz, J. Cresswell, K. Rust y R. Adams (Eds.), *Implementation of Large-Scale Education Assessments (63-91)*. Chichester: John Wiley & Sons.

Meyer, H. y Benavot, A. (2013). *PISA, Power and Policy. The Emergence of Global Educational Governance*. Oxford: Symposium Books.

Mundy, K. y Verger, A. (2015). The World Bank and the Global Governance of Education in a Changing World Order. *International Journal of Education Development*, 40, 9-18.

Muniesa, F. (2014). *The Provoked Economy. Economic Reality and the Performative Turn*. Londres: Routledge.

Novoa, A. y Yariv-Mashal, T. (2003). Comparative Research in Education: A Mode of Governance or a Historical Journey? *Comparative Education*, 39(4), 423-438.

OCDE (2014). *PISA 2012. Technical Report*. París: OECD Publishing.

189

OCDE (2019). *PISA 2018 Results. What School Life Means for Students' Lives. Volume III*. París: OECD Publishing.

Osborne, T. y Rose, N. (1999). Do the Social Sciences Create Phenomena? The Example of Public Opinion Research. *British Journal of Sociology*, 50(3), 367-396.

Ozga, J. y Lingard, B. (2006). Globalization, Education Policy and Politics. En B. Lingard y J. Ozga (eds.), *The RoutledgeFalmer Reader in Education Policy and Politics*. Londres: Routledge Falmer.

Porter, T. (1995). *Trust in Numbers. The Pursuit of Objectivity in Science and Public Life*. Princeton: Princeton University Press.

Ramos Zincke, C. (2012). *El ensamblaje de ciencia social y sociedad. Conocimiento científico, gobierno de las conductas y producción de lo social*. Santiago: Ediciones Universidad Alberto Hurtado.

Ramos Zincke, C. (2014). Datos y relatos de la ciencia social como componentes de la producción de realidad social. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, 21(66), 151-177.

Ramírez, F., Schofer, E. y Meyer, J. (2018). International Tests, National Assessments, and Educational Development (1970-2012). *Comparative Education Review*, 62(3), 344-364.

Ramírez, F., Meyer, J. y Lerch, J. (2016). World Society and the Globalization of Educational Policy. En K. Mundy, A. Green, B. Lingard y A. Verger (Eds.), *The Handbook of Global Education Policy* (43-63). Nueva York: John Wiley & Sons.

Rivas, A. y Scasso, M. (2017). ¿Qué países mejoraron la calidad educativa? América Latina en las evaluaciones de aprendizaje. Documento de Trabajo, 16. Buenos Aires: CIPPEC.

Rizvi, F. y Lingard, B. (2010): *Globalizing Education Policy*. Londres: Routledge.

Rutkowski, L., Von Davier, M. y Rutkowski, D. (2014). *Handbook of International Large-Scale Assessment. Background, Technical Issues, and Methods of Data Analysis*. Boca Raton: Taylor & Francis Group.

Sellar, S. y Lingard, B. (2013). PISA and the Expanding Role of the OECD in Global Educational Governance. En H. Meyer y A. Benavot (Eds.), *PISA, Power and Policy. The Emergence of Global Educational Governance* (185-206). Oxford: Symposium Books.

Sahlberg, P. (2016). The Global Educational Reform Movement and Its Impact on Schooling. En K. Mundy, A. Green, B. Lingard y A. Verger (Eds.), *The Handbook of Global Education Policy* (128-144). Nueva York: John Wiley & Sons.

Schneider, S. (2013). The International Standard Classification of Education 2011. *Comparative Social Research*, 30, 365-379.

Sjoberg, S. (2019). The PISA Syndrome. How the OECD has Hijacked the Way we Perceive pupils, Schools and Education. *Confero*, 7(1), 12-65.

UNESCO-OREALC (1998). *Primer Estudio Internacional Comparativo sobre lenguaje, matemática y factores asociados en tercero y cuarto grado*. Santiago: Unesco.

UNESCO-OREALC (2008). *SERCE. Los aprendizajes de los estudiantes de América Latina y el Caribe. Primer reporte*. Santiago: Unesco.

UNESCO-OREALC (2014). *Comparación de resultados del segundo y tercer estudio regional comparativo y explicativo. SERCE y TERCE 2006-2013*. Santiago: Unesco.

UNESCO-OREALC (2015). *TERCE. Informe nacional de resultados*. Santiago: Agencia de Calidad de la Educación y Unesco.

Verger, A., Fontdevila, C. y Parcerisa, L. (2019). Reforming Governance through Policy Instruments: How and to What Extent Standards, Tests and Accountability in Education Spread Worldwide. *Discourse Studies in the Cultural Politics of Education*, 40(2), 248-270.

Volante, L. (2016). *The Intersection of International Achievement Testing and Educational Policy. Global Perspectives on Large-Scale Reform*. Londres: Routledge.

Wagemaker, H. (2014). *International Large-Scale Assessments: From Research to Policy*. En L. Rutkowski, M. von Davier y D. Rutkowski (Eds.), *Handbook of International Large-Scale Assessment. Background, Technical Issues, and Methods of Data Analysis* (11-36). Boca Raton: Taylor & Francis Group.

Ydesen, C. y Andreasen, K. (2019). Los antecedentes históricos de la cultura evaluativa global en el ámbito de la educación. *Foro de Educación*, 17(26), 1-24.

Cómo citar este artículo

Ramos Zincke, C. (2021). Las evaluaciones internacionales a gran escala y la regulación global de los sistemas educacionales: un análisis integrativo. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(48), 159-191.

**Retorno, apropiación y circulación de conocimientos.
El regreso de científicos a Argentina con el Programa Raíces
(2003-2015) ***

**Retorno, apropriação e circulação dos conhecimentos.
O retorno de cientistas à Argentina com o Programa Raíces
(2003-2015)**

***Return, Appropriation and Circulation of Knowledge.
Scientists' Return to Argentina through the Raíces Program
(2003-2015)***

Victoria Ugartemendia **

Investigaciones recientes muestran que la migración de retorno es una práctica frecuente entre los investigadores de los países occidentales. Sin embargo, la migración de retorno de científicos argentinos ha sido escasamente abordada por estudios académicos de Argentina, a pesar de haberse puesto en marcha recientemente instrumentos que promueven el regreso de científicos, como el Programa Raíces. En este trabajo nos proponemos, en primer lugar, analizar las características sociodemográficas de los investigadores que retornaron y sus trayectorias laborales, y, en segundo lugar, conocer la relación entre las migraciones de retorno y los procesos de apropiación y circulación de los conocimientos traídos por científicos que volvieron a la Argentina. Para abordar estos problemas hemos adoptado una metodología cuantitativa y seleccionado a investigadores del Programa Raíces que regresaron entre 2003 y 2015 y pertenecen al campo de ciencias biológicas y de la salud, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y de la provincia de Buenos Aires.

193

Palabras clave: migración de retorno; conocimientos; Programa Raíces

* Recepción del artículo: 06/07/2020. Entrega de la evaluación final: 28/05/2021. El artículo pasó por una instancia de corrección y reevaluación.

** Magister en investigación en ciencias sociales por la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina. Este trabajo forma parte de la tesis de doctorado que la autora está desarrollando actualmente en la misma institución. Correo electrónico: vugartemendia@gmail.com.

Pesquisas recentes mostram que a migração de retorno é uma prática frequente entre pesquisadores de países ocidentais. No entanto, a migração de retorno de cientistas argentinos mal tem sido abordada pelos estudos acadêmicos de Argentina, apesar da recente implementação de instrumentos que promovem o retorno de cientistas, como o Programa Raíces. Neste trabalho propomos, em primeiro lugar, analisar as características sociodemográficas dos pesquisadores que retornaram e suas trajetórias de trabalho, e, em segundo lugar, conhecer a relação entre as migrações de retorno e os processos de apropriação e circulação do conhecimento trazido pelos cientistas que retornaram à Argentina. Para enfrentar esses problemas adotamos uma metodologia quantitativa, selecionando os pesquisadores do Programa Raíces que retornaram entre 2003 e 2015 e pertencem à área de Ciências Biológicas e da Saúde, da Cidade Autônoma de Buenos Aires e da Província de Buenos Aires.

Palavras-chave: migração de retorno; conhecimentos; Programa Raíces

According to recent studies, return migration is a frequent practice among researchers from western countries. However, the return migration of Argentine scientists has been scarcely focused by academic studies in Argentina, despite the recent implementation of instruments that promote the return of scientists, such as the Raíces Program. This article seeks to analyze the sociodemographic characteristics of the researchers who returned and their career trajectories, and also to identify the relationship between return migrations and the processes of appropriation and circulation of knowledge brought by returned scientists. In order to analyse these problems, we have adopted a quantitative methodology and selected a number of researchers from the Raíces Program who returned to Argentina between 2003 and 2015 and work in the field of biological and health sciences, either in the city or the province of Buenos Aires.

Keywords: return migration; knowledge; Raíces Program

Introducción

Investigaciones recientes muestran que la migración de retorno es una práctica frecuente entre los investigadores de los países occidentales. Sin embargo, el fenómeno de la migración de retorno de científicos argentinos ha sido escasamente abordado por estudios académicos de Argentina, en particular desde enfoques cuantitativos, a pesar de haberse puesto en marcha recientemente instrumentos que promueven el regreso de científicos, como el Programa Raíces (PR), que repatrió a 1150 investigadores entre 2000 y 2015.

En este trabajo nos proponemos, en primer lugar, analizar las características sociodemográficas de los investigadores que retornaron y sus trayectorias laborales, y, en segundo lugar, conocer la relación entre esas migraciones de retorno y los procesos de apropiación y circulación de los conocimientos traídos por los científicos que volvieron al país. Para abordar estos problemas hemos adoptado una metodología cuantitativa y hemos seleccionado a los investigadores del PR que regresaron entre 2003 y 2015, período en el que el programa gozó de más vitalidad, y pertenecen al campo de ciencias biológicas y de la salud, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y de la provincia de Buenos Aires.

1. La problemática del retorno de científicos a la luz de las innovaciones conceptuales

El retorno de migrantes a sus países de origen logró un fuerte interés en los años 80, con la preocupación particular de su impacto en los lugares de retorno (Cassarino, 2004); sin embargo, este resulta el aspecto menos trabajado dentro de los estudios migratorios (Moreno, 2020).

En particular, la problemática del retorno de personas altamente calificadas acompañó en los años 90 a las nuevas conceptualizaciones centradas en la movilidad y circularidad de los procesos migratorios (Lowell y Findlay, 2001; OCDE, 2008; Franzoni *et al.*, 2012; Martínez Pizarro *et al.*, 2014; UNESCO, 2015; Meyer, 2015). Junto a las residencias permanentes de los migrantes altamente calificados a las que remite el tradicional término *brain drain*, en la década del 90 se comenzaron a identificar otro tipo de migraciones conceptualizadas como moviidades, las cuales recibieron atención como foco de políticas estatales; China, India, México, Colombia, Malasia, Canadá, Tailandia, Irlanda del Norte y regiones como la africana, comenzaron a utilizar programas de retorno y revinculación para beneficiarse de sus connacionales altamente calificados en el exterior (Lowell, 2001; Jonkers, 2008; Charum y Meyer, 1998; Paluchowski *et al.*, 2017).

La idea de que la migración iba a acompañada de una larga y permanente estancia en el exterior, fue cuestionada con las nociones de moviidades, menos precisas en su duración y exentas de la unidireccionalidad que encuadra la noción de *brain drain*. En este sentido, estas innovaciones dieron lugar a pensar la migración de retorno como parte de la trayectoria migratoria; como sostiene Cassarino (2004), el retorno ya no se considera el final del ciclo migratorio, sino que constituye una etapa en el proceso de migración.

Surgieron entonces la idea de *brain circulation*, que refiere a la movilidad y al retorno a los países de origen luego de un largo tiempo en el exterior, y la de *step migration*, la movilidad entre varios países en el marco de una secuencia (Lowell y Findlay, 2001; IOM, 2008). Asimismo, se conceptualizaron otros tipos de movیلidades como la migración en intercambio (*brain exchange*), que remite a la situación de un país que expulsa personas altamente calificadas al tiempo que atrae personas con esa característica en una especie de intercambio (Lowell y Findlay, 2001), y la “opción diáspora”, que remite a los vínculos del país de origen con las personas altamente calificadas expatriadas en función de acceder a las ventajas de la presencia de sus científicos en otros países a partir de la comunicación sistemática con ellos (Meyer y Brown, 1999).

Los trabajos recientes muestran que la migración de retorno es un fenómeno frecuente entre los investigadores y que la tasa de retorno de los *highly skilled* a los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) duplica en promedio a la de los países en desarrollo (OCDE, 2008). Franzoni *et al.* (2012) señalan que más de la mitad de los científicos residentes de Europa, América del Norte, Japón y Australia cuentan con experiencia internacional, y la tasa de retorno está encabezada por Japón y Brasil.

Con respecto a la migración de retorno de los científicos argentinos, existen muy pocos estudios estadísticos. Un trabajo de la OCDE (2008) muestra que la tasa de retorno de los emigrados argentinos a Estados Unidos y España —en general, sin considerar el nivel educativo o la ocupación— fue en 2001 del 3,8% y 4,3%, por debajo del 9,2% y 7,9% de Brasil, por ejemplo (OCDE, 2008). En cuanto al retorno de investigadores, en particular la investigación de Meyer (2015) muestra que los argentinos retornan más que los uruguayos y los colombianos. Ese estudio indica, además, que los argentinos que regresaron al país pasaron a menudo por Estados Unidos, por el Reino Unido, y con menor frecuencia por España, lo cual nos habla de una migración de tipo *step migration* o secuencial, presente en un tercio de las personas que volvieron a Argentina.

Bayle (2015) analiza el retorno de investigadores que volvieron a la Argentina con el PR, también desde una perspectiva cuantitativa, pero circunscripta a los científicos que volvieron y forman parte del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Se trata de un estudio descriptivo que señala algunos rasgos demográficos, educativos y laborales de los científicos que retornaron. Este trabajo, asimismo, no ahonda en la problemática de la apropiación y circulación de conocimientos adquiridos por los científicos en el exterior.

El fenómeno de la migración de retorno de científicos argentinos también ha sido abordado por estudios de tipo cualitativos que, si bien dan cuenta de aspectos que explican las movیلidades y permiten una mejor comprensión de las trayectorias particulares de los científicos en relación con la apropiación y circulación de conocimientos, no ofrecen una perspectiva general de estos procesos. Por ejemplo, Spivak L’Hoste y Hubert (2012) analizan trayectorias de científicos que retornaron a la Argentina y su contribución a través de distintos tipos de conocimientos al país. En un artículo posterior, Spivak L’Hoste y Hubert (2014) estudian prácticas y subjetividades

de retorno a partir de dos trayectorias de repatriación a través del PR. También Moreno (2016, 2020) ha hecho investigaciones que abordan las motivaciones para el retorno desde un punto de vista cualitativo: analiza las motivaciones que tuvieron científicos argentinos para regresar a nuestro país desde Estados Unidos.

Aquí se parte de concebir al retorno como un posible eslabón de la trayectoria migratoria. Como señala Cassarino (2004), los patrones de retorno reflejan, por una parte, las experiencias de migración de los repatriados en el extranjero, pero también responden a condiciones institucionales, políticas y económicas específicas en los países de recepción y de origen. En este sentido, puede haber proyectos migratorios que contemplen el retorno, pero hay factores situacionales y estructurales que influyen en cierta medida en la decisión del regreso. Siguiendo a este autor, los migrantes no suelen tener planes definitivos y van analizando la posibilidad de retornar, y lo hacen según las oportunidades que van presentándoles, influidos por las estructuras sociales, políticas y económicas que los rodean.

En este estudio, si bien proponemos la noción de migración de retorno, asociada a la circularidad de los procesos y a trayectorias abiertas a múltiples condicionamientos, a partir de la bibliografía existente y los resultados de este trabajo podemos diferenciar por lo menos dos grandes grupos dentro de los científicos que regresaron a la Argentina: por una parte, personas que migraron por un tiempo determinado con un propósito específico, por lo general a hacer un posdoctorado o un doctorado luego de lo cual volvieron; y por otra parte, personas que han permanecido grandes períodos de tiempo en el exterior, para los cuales las condiciones y motivaciones que explican el retorno son más difusas. Estos dos grupos guardan diferencias demográficas y sus recorridos están sujetos a distintas condicionamientos estructurales, institucionales y motivacionales.

197

El primer grupo de científicos que regresaron a la Argentina se encuadra en trayectorias migratorias asociadas a las “migraciones destinadas a un propósito específico” (Kreimer, 1998). Este autor ha dado cuenta de este tipo de migraciones en los laboratorios de biomedicina de Argentina; se trata de migraciones de duración determinada (corta o mediana), que tienen como objetivo hacer un doctorado o posdoctorado. Suelen ser parte de una estrategia del grupo local y derivar, al regreso del científico, en un proceso de “brotación” o ramificación de la tradición de investigación. Moreno (2020, p. 39) también registró este tipo de retorno y señala que quienes fueron al exterior a hacer un posdoctorado y regresaron concibieron esa instancia como un eslabón en sus trayectorias académicas, “un paso previo implícitamente institucionalizado y fomentado ampliamente por los propios integrantes del campo nacional” para acumular antecedentes, establecer relaciones profesionales que puedan seguir sosteniéndose luego del retorno y obtener recursos para lograr un mejor asentamiento laboral al regreso al país.

La migración de retorno de este grupo de científicos debe ser comprendida principalmente a partir de los procesos de trabajo de los que forman parte, y de los mercados académicos del país de destino y del país de origen. Es decir que, en momentos en los que no se dan grandes rupturas institucionales —1966, 1976, 1983— o crisis económicas profundas —1989, 2001, 2002—, los distintos eslabones

del proceso de trabajo son los que más pesan en la comprensión de las dinámicas migratorias (Kreimer y Ugartemendia, 2007) y de retorno.

Aquí se contemplan, sin embargo, otros elementos que explican los procesos de retorno: Moreno (2020), por ejemplo, ha observado que al momento del regreso también emergen las dimensiones afectivas y culturales y la necesidad de hacer una devolución al país en términos de conocimientos. La problemática de retornar para lograr mayor estabilidad laboral ha sido señalada asimismo por la autora. Luchilo *et al.* (2019) también ha concebido al retorno motivado por lograr acceso a la seguridad social y a la independencia científica, como la que brinda el CONICET.

Sobre el otro grupo de científicos, los que han permanecido largos períodos de tiempo en el exterior y que retornan al país, debemos tener en cuenta que pueden estar operando, además de los aspectos afectivos, culturales y la necesidad de hacer una devolución al país en términos de conocimientos, otros elementos como el retiro. Este tipo de retorno, conceptualizado por Cerase (1974), comprende a aquellos que vuelven a su país de origen a terminar con su vida laboral activa.

2. El Programa Raíces

La Argentina desarrolló desde 2000 el PR, bajo el esquema conceptual del fomento al retorno y la revinculación de investigadores, logrando el regreso de 1150 entre 2000 y 2015. El programa fue declarado política de Estado en 2008 por la Ley N° 26.421. Desde 2003 hasta 2007 se desarrolló bajo la órbita de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (SECYT) y luego del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación (MINCYT), en el marco de la Dirección Nacional de Relaciones Internacionales de esa dependencia.

De acuerdo con la Ley N° 26.421, tiene como objetivos principales el fomento al retorno de científicos; las visitas temporarias de científicos argentinos residentes en el exterior para participar de actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación promovidas por el gobierno nacional y los restantes organismos públicos de promoción científica y tecnológica; el desarrollo de redes de vinculación con investigadores argentinos residentes en el exterior; la mejora de la calidad y disponibilidad de la información acerca de los investigadores y profesionales argentinos altamente capacitados que residen en el exterior; y la difusión de las actividades científicas y tecnológicas del país en el exterior. Estos objetivos se articulan con instrumentos de política específicos. La repatriación de emigrados, en primer lugar, se apoya en los Subsidios Retorno, las Becas de inserción CONICET, la Beca Raíces, los Proyectos de Investigación y Desarrollo para la Radicación de Investigadores - PIDRI/ANPCYT y los PICT Raíces; en segundo lugar, la vinculación con personas altamente calificadas que residen en el exterior se basa en instrumentos como las Redes de Científicos en el Exterior, Raíces Siembra y el Premio Raíces, y las visitas temporarias a la Argentina con el fin de desarrollar actividades científicas y tecnológicas se concretan a través de los Subsidios Milstein; por último, la mejora de la calidad y disponibilidad de la información acerca de los investigadores y profesionales argentinos altamente capacitados que residen en el exterior y la difusión de las

actividades científicas y tecnológicas del país en el exterior se apoyan en la Base de Datos de Científicos y Tecnólogos Argentinos en el Exterior.

Con respecto exclusivamente a los instrumentos de repatriación de científicos, el foco de nuestro interés, el programa financia el pasaje de regreso del investigador y una suma fija de hasta \$50.000 para gastos de pasajes de cónyuges o familiares y de mudanza, principalmente.¹ Una comisión asesora interviene en la decisión de otorgar los subsidios de retorno; está integrada por diez personas: una por el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto, a través de la Dirección General de Asuntos Consulares, y las otras provenientes de diferentes organismos del complejo CTI. Esta comisión evalúa los perfiles de quienes solicitan los subsidios y recomienda al MINCYT su otorgamiento (República Argentina, 2008). Los candidatos deben mostrar que cuentan con un lugar de trabajo en el país y, en caso de no ser así, la dirección del programa hace una difusión abierta de la búsqueda de lugar de trabajo. Pueden participar de esa convocatoria todas aquellas instituciones del sistema CTI que deseen contratar a científicos, incluidas las empresas.

El PR otorga además becas denominadas Raíces o PIDRI. Sin embargo, el PR se apoya fundamentalmente en el CONICET, que ofrece el 79% de las becas del programa (de manera exclusiva o combinada con los otros instrumentos) (elaboración propia en base a MINCYT, 2015). Para los que retornan con ese tipo de becas o un cargo de investigador, el CONICET mantiene una convocatoria abierta permanente para investigadores en el exterior que deseen regresar a la Argentina y que puedan acreditar un período superior a los dos años de tareas de investigación fuera del país (MECyT, 2006). Como señala Moreno (2020), la posibilidad de aplicar al ingreso a la carrera de investigador desde el exterior mediante la ventanilla permanente del CONICET, junto con los subsidios para que la radicación esté acompañada de buenas condiciones para la inserción laboral representa ventajas operativas para esta población.

199

El programa también acciona de modo concurrente con la ANPCYT para financiar proyectos de investigación que involucren a los que retornan. Por ejemplo, los Proyectos de Investigación de Investigación y Desarrollo para la Radicación de Investigadores —PIDRI/ ANPCYT—, y los PICT Raíces subsidian a instituciones de investigación públicas o privadas sin fines de lucro radicadas en el país, y a proyectos de investigación científica y tecnológica que incluyan en el grupo responsable un miembro del PR.

Es necesario señalar que el PR se construyó en base a perspectivas e instrumentos de política CTI puestos en práctica por otros países de emigración de personas altamente calificadas como China, India, México, Colombia, Malasia, Canadá, Tailandia, Irlanda del Norte y regiones como la africana. Asimismo, en Argentina hay experiencias de puestas en práctica de programas similares en tres períodos: el

1. Esta cifra equivalía a 16.000 dólares en 2003 y a 4166 dólares en 2015. Este cambio se debe a las amplias fluctuaciones que ha sufrido el tipo de cambio argentino en el período.

primero entre 1958 y 1961, el segundo en la década de 1980: en 1984 y en 1989; y el tercero entre 1992 y 1994 (Leiva, 2005, 2011).

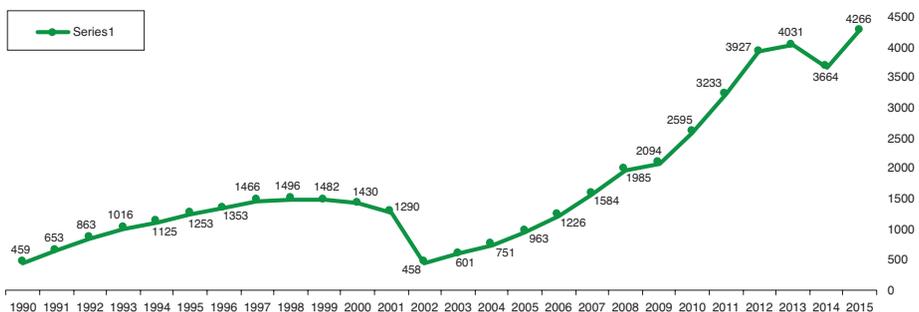
3. Un marco favorable para el desarrollo del programa: el complejo de ciencia tecnología e innovación (CTI) argentino entre 2003 y 2015

El PR se desarrolla en un período de crecimiento de la inversión en actividades científicas y tecnológicas y de la actividad económica, luego de un período de crisis. Esto se debió principalmente a un aumento de los precios de los *commodities* agrícolas y a la ventaja de precios comparativos que produjo la devaluación, así como a la suspensión del pago de los servicios de la deuda y su posterior renegociación, que permitieron recuperar las finanzas públicas (Albornoz y Gordon, 2011).

En 1990, durante el gobierno de Carlos Menem, que es cuando registramos la primera partida de investigadores del país en nuestro trabajo, se abren procesos contradictorios: por una parte se observa una dinámica ascendente en la curva del gasto en actividades científicas y tecnológicas (ACT) (**Gráfico 1**), que duró hasta 1998 y que se explica, en parte, por un programa de reestructuración del sistema científico y de educación superior que estuvo financiado por organismos internacionales de crédito (Banco Interamericano de Desarrollo, Fondo Monetario Internacional) (Bekerman, 2016). Por otra parte, se observa un deterioro de las instituciones del sistema científico que se expresaba, por ejemplo, en los cupos para el ingreso en la carrera de CONICET establecidos desde 1988 debido a la situación presupuestaria de la institución (Bekerman, 2016). En este sentido, los investigadores de ejecución jornada completa (EJC) del país (incluyendo a todas las categorías) se mantuvieron en niveles similares desde 1999 hasta 2002: se pasó de 36.939 a 37.413 (RICYT, s/f). Asimismo, desde 1998-1999 se registra la baja en la curva de evolución del gasto hasta 2002, cuando se produjo una profunda caída en un marco de una crisis económica e institucional generalizada, en el contexto de la crisis y salida del gobierno de la Alianza en 1999 y una seguidilla de recambios presidenciales.

200

Gráfico 1. Gasto en actividades científicas y tecnológicas (en millones de U\$S corrientes). 1990- 2015

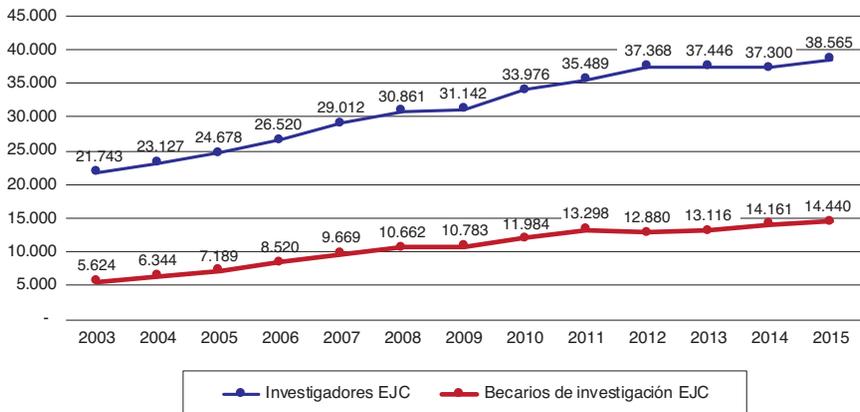


Fuente: elaboración propia a partir de datos de RICYT (<http://www.ricyt.org/>)

Desde el gobierno de Néstor Kirchner, iniciado en 2003, el gasto en ACT se mantuvo en constante crecimiento hasta 2015, lo que operó como un elemento de atracción de investigadores desde el exterior, en tanto emergía un escenario de mejora general de las condiciones del complejo científico. En este período se da una recuperación coincidente con el cambio de gobierno y la propuesta de una política científica orientada a fortalecer las instituciones dedicadas a esta actividad (Bekerman, 2016). La expansión del gasto se canalizó principalmente a través de las universidades nacionales: en 2012, las universidades nacionales absorbieron el 27.2% del gasto en ACT y el 29.6% del gasto en I+D, mientras que el CONICET fue destinatario del 14.5% y el 15.8% respectivamente (Bekerman, 2016).

Es necesario señalar que el crecimiento del gasto fue modesto si se lo compara con complejos científicos de otros países, incluso latinoamericanos, y se lo mide en términos relativos; pero asimismo fue lo suficientemente fuerte como para traccionar a la suba a los principales indicadores del sistema. Como señalan Albornoz y Gordon (2011), el aumento obedece en mayor medida a un período de expansión económica que a la asignación de mayor prioridad a la ciencia y la tecnología por parte de los agentes públicos y privados: la inversión en I+D de 2008, medida en dólares corrientes PPC, fue 157% superior a la de 2002, mientras que la inversión en I+D como porcentaje del PBI de 2008 fue 15% superior a la de 1999.

Durante esta etapa se robusteció al CONICET, a la vez que comenzó un proceso de fuerte incorporación de investigadores y becarios en el organismo y las universidades (Albornoz y Gordon, 2011). Desde 2003 se observa el crecimiento en la cantidad de investigadores de jornada completa (EJC), debido fundamentalmente al impulso dado desde el CONICET. Como señalan Albornoz y Gordon (2011), desde esa institución se amplió significativamente el número de becas para estudios de posgrado y reabrió el ingreso a la carrera de investigador, que estaba congelado desde mediados de la década de 1990 (Albornoz y Gordon, 2011). En ese sentido, en el período 2003- 2015 los investigadores de todo el país pasaron de ser 21.743 a 38.565, mientras que los becarios pasaron de 5624 a 14.440. Es decir: aumentaron en 77,36% y 156,7%, respectivamente, como queda expresado en el siguiente gráfico.

Gráfico 2. Investigadores y becarios (EJC). 2003- 2015

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Dirección Nacional de Información Científica. Relevamiento anual de entidades que realizan Actividades Científicas y Tecnológicas, y la Encuesta de I+D al sector empresarial (República Argentina, s/f).

202

La evolución del gasto y de los recursos humanos destinados a las ACT tuvieron como marco la recuperación de la planificación de la ciencia y la tecnología a medio y largo plazo, práctica que se había dado de manera esporádica en la historia argentina (en las décadas del 70 y 90). En el marco de la Ley N° 25.467 en 2001, la SECYT lanza el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación “Bicentenario” (PB) para el período 2006- 2010. Éste fue continuado por el MINCYT a través del Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación (PNCTI) para el período 2012- 2015.

Tanto el PB como el PNCTI se plantearon metas cuantitativas como cualitativas con la aspiración de que la I+D contribuya a lograr más competitividad económica en el marco de un escenario de desarrollo sustentable. Con el horizonte de generar el fortalecimiento de la base científica, mejorar la orientación I+D, la difusión tecnológica y el fomento de la innovación, en el PB se esperaba alcanzar una inversión nacional en ciencia y tecnología equivalente al 1% del Producto Bruto Interno (PBI) y aumentar el número de investigadores y becarios a 40.071 EJC en 2010, entre otros. En el PNCTI se postulaban metas similares, pero menos ambiciosas, considerando que en 2010 la inversión en ciencia y tecnología llegó al 0,70% del PBI, cuando se esperaba que alcanzara el 1%. En relación con las metas cualitativas de los planes, estas se apoyaron en líneas estratégicas de investigación y desarrollo, y áreas prioritarias para el desarrollo nacional y local centradas en la agroindustria, el ambiente, el desarrollo sustentable, la energía, la biotecnología, las TIC, la nanotecnología, la industria, la salud y el desarrollo social.²

2. Las áreas prioritarias de los planes están estructuradas bajo categorías diferentes, pero las hemos homogeneizado a los fines analíticos.

Es importante señalar que, si bien estos planes fueron el marco de la política general del PR, no hemos hallado instrumentos de política que permitan visualizar que los criterios de selectividad de las personas repatriadas se apoyen en esas áreas prioritarias. Con excepción de los subsidios a proyectos de investigación como el PIDRI - Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCYT), el PR no se construye sobre instrumentos que se articulen a esas metas cualitativas de los planes. Queda abierta la pregunta, sin embargo, de si las personas que retornaron con el PR se insertaron “de hecho” en estas áreas consideradas prioritarias, interrogante que será tratado en el análisis de los resultados.

Si se considera el marco de la política de ciencia, tecnología e innovación esbozada, el PR puede ser visto entonces como un instrumento desarrollado en función de incrementar la masa crítica de científicos y de conocimientos en el ámbito local. Si se parte del dato de que entre 2003 y el 2015 se sumaron 25.638 investigadores nuevos a la estructura científica de Argentina, los investigadores que aplicaron al PR representan el 0,4% del total en 2015.³ Esta participación de los repatriados bajo el programa puede resultar relativamente baja en términos porcentuales. Sin embargo, el aporte del PR habría que considerarlo también a la luz de los nuevos recursos cognitivos diferenciales que traen al país estos migrantes que retornan, aspecto que será tratado en los resultados de la investigación.

4. Los mercados académicos de los principales países de destino de los investigadores argentinos: desequilibrios y empeoramiento de las condiciones laborales

203

La situación del mercado académico argentino favorable a la obtención de puestos en el sistema científico y universitario local desde 2003 va a la par, por una parte, de la apertura a académicos extranjeros de los principales mercados académicos de destino de los investigadores argentinos —Estados Unidos y la Unión Europea— y, por otra parte, del empeoramiento de las condiciones laborales en esos lugares. En este apartado abordaremos esta problemática, tomando como período de referencia 1990 al 2015, considerando a 1990, según nuestra investigación, como el año en que se produce la primera partida de científicos que retornaron con el programa, y a 2015 como el año en el que ya no se registran retornos y el programa pierde vitalidad.

Desde los años 90 existe un interés cada vez mayor de los países desarrollados de atraer fuerza de trabajo calificada a sus mercados laborales, y entre ellos, también a sus mercados académicos. Si bien es verdad que en esta etapa de la globalización existen flujos en nuevas y diversas direcciones: Sur-Norte, Sur-Sur y Norte-Norte (IOM, 2008), las migraciones hacia los países desarrollados representaban el 53% de la migración mundial en 1990, alcanzando el 60% en 2000, es decir: la migración de los *highly skilled* es aún más concentrada (Docquier y Marfouk, 2006). Argentina contribuye a estos stocks con una estimación que se ubica entre 5100 científicos (MINCYT, 2015) y 6500 científicos expatriados (Luchilo, 2011).

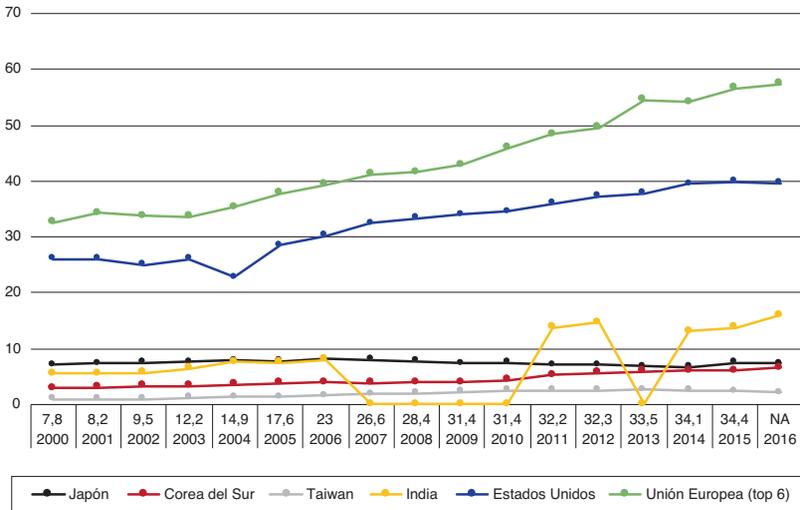
3. Se parte del dato de que aproximadamente el 75% de los que participaron del PR y volvieron al CONICET, lo hicieron en la categoría de investigadores (Bayle, 2015).

La atracción de fuerza de trabajo calificada por los países más poderosos se expresa por ejemplo en que, en la Unión Europea, los *highly skilled* pasaron de ser menos del 15% de todos los migrantes en 1991 a más del 25% en 2001 (Lowell, 2008). El autor señala, asimismo, que Estados Unidos también aumentó su participación en la atracción de migrantes altamente calificados en esos años gracias al Acta de Inmigración de 1990, que incrementó las visas permanentes y temporarias de ese tipo de trabajadores.

Al mismo tiempo, en los países de la OCDE se registra un aumento sostenido de la masa de doctores graduados. En el período de nuestro interés se observa que la Unión Europea (en particular los seis países más poderosos: Francia, Alemania, Italia, España, Suiza y Reino Unido) y Estados Unidos, encabezan ese proceso en todas las áreas de conocimiento y en el área de ciencia y tecnología en especial (NSB, 2020):

Gráfico 3. Doctorados en ciencia y tecnología, por región, país, o economía. 2000 a 2016 (en miles)

204



Fuente: National Science Board, "The State of U. S. Science and Engineering 2020" (<https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20201/u-s-and-global-education>).

Lo señalado constituye un escenario de mayores dificultades para los doctores de acceder a los puestos de trabajo académicos existentes. En este sentido, Fumasoli *et al.* (2015) sostienen que frente al aumento en la cantidad de doctores tiene lugar un desequilibrio entre el número de recién llegados y el número de posiciones disponibles. Asimismo, el crecimiento de esta masa académica ha sido acompañado también de una mayor flexibilización en los contratos de empleo calificado, lo que provoca una erosión de las fuentes tradicionales de seguridad en el empleo y ha dado lugar a un freno al aumento de los salarios (Balán, 2009).

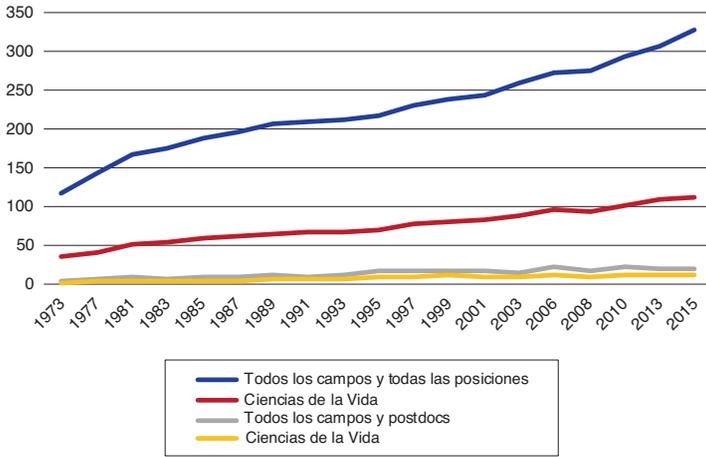
Esta situación del mercado académico de los países de la OCDE es descrita como de una “división piramidal” (Fumasoli *et al.*, 2015) o bien “dual” (Keenan y Kergroach, 2016): por una parte, están los académicos que trabajan con contratos de corta duración, a menudo para desarrollar una tarea puntual (en la docencia o en la investigación) y peor pagos, mientras que, por otra parte, se encuentran los académicos con puestos permanentes, investigadores relativamente bien remunerados que a menudo tienen contratos estables de funcionario o empleado público.

Para el caso europeo, por ejemplo, los estudios señalan que existe una reestructuración de las carreras académicas que va acompañada del “aumento de puestos de duración determinada en la academia (incluidos los puestos financiados con fondos externos), el desarrollo del empleo cruzado por diferentes universidades o por universidades y empresas, y finalmente una tendencia hacia condiciones de trabajo menos seguras que son resultado de una mayor presión y competencia”⁴ (Fumasoli *et al.*, 2015, p. 211).

En Estados Unidos, la mayor inestabilidad en el empleo académico que sufre una parte del personal desde hace décadas se expresa tanto en la dedicación que representa cada cargo en la estructura académica como en el tipo de contratación. De acuerdo con la National Science Foundation (NSF, 2018), en ese país, si bien las posiciones de *full-time faculty*, así como la de *senior* o *junior faculty*, continúan siendo la norma en el empleo en la academia, los doctores en ciencia y tecnología son contratados crecientemente en otros tipos de posiciones: como *part-time*, que se incrementaron del 2% al 6% entre 1973 y 2015, o en posiciones *postdocs*. Como puede observarse en **Grafico 4**, se dio una evolución ascendente de los *postdocs* desde 1973, registrándose un pico en 2006 y otro en 2010; en el caso del área de ciencias de la vida, a la que pertenecen los que integran el grupo seleccionado, se observa una evolución similar. La inestabilidad también se expresa en el aumento de los puestos no permanentes ocupados por doctores en la academia, en detrimento de los puestos permanentes: estos últimos pasaron de ser el 53% en 1995 al 47% en 2015 (NSF, 2018).

4. La traducción es de la autora de este artículo.

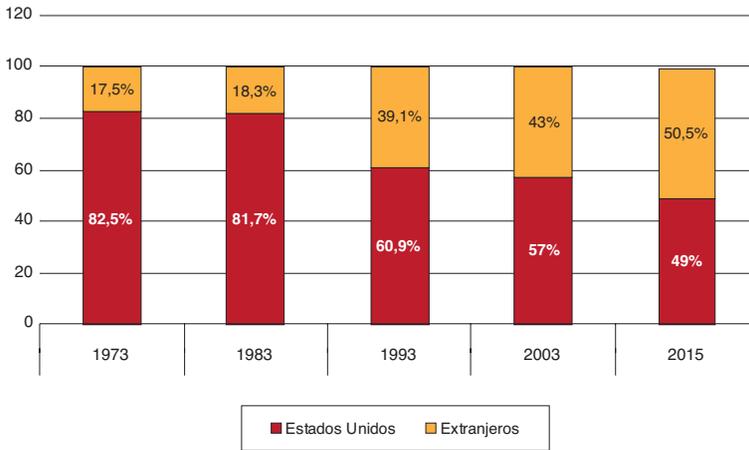
Gráfico 4. Evolución de los *postdocs* en Estados Unidos. 1973 a 2015 (en miles)



Fuente: elaboración propia a partir de datos de National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics, tabulaciones especiales (2017) desde 2003 a 2015 Survey of Doctorate Recipients (SDR). Science and Engineering Indicators 2018.

206 El crecimiento de los *postdocs* también tuvo lugar en Europa. Como sostienen Fumasoli *et al.*: “La fase de *postdoc* se convierte en un paso normal en la carrera académica y, debido al aumento del número de estudiantes de doctorado, un filtro para ingresar a la profesión académica” (2015, p. 212). Lo que solía ser un paso convencional para las ciencias naturales, en la actualidad se tornó en parte de todas las trayectorias académicas. Se debe considerar, además, la creciente presencia de doctores extranjeros en posiciones posdoctorales en Estados Unidos. Como puede observarse en el siguiente **Gráfico 5**, se dio un aumento de doctores nacidos fuera de Estados Unidos ocupando posiciones posdoctorales durante todo el período 1973- 2015.

Gráfico 5. Doctores en ciencia e ingeniería en posiciones de *postdoc* en la academia, según origen nacional. Estados Unidos. 1973 a 2015



Fuente: elaboración propia a partir de datos de National Science Foundation, National Center for Science and Engineering Statistics, tabulaciones especiales (2017) desde el 2003 al 2015 Survey of Doctorate Recipients (SDR). Science and Engineering Indicators 2018.

Por último, en Estados Unidos se suma un elemento más al cuello de botella entre una masa disponible de doctores creciente y una cantidad de puestos académicos que no llega a dar lugar ni en cantidad ni en calidad a las demandas de esa fuerza de trabajo: en los últimos veinte años, al eliminarse las restricciones en relación con la edad para la permanencia en el sistema de ciertas categorías de profesores universitarios, aumentó la presencia de las personas de más edad (65 a 75 años) en la fuerza laboral académica de profesores titulares, disminuyendo proporcionalmente las posibilidades de acceso a esos puestos estables de los más jóvenes. Mientras el grupo de más edad representaba en 1995 el 3% de los académicos, en 2015 pasó a representar el 7% del total. Asimismo, quienes tenían entre 35 y 39 años y ocupaban el 25% de los puestos estables en 1995, pasaron a representar el 19% en 2015 (NSF, 2018).

En síntesis, los mercados académicos de los principales lugares de destino de los investigadores que volvieron con el PR se abrieron a la población extranjera, pero por otra parte empeoraron su situación en el período analizado al restringir la cantidad de puestos estables y ofrecer contratos peor pagos que veinte años antes.

5. Métodos

En este trabajo hemos adoptado una metodología cuantitativa que se apoya en métodos de encuesta y de análisis de datos secundarios a partir de la estadística. Como señalan Sautu *et al.* (2005), esta metodología es pertinente en tanto nos interesa dar cuenta de atributos generales de los investigadores que retornaron con el PR, incluidos los conocimientos apprehendidos durante sus estancias en el

exterior y puestos en circulación al regresar a la Argentina. Es decir, con este método pudimos abarcar un amplio abanico de cuestiones en el mismo estudio, incluir un número significativo de investigadores y cuantificar los resultados. Al tratarse de una metodología cuantitativa hemos tomado a los tipos de conocimiento de forma separada, para luego agregarlos a los fines analíticos. No hay que perder de vista, sin embargo, que estamos ante trayectorias individuales de científicos en las que confluyen muchos tipos de conocimientos.

Se parte de tres fuentes de información: en primer lugar, una base de investigadores que retornaron con el PR, construida por el MINCYT (MINCYT, 2015); en segundo lugar, una encuesta electrónica realizada en 2019 a 226 investigadores de los 244 que, de acuerdo a la base de MINCYT, formaban parte del área de las ciencias biológicas y de la salud y habían retornado a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) (68%) y a la provincia de Buenos Aires (32%); y en tercer lugar, datos de 19 investigadores que fueron entrevistados en artículos de divulgación sobre el PR.

La primera fuente, la base del MINCYT (2015), contiene información sobre 1150 investigadores de todas las disciplinas, el Apellido y nombre del investigador, el país de procedencia, la unidad académica de retorno, las fuentes de financiamiento, las grandes áreas de conocimiento y la provincia de retorno. Con el propósito de extraer datos adicionales a los de la base, sobre características sociodemográficas de los investigadores repatriados, se procedió a analizar sus *curriculum vitae* (CV) a partir de las recomendaciones de D'Onofrio (2010). Se buscaba información sobre la ciudad de residencia actual, la fecha de nacimiento (para poder calcular la edad al momento de partir y de regresar a la Argentina); la trayectoria laboral, la subárea de trabajo en el exterior y en el país al momento del retorno, la incorporación de conocimientos en el exterior y su puesta en circulación al regreso, entre otras dimensiones. Con ese objetivo, en 2018 se solicitó a la SECYT (actual Dirección Nacional de Programas y Proyectos del MINCYT) los 244 CV, de acuerdo con los criterios de selección adoptados. La Secretaría pudo recuperar un total de 182 CV.

Se procedió a analizar los CV con el apoyo, para algunas variables, de programas recuperadores de datos de forma masiva. Se obtuvo muy poca información, ya que los CV no ofrecen datos uniformes que nos permita reconstruir las trayectorias laborales atravesadas por los procesos de movilidad institucional y geográfica; en los CV no aparecen con claridad, por ejemplo, los datos sobre los años de partida y de llegada de las estadías en el exterior, ni la mención sobre la participación de los investigadores en el PR.

Debido a estas faltas de información se procedió a construir una segunda fuente de datos: una encuesta online a los investigadores, aprovechando los correos electrónicos que figuraban en los CV. En los 62 casos en los que no contábamos con los CV se procedió a buscar los correos electrónicos por la web, resultando un total de 45 contactos recuperados más. De este modo, en los meses de agosto, septiembre y octubre de 2019 se enviaron encuestas a un total de 226 investigadores, quedando sin poder contactar a 18 casos. La encuesta abordó dimensiones que no figuraban en la base de MINCYT (2015) sobre la situación laboral actual de los investigadores (lugar de trabajo actual, área de trabajo actual), los años de partida y de llegada

a la Argentina a través del PR, las subáreas temáticas de trabajo en el exterior y al momento de retorno al país, los tipos de conocimientos y recursos adquiridos en el exterior y puestos en circulación al momento de regreso al país, y el grado de inserción de áreas consideradas prioritarias por los planes nacionales Bicentenario y PNCTI. Se obtuvieron 84 respuestas, es decir: la tasa de respuesta fue del 37,1%.

Nuestra tercera fuente de datos provino de artículos de divulgación que indagaban en el PR, a partir de entrevistas a los investigadores que retornaron (FCEyN-UBA, 2011; UNSAM, 2013; MINCYT, 2011). Se obtuvo así información adicional sobre las fechas de partida y de regreso al país con el PR de 19 investigadores.

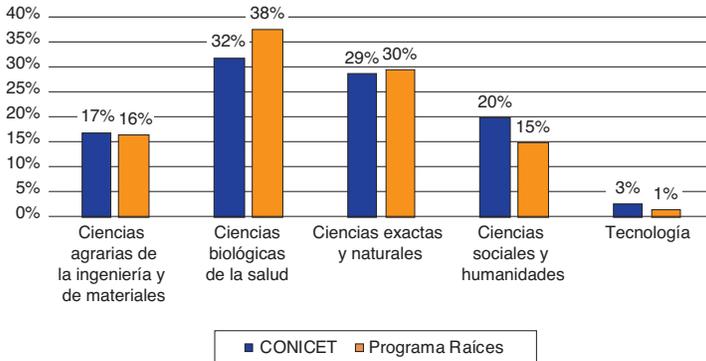
Con los datos obtenidos de los 244 investigadores del área de las ciencias biológicas y de la salud que retornaron a CABA y a la provincia de Buenos Aires, e información adicional sobre 103 investigadores que partieron de la Argentina entre 1990 y 2011, y regresaron entre 2001 y 2014, se pudo avanzar en una caracterización general de esta población y el abordaje de los procesos de migración de retorno, apropiación y circulación de conocimientos.

6. Resultados de la investigación

6.1. Características demográficas y laborales de los investigadores que regresaron con el programa

Los investigadores que regresaron al área de ciencias biológicas y de la salud representan el 38,18% del total de los que volvieron, como puede observarse en el siguiente gráfico. Es significativo que el peso de los investigadores de esta área es muy similar al que tiene en el CONICET: en 2007 agrupaba al 32% de los científicos del organismo. Esto muestra que el PR sigue la lógica de distribución por áreas del CONICET y expresa un rasgo de alta representatividad de las ciencias exactas y naturales en el sistema científico argentino. Asimismo, expresa que la movilidad internacional es una característica presente en esta área más que en otras: según Luchilo *et al.* (2019), solo tres de cada diez académicos de nuestro país (un 29,7%) realizaron uno o varios posgrados en el exterior.

Gráfico 6. Investigadores según grandes áreas de conocimiento. Comparación entre el PR (2015) y el CONICET (2007)

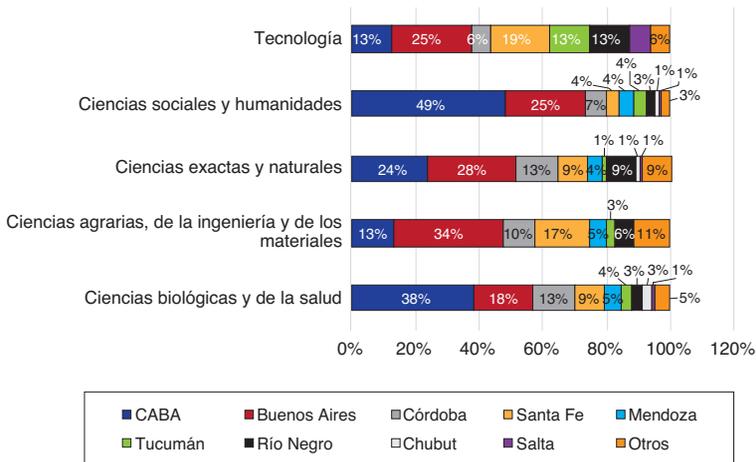


Fuente: elaboración propia a partir de 1150 del PR (MINCYT, 2015) y "CONICET en cifras" (<https://cifras.conicet.gov.ar/publica/detalle-tags/7>).

En relación con la distribución territorial, la mayoría de los investigadores que volvieron con el PR, considerando el total de las áreas, se concentra en CABA y en la provincia de Buenos Aires. Para el caso de las ciencias biológicas y de la salud, la concentración en el área de CABA y Buenos Aires es mayor. Las ciencias sociales y humanidades lideran, sin embargo, a todas las áreas en esa concentración regional.

210

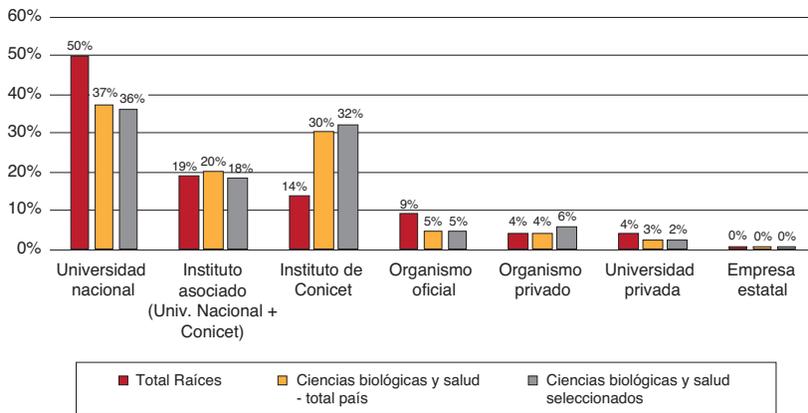
Gráfico 7. Investigadores según provincias de inserción y grandes áreas de conocimiento



Fuente: elaboración propia a partir de 1150 del PR (MINCYT, 2015). Selección de provincias con valores de 3% o más. En "Otros" se agrupan las provincias con 2% o menos.

Con respecto a las instituciones de inserción del total de los investigadores, se observa que volvieron a universidades nacionales, institutos de CONICET asociados a las universidades nacionales, y a institutos de gestión exclusiva de CONICET. Luego se registra una débil presencia en organismos privados (fundaciones, hospitales privados, institutos de investigación privados) y en las universidades privadas, lo cual expresa una marca histórica de la investigación científica en Argentina, que ha sido sostenida fundamentalmente por el Estado. En el caso de las ciencias biológicas y de la salud se observa una importante presencia en las universidades nacionales, pero menor a la general. En cambio, se pone de manifiesto nuevamente la fuerte presencia de los investigadores de esta gran área en el CONICET, en particular en los institutos no asociados.

Gráfico 8. Investigadores según tipos de institución de inserción al retorno.
Total general, total área de ciencias biológicas y de la salud, y población seleccionada

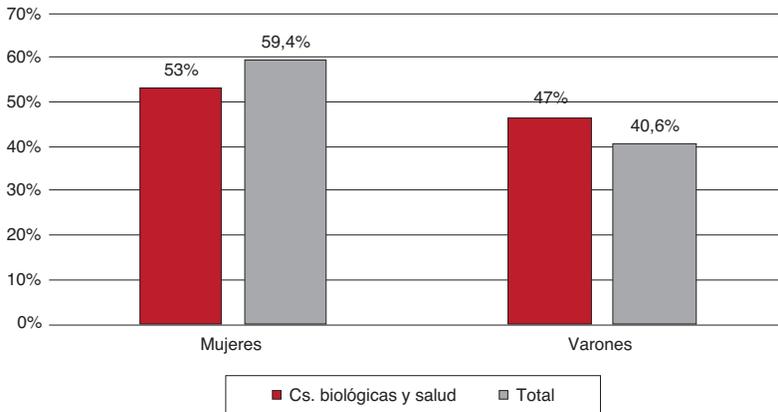


211

Fuente: elaboración propia a partir de 1150 casos del PR (Mincyt, 2015), y relevamiento propio (2019), total: 103 casos.

En relación con el género de los investigadores, las mujeres son mayoría en el total del PR, así como en el área de ciencias biológicas y de la salud. Sin embargo, están un poco menos representadas en esta gran área que en el total general.

**Gráfico 9. Género de los científicos que participaron del PR.
Total general y área de ciencias biológicas y de la salud**



Fuente: elaboración propia a partir de 1150 casos del PR (MINCYT, 2015).

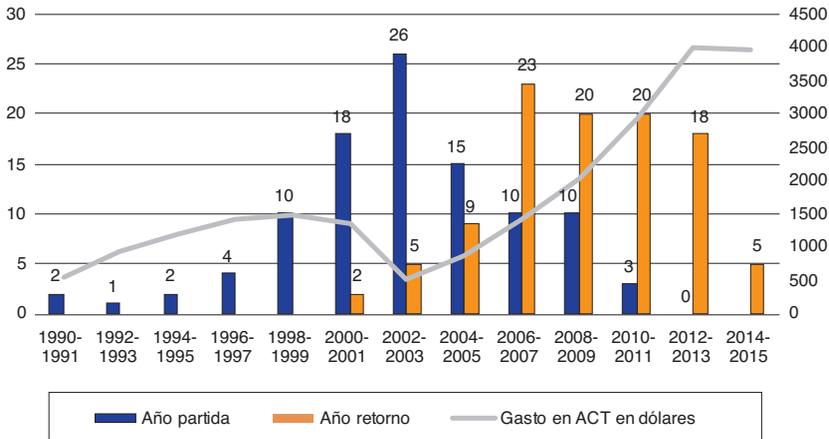
6.2. Procesos de partida y de retorno de la población seleccionada

212

De acuerdo con las encuestas y la información de artículos de divulgación relevados, entre 2000 y 2005 tiene lugar más de la mitad de las partidas de los científicos (57%), como puede observarse en el siguiente gráfico, lo cual coincide con la crisis económica y social que atravesaba la Argentina en esos años. La crisis se expresó, como se señaló anteriormente, en una baja de la inversión en millones de dólares en las actividades científicas y tecnológicas (ACT) desde 1998, lo cual se exagera en 2002, cuando tuvo lugar una devaluación de la moneda argentina. Asimismo, durante toda la década de 1990, los ingresos a la actividad de investigación fueron limitados, lo que puede haber impulsado también las partidas de investigadores. Como se indicó, por esos años los países de la OCDE abrieron sus mercados académicos a los extranjeros, lo cual puede haber incidido también en la decisión de emigrar.

Desde 2003, como se señaló, comienza a recuperarse la inversión en ACT y se da una apertura del sistema a través del aumento de cargos académicos y de becas. Acompañando ese ciclo ascendente de la inversión se registra un crecimiento desde ese año de los retornos, que volvieron con el PR. Es significativo que la mayor parte de los retornos, el 79,4%, se haya dado entre 2006 y 2013, cuando la inversión en ACT se recupera, como queda expresado en el gráfico. Esto coincide, además, con un empeoramiento de las condiciones laborales para los académicos en Estados Unidos y Europa. A partir de 2013, se da una caída abrupta de los retornos, no registrándose casos en 2015, tendencia que acompaña el amesetamiento de la inversión en ACT en Argentina hasta 2015.

Gráfico 10. Años de partidas y retornos de científicos que participaron del PR de acuerdo con la evolución de la inversión en ACT. 1990 a 2015



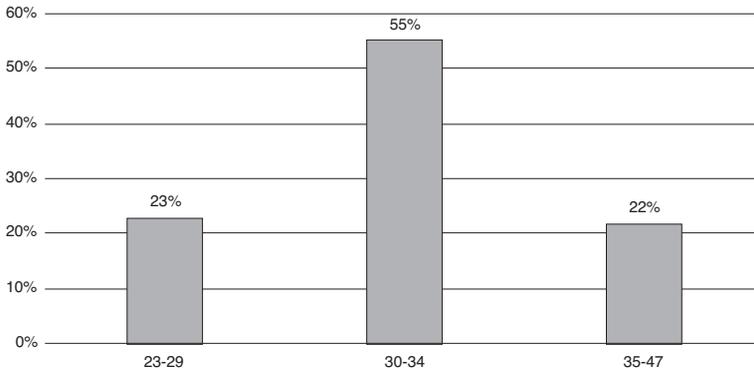
Fuentes: relevamiento propio (2019), total: 103 casos; y gasto en ACT (Ricyt). El gasto en ACT tiene una escala diferente a la de las partidas y retornos de los investigadores, pero fue modificada a los fines de analizar la evolución de cada serie y sus relaciones.

Sin embargo, la situación de los mercados académicos es un aspecto que puede haber motorizado las migraciones de retorno y que puede estar incidiendo en el regreso de una parte importante del universo, especialmente de los más jóvenes que transitan una etapa posdoctoral y que desarrollaron migraciones destinadas a un propósito específico. Para el caso del grupo que retornó luego de estar muchos años fuera del país y haber cumplido los 45 años, que representan el 11% del total, la situación de los mercados académicos externos probablemente no haya sido tan importante a la hora de decidir el regreso. En este caso pueden haber incidido el retiro al terminar con la vida laboral activa, aspectos afectivos, culturales y la necesidad de hacer una devolución al país en términos de conocimientos. En todos los casos, además, opera el propio PR como posibilidad de facilitar el retorno, ya que plantea una ventanilla permanente de postulación CONICET para aquellos que están en el exterior.

213

Esto puede observarse más de cerca si analizamos las edades que tenían los científicos al momento de partir de Argentina. En el **Gráfico 11** se observa que la mayoría lo hizo antes de los 34 años (78%), lo cual puede estar dando cuenta de que el viaje al exterior se produjo como parte de una trayectoria habitual de formación en esta área disciplinar tendiente a la realización de un posdoctorado; se trata de migraciones con un propósito específico. Sin embargo, también existe un 22% de los investigadores que partieron del país teniendo 35 años o más, lo cual abre interrogantes sobre las motivaciones que empujaron a la toma de tales decisiones a personas que tenían al momento de partir una amplia trayectoria en la Argentina.

Gráfico 11. Edades que tenían los investigadores que participaron del PR al momento de partir de la Argentina

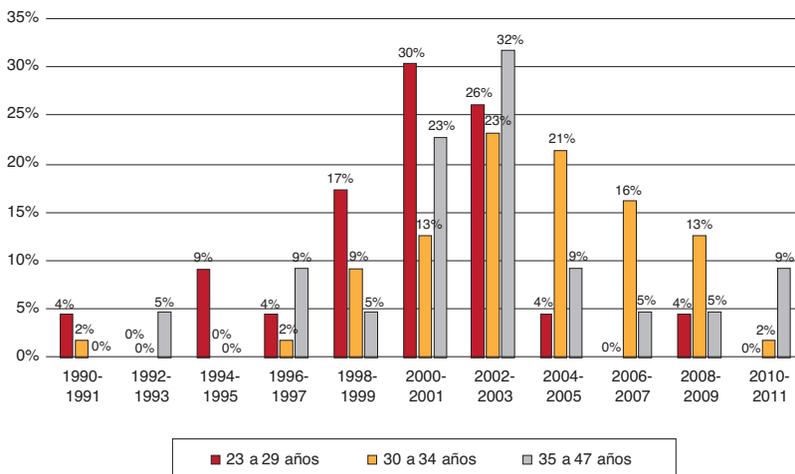


Fuente: relevamiento propio (2019), total: 103 casos.

Una de las posibles respuestas a este interrogante podría ser la crisis que tuvo lugar entre 2000 y 2003, al tiempo que continúa una gran apertura a los extranjeros del mercado académico norteamericano y europeo. En el siguiente gráfico se observa que efectivamente el grupo de más edad supera a los otros grupos de edad en números de partidas durante la crisis de 2002-2003. También la representación de este grupo de edad es mayor en 1996-1997, quizás por el deterioro de las instituciones del sistema científico que se había acumulado hasta ese momento, que se expresaba, por ejemplo, en los cupos limitados para el ingreso en la carrera de CONICET.

214

Gráfico 12. Años de partida de la Argentina según grupos de edad de los investigadores que retornaron con el PR

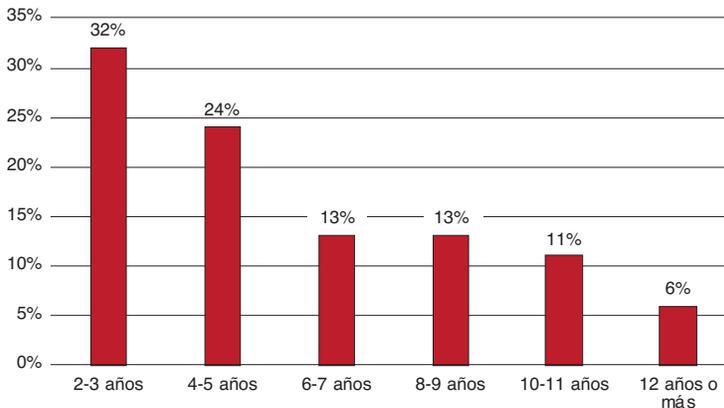


Fuente: relevamiento propio (2019), total: 103 casos.

Con respecto al tiempo de permanencia en el exterior, puede observarse en el **Gráfico 13** que la mayor parte de los investigadores estuvo entre dos y siete años, lo cual coincide con lo señalado en otros estudios: Bayle (2015), en su investigación sobre científicos que regresaron al CONICET a través del PR, indica que del 61,5% que hizo su posgraduación en una universidad argentina, aproximadamente el 70% vivió menos de seis años afuera antes de su repatriación, lo que lleva a esta autora a concluir que este grupo dejó el país con un destino posdoctoral. Esto va en relación con lo planteado por Meyer (2015): el 93,1% de los investigadores que regresaron a la Argentina estuvo menos de diez años en el exterior, y dentro de ellos, el 58,8% estuvo menos de cinco años.

Debe señalarse también que hay una proporción relevante (17%) que volvió luego de haber estado entre 10 y 21 años trabajando en otro país. Esto es especialmente significativo a la luz del dato de que los migrantes que pasan mucho tiempo en el exterior tienden a retornar en menor medida a sus países de origen (IOM, 2008). Aquí emerge la necesidad de comprender las motivaciones que motorizaron el retorno y el rol del PR, dimensión sobre la que hemos planteado hipótesis y que será tratada en otra etapa de nuestra investigación.

Gráfico 13. Cantidad de años transcurridos en el exterior de los investigadores que participaron del PR

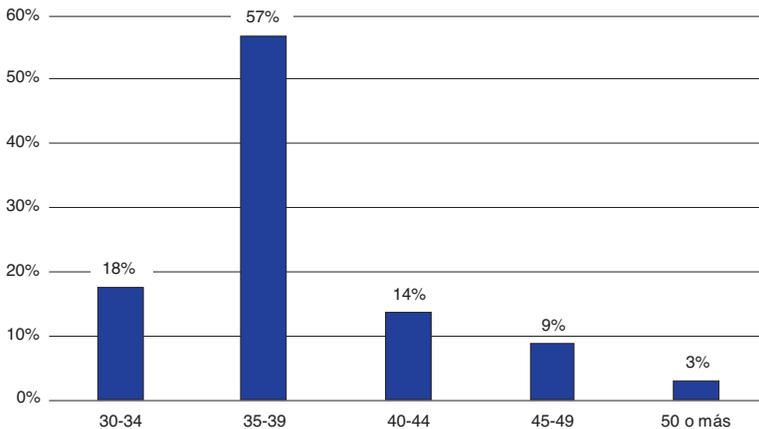


Fuente: relevamiento propio (2019), total: 103 casos.

En relación con las edades que tenían los investigadores cuando volvieron a la Argentina, vemos en el **Gráfico 14** que la mayoría tenía entre 30 y 39 años. Esto da más sustento a la hipótesis de la migración con un propósito específico de los investigadores de esta gran área para hacer un posdoctorado, luego del cual regresan al país. En algunos casos, esa trayectoria migratoria responde inclusive a estrategias de los equipos de investigación locales (Kreimer, 1998; Moreno, 2020). Hay que considerar, además, que muchos de estos investigadores pueden haber visto limitadas sus posibilidades de acceder a puestos estables en los países de recepción: como se señaló, el aumento

de los contratos a término y el envejecimiento de la pirámide académica, en particular en Estados Unidos, puede haber dificultado su inserción en el país de destino. Sin embargo, como ya se indicó, también es necesario analizar las otras variables, porque hay otros grupos de edades que no pueden ser encuadrados en esa hipótesis.

Gráfico 14. Edades que tenían los investigadores que participaron del PR al momento de regresar a la Argentina



216

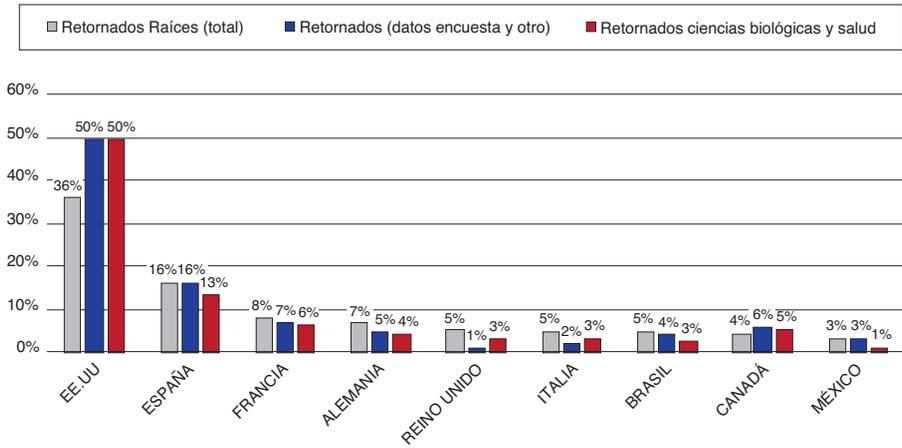
Fuente: relevamiento propio (2019), total: 103 casos.

6.3. Países de procedencia de los investigadores

Los investigadores del PR, considerando a todas las áreas disciplinarias, volvieron en primer lugar de Estados Unidos, en segundo lugar de España, luego de Francia, Alemania, Reino Unido e Italia, de acuerdo con el **Gráfico 15**. Los países de origen de los investigadores del área de ciencias biológicas y de la salud son también esos, con dos diferencias: por una parte, el quinto lugar entre los países lo ocupa Canadá en lugar del Reino Unido; por otra parte, los científicos del área que regresaron de Estados Unidos son más de los que se registra a nivel general: el 50% de los investigadores de las ciencias biológicas y de la salud volvió de ese país. Los datos surgidos del relevamiento hecho por nosotros, expresados también en el **Gráfico 15**, son similares a los del total del universo del área disciplinar seleccionada. Es importante señalar también que tres investigadores que habían regresado a la Argentina con el PR volvieron a retomar trayectorias de movilidad internacional; ello puede ser encuadrado en lo que denominamos *step migration* o migración secuencial.

La existencia de científicos argentinos en unos pocos países se enmarca en una tendencia de concentración cada vez mayor de investigadores en un pequeño conjunto de países desarrollados. La importante presencia de Estados Unidos entre los países de destino responde también a relaciones largamente cimentadas entre las comunidades científicas de ese país y la Argentina.

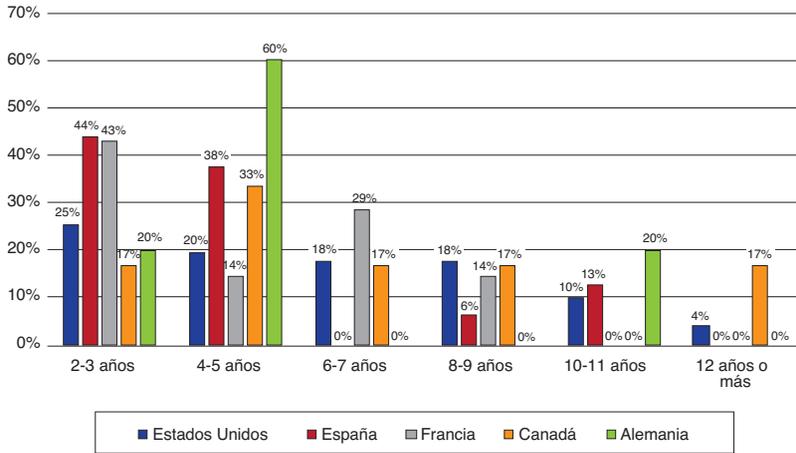
Gráfico 15. Países de retorno. Comparación total PR (todas las áreas), ciencias biológicas y de la salud y retornados (relevamiento propio)



Fuentes: elaboración propia a partir de 1150 del PR (MENCYT, 2015) y relevamiento propio (2019), total: 103 casos. En la presentación se excluyeron casos con 2% o menos y la categoría S/D.

Una pregunta que nos hacemos es si el país de estancia de los investigadores incidió en la cantidad de años de permanencia en ellos. Con este fin comparamos los casos de los cinco principales países de retorno de los investigadores de nuestra muestra y hallamos que quienes estuvieron entre dos y tres años provinieron principalmente de España y Francia, los que estuvieron entre cuatro y cinco años volvieron predominantemente de Alemania, y luego de España. En los siguientes rangos de años en el exterior se observa una distribución pareja de los casos, lo que significa que no hay países que, pasados los cinco años, hayan ejercido un mayor nivel de retención hacia los investigadores durante sus estancias en el exterior. Por último, los científicos que estuvieron más tiempo en el exterior, 12 años o más, regresaron de Estados Unidos y Canadá.

Gráfico 16. Cantidad de años en el exterior según país origen de los investigadores que retornaron con el PR (relevamiento propio)



Fuentes: relevamiento propio (2019), total: 103 casos. En la presentación se excluyeron casos con 2% o menos y la categoría S/D.

218 6.4. Conocimientos adquiridos y conocimientos puestos en circulación al regreso

En relación con los procesos de circulación y apropiación de conocimientos, emerge la pregunta sobre qué tipo de aporte en términos de conocimientos han hecho los científicos que retornaron al país con el PR. Esto nos plantea un escenario de múltiples contextos nacionales y un proceso de movilización de saberes que los atraviesa, lo cual abre el interrogante por el lugar que ocupan los conocimientos movilizados por los que retornan hacia nuestro país, en tanto país subdesarrollado. Como sostiene Kreimer (2003), la ciencia local se ha formado en una tensión entre una comunidad científica local, integrada bajo modalidades diferentes a una comunidad científica internacional, que establece agendas de investigación que son tomadas por nuestros compatriotas y resultan en muchos casos de poca utilidad a contextos periféricos como el nuestro.

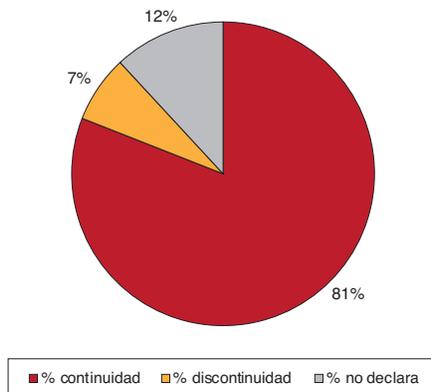
Nos propusimos analizar esta problemática en tres dimensiones: en primer lugar, las continuidades y discontinuidades que han tenido lugar entre las subáreas de conocimiento que tenían los investigadores antes de volver al país y luego; en segundo lugar, el grado de inserción de los científicos en áreas consideradas prioritarias por los planes de política CTI argentinos; y, en tercer lugar, los tipos de conocimientos adquiridos en el exterior y puestos en circulación al retornar a la Argentina.

En relación con las continuidades y las discontinuidades que han tenido lugar entre las subáreas de trabajo en las que trabajaban los investigadores en el exterior y al regreso a la Argentina —es decir, entre campos de conocimientos como la biología

molecular, la bioquímica, la microbiología, la salud, la biología celular, la ecología, la endocrinología reproductiva, la microbiología, las neurociencias, la veterinaria y la zoología, entre otros señalados por los encuestados—, encontramos que el 81% tuvo continuidad en ese plano. El 7% de los casos respondió que hubo discontinuidad y una proporción significativa de los encuestados, 12%, no contestó a la pregunta.

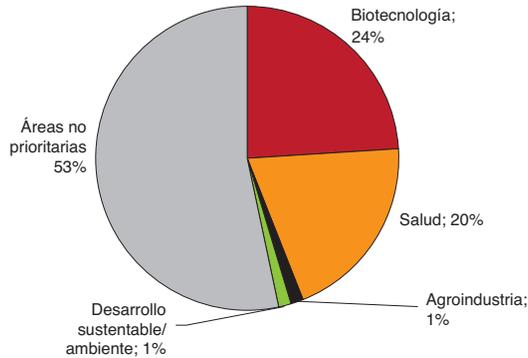
Quedan abiertos numerosos interrogantes para futuras investigaciones respecto a los elementos que operan en la continuidad y la discontinuidad temática. La continuidad, por una parte, puede estar apoyándose en la internacionalización de las agendas de investigación locales, las vinculaciones del investigador con equipos de trabajo en el exterior y la planificación del viaje al exterior desde el grupo local. La discontinuidad, por su parte, puede estar dándose por la falta de condiciones institucionales al regresar a la Argentina como presupuesto o equipamiento, intereses personales del investigador y alicientes institucionales provenientes del financiamiento de las agencias de investigación, entre otros elementos sobre los que es necesario seguir indagando.

Gráfico 17. Continuidad-discontinuidad entre subáreas de trabajo en el exterior y al regreso



Fuente: encuesta aplicada en 2019; 84 casos.

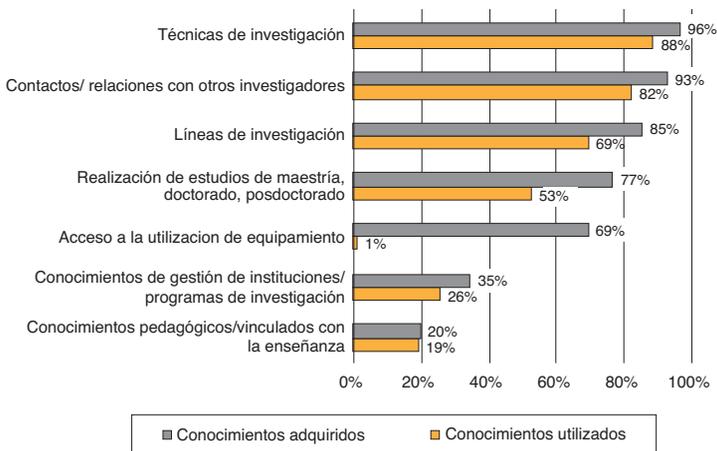
Con respecto al grado de inserción de los investigadores que volvieron en las áreas consideradas prioritarias por el PB y el PNCTI, se observa que más de la mitad (53%) no localizó su trabajo en áreas consideradas prioritarias. El 47% que sí lo hizo fue en biotecnología (24%), salud (20%), agroindustria (1%) y ambiente (1%). No se registraron casos de investigadores que trabajen en áreas prioritarias como TIC, nanotecnología, energía y desarrollo social. Entre las causas de la falta de inserción de los científicos repatriados en las áreas consideradas prioritarias, puede indicarse la ausencia de articulación de los instrumentos del PR con los planes —con excepción de los PIDRI-ANPCYT—, de modo que los criterios de selectividad de las personas repatriadas se apoyen en estas áreas prioritarias.

Gráfico 18. Inserción de los investigadores del PR en áreas prioritarias del PB y el PNCTI

Fuente: encuesta aplicada en 2019; 75 respuestas.

En relación con los tipos de conocimientos adquiridos en el exterior se destacan, en orden decreciente: las técnicas de investigación; los contactos con otros científicos; las líneas de investigación; la realización de estudios de maestría, doctorado, posdoctorado; el uso de equipamiento; los conocimientos de gestión; y los conocimientos pedagógicos. Como puede observarse en el **Gráfico 19**, estos conocimientos fueron puestos mayormente en circulación al regresar a la Argentina. Asimismo, se dieron discontinuidades en los procesos de apropiación y circulación de conocimientos.

220

Gráfico 19. Conocimientos adquiridos en el exterior y conocimientos puestos en circulación al regresar a la Argentina. Investigadores que retornaron con el PR

Fuente: encuesta aplicada en 2019. Tipo de respuestas múltiples. Se contabilizaron 81 casos (recursos adquiridos) y 78 casos (recursos utilizados al regreso).

Las técnicas de investigación encabezan el listado de conocimientos adquiridos y utilizados, lo cual muestra el lugar de relevancia que tiene este recurso como saber característico en las ciencias experimentales.

Los contactos con otros científicos se ubican en segundo lugar en orden de importancia. Es una dimensión estudiada en la dinámica de reproducción de la ciencia y suele ser un emergente de los procesos migratorios. Como señalan Gaillard *et al.* (2014), las colaboraciones con colegas del exterior son más accesibles para los investigadores que estuvieron largos períodos de tiempo fuera de su país, especialmente para la realización de estudios de posgraduación y *postdoc*. Asimismo, como sostiene Moreno (2020), los que retornan impulsan a las nuevas generaciones a migrar, manteniendo activas a las relaciones construidas e institucionalizando la dinámica de movilidad en los distintos grupos.

Los vínculos con los colegas también se inscriben en el espacio del reconocimiento; es lo que Bourdieu (2000) considera el reconocimiento de los pares que se expresa a través de la reputación, el prestigio y la competencia que conducen a la autoridad científica. La vía de canalización y construcción de ese reconocimiento son las redes sociales, las cuales tienen distintas funciones y son usadas de modo diferenciado de acuerdo con la jerarquía del investigador (Shinn, 2007).

Las líneas de investigación, que se ubican en el tercer lugar de los conocimientos adquiridos, pueden asociarse a lo que Shinn (2007) denomina sistemas descriptivos normativos y predictivos en los que se ubica en su interior una cantidad de comportamientos físicos. Pero también a estilos de trabajo en el marco de una disciplina caracterizados por la fuerte especialización que profundiza en temas particulares y en problemas sustantivos del campo disciplinar (Kreimer, 2010). Se observan dos situaciones. Por una parte, casos en los que las líneas han podido utilizar al regreso (69%), con lo cual el viaje al exterior se transforma en la vía para desarrollar un proceso de innovación (Cerase, 1974), quizás planificado desde el equipo argentino. Por otra parte, hallamos científicos que no pudieron ponerlas en uso en la Argentina, lo cual plantea el interrogante sobre si hubo procesos de viraje temático hacia otras, aspecto que deberá ser retomado en futuras entrevistas a estos investigadores.

La realización de estudios de maestrías, doctorados y posdoctorados —saber fundamentalmente explícito que caracteriza a las titulaciones formales (Polanyi, 1967)— emergieron como el cuarto tipo de conocimientos adquiridos en el exterior.

En nuestra indagación consideramos también a los conocimientos vinculados con el acceso y uso del equipamiento en los laboratorios, los cuales aparecieron en el quinto lugar. Estos conocimientos tienen distintas presencias en los dos momentos que tomamos como referencia para la indagación: mientras el equipamiento y los saberes explícitos e implícitos que posibilitan al investigador la utilización del equipamiento están presentes durante la estancia en el exterior, este conocimiento de soporte objetivo (Zukerfeld, 2018) puede tomar una existencia mediada, a través de las redes sociales, cuando el investigador regresa al país. Por ello se observa un salto entre el momento de la apropiación y el del uso una vez que el investigador ha retornado a la Argentina.

Los conocimientos organizacionales, que aparecen en el sexto lugar, son los de gestión de instituciones científicas y programas de investigación e implican la asunción de funciones de gestión o *management* por parte de los propios científicos y la aplicación de métodos de administración industrial a las propias actividades científicas (Salomon, 1997). Por último, emergieron los conocimientos pedagógicos vinculados con la enseñanza.

Conclusiones

En este trabajo nos propusimos estudiar, desde una metodología cuantitativa, las características sociodemográficas de los investigadores que retornaron a la Argentina con el PR y sus trayectorias laborales, así como la relación entre las migraciones de retorno y los procesos de apropiación y circulación de los conocimientos traídos por científicos que volvieron al país.

Entre las conclusiones que se pueden destacar aquí, los resultados del programa deben comprenderse a la luz del marco favorable de crecimiento de la inversión en ACT y de la actividad económica entre 2003 y 2015, debido, principalmente, a un aumento de los precios de los *commodities* agrícolas y a la ventaja de precios comparativos que produjo la devaluación de 2002. El aumento del gasto en ACT amplió significativamente la cantidad de cargos de investigadores EJC y el número de becas para estudios de posgrado, y reabrió el ingreso a la carrera de investigador, que estaba prácticamente congelado desde la década del 90, lo cual operó como un elemento de atracción de investigadores desde el exterior.

222

Las partidas de los investigadores y los retornos deben comprenderse, asimismo, a la luz de los cambios en los mercados académicos de destino. Según hemos podido registrar, entre 2000 y 2005 tiene lugar más de la mitad de las partidas de los científicos desde nuestro país (57%), lo cual coincide con la crisis económica y social que atravesaba la Argentina en esos años y el cierre del sistema científico local, y con una importante apertura del mercado académico norteamericano y europeo a los extranjeros. Entre 2006 y 2013, cuando la inversión en ACT continúa su recuperación, tiene lugar la mayor parte de los retornos: el 79,4%. Al mismo tiempo, en Estados Unidos y Europa continuaron los procesos de empeoramiento de las condiciones laborales, lo cual coadyuvó a incentivar el regreso a la Argentina.

Nótese, sin embargo, que la situación de los mercados académicos es un aspecto entre otros que puede haber motorizado las migraciones de retorno y que puede incidir en el regreso de una parte importante del universo, especialmente de los más jóvenes que transitan una etapa posdoctoral y que desarrollaron migraciones destinadas a un propósito específico. En el análisis surgió que las edades que tenían los científicos al momento de partir del país eran en su mayoría menores de 34 años (78%), gran parte estuvo entre dos y siete años en el exterior (69%), y tenían entre 30 y 39 años al momento de regresar al país. Hay otros aspectos, sin embargo, como los afectivos, los culturales, la necesidad de hacer una devolución al país en términos de conocimientos, el propio PR como facilitador del retorno a través de la ventanilla permanente de postulación al CONICET para aquellos que están en el exterior, que

pueden haber incidido en el regreso. Para el caso del grupo que retornó luego de estar muchos años fuera del país y tenía 45 años o más —11% del total—, la situación de los mercados académicos externos probablemente no sea fundamental para explicar el regreso; en este caso pueden estar operando, además de los elementos señalados para el grupo más joven, el retiro al terminar con su vida laboral activa.

Otra conclusión refiere a que el PR puede ser visto como un instrumento desarrollado por el Estado en función de incrementar la masa crítica de científicos y de conocimientos en el ámbito local. Si se parte del dato de que entre 2003 y 2015 se sumaron 25.638 investigadores nuevos a la estructura científica de nuestro país, los 1150 investigadores que aplicaron al PR representaron el 0,4% del total en 2015. Esta participación de los repatriados bajo el programa puede resultar relativamente baja en términos porcentuales, pero toma otra relevancia si se tiene en cuenta que gran parte de los conocimientos traídos por los científicos al regresar a la Argentina pudieron ser puestos en uso. En este sentido, los científicos adquirieron distintos tipos de conocimientos en el exterior como técnicas de investigación; contactos con otros científicos; líneas de investigación; realización de estudios de maestría, doctorado, posdoctorado; uso de equipamiento; conocimientos de gestión; y conocimientos pedagógicos, que fueron puestos mayormente en circulación al regresar a la Argentina.

Además, se hallaron continuidades en relación con sus subáreas de trabajo en las que los científicos se desempeñaban en el exterior y al regresar a la Argentina; es decir: entre campos de conocimientos como la biología molecular, la bioquímica, la microbiología, la salud, la biología celular, la ecología, la endocrinología reproductiva, la microbiología, las neurociencias, la veterinaria, la zoología. Se detectó que el 81% de los investigadores tuvo continuidad en ese plano, mientras que el 7% de los casos respondió que no tuvo continuidad.

223

Con respecto al grado de inserción de los investigadores que volvieron en las áreas consideradas prioritarias por el PB y el PNCTI, se observa que más de la mitad (53%) no localizó su trabajo en áreas consideradas prioritarias, mientras que el 47% sí lo hizo, lo cual expresa la poca articulación de los instrumentos del PR con los PB y PNCTI, de modo de que los criterios de selectividad de las personas repatriadas se apoyen en estas áreas prioritarias.

Nos interesa resaltar aquí, además, la alta selectividad del programa, ya que sigue la lógica de distribución por áreas del CONICET y expresa un rasgo de alta representatividad de las ciencias exactas y naturales en el sistema científico argentino. Asimismo, el rasgo selectivo emerge también del hecho de que la movilidad internacional es una característica presente en esta área más que en otras, de acuerdo con Luchilo *et al.* (2019).

La última conclusión refiere a la gran concentración de investigadores del PR en unos pocos países de origen: la mayor parte de ellos provino de Estados Unidos, España, Francia, Alemania, Reino Unido, Italia y Canadá, distribución que se enmarca en un proceso de aglomeración cada vez mayor de investigadores en un pequeño conjunto de países desarrollados. Esto se debe, en parte, al despliegue de políticas inmigratorias selectivas desde los países de la OCDE desde la década del 90.

Agradecimiento

Esta investigación contó con la colaboración de la Dirección Nacional de Programas y Proyectos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCYT) de la República Argentina.

Bibliografía

Albornoz, M. y Gordon, A. (2011). La política de ciencia y tecnología en Argentina desde la recuperación de la democracia (1983-2009). En M. Albornoz y J. Sebastián (Eds.), *Trayectorias de las políticas científicas y universitarias de Argentina y España* (1-46). Madrid: CSIC. Recuperado de: http://docs.politicascsti.net/documents/Argentina/Albornoz_Gordon_AR.pdf.

Bayle, P. (2015). Mapping the Return of Argentine Researchers. *Science Technology & Society*, 20(3), 435-449.

Balán, J. (2009). Los mercados académicos en el Norte y la migración internacional altamente calificada: el contexto actual de la circulación de cerebros de América Latina. En S. Didou Aupetit y G. Etienne (Comps.), *Fuga de cerebros, movilidad académica, redes científicas: perspectivas latinoamericanas* (75-88). México: IESALC-CINVESTAV-IRD.

Bekerman, F. (2016). El desarrollo de la investigación científica en Argentina desde 1950: entre las universidades nacionales y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas. *Universia*, VII(18), 3-23.

Bourdieu, P. (2000). *Los usos sociales de la ciencia*. Buenos Aires: Nueva Visión.

Cassarino, J. P. (2004). Theorising Return Migration: The Conceptual Approach to Return Migrants Revisited. *International Journal on Multicultural Societies - UNESCO*, 6(2), 253-279.

Cerase, F. P. (1974). Expectations and reality: a case study of return migration from the United States to Southern Italy. *International Migration Review*, 8(2), 245-262.

Charum, J. y Meyer, J-B. (1998). *El nuevo nomadismo científico. La perspectiva latinoamericana*. Bogotá: Escuela Superior de Administración Pública.

Docquier, F. y Marfouk, A. (2006). International Migration by Education Attainment, 1990–2000. En C. Özden y M. Schiff (Eds.), *International Migration, Remittances, and the Brain Drain* (151-199). Washington DC: World Bank y Palgrave Macmillan.

D'Onofrio, M. G. (2010). Indicadores de trayectorias científicas y tecnológicas e índices de producción de los investigadores iberoamericanos. IIº Encuentro Iberoamericano de Editores Científicos 2010. Buenos Aires.

FCEYN-UBA (2011). *El Regreso*. Buenos Aires: Secretaría de Extensión, Graduados y Bienestar, Área de Medios de Comunicación.

Franzoni, C., Scellato, G. y Stepan, P. (2012). *Foreign born scientists: mobility patterns for sixteen countries*. Working Paper Series N° 18067. Cambridge: NBER. Recuperado de: <http://www.nber.org/papers/w18067>.

Fumasoli, T., Goastellec, G. y Kehm, B. M. (2015). *Academic Work and Careers in Europe: Trends, Challenges, Perspectives*. Switzerland: Springer International Publishing.

Gaillard, A-M, Gaillard, J., Russell, J., Galina, C., Canesse, A., Pellegrini, P., Ugartemendia, V. y Cardenas, P. (2014). *Drivers and outcomes of S&T international collaboration activities. A case study of biologists from Argentina, Chile, Costa Rica, Mexico and Uruguay*. En J. Gaillard y R. Arvanitis (Eds.), *Research Collaboration between Europe and Latin America Mapping and Understanding partnership* (157-191). Paris: Éditions des Archives Contemporaines.

IOM (2008). *Highly skilled migration*. IOM, *Managing Labour Mobility in the Evolving Global Economy*. IOM World Migration Report Series, 4, 51-76.

Jonkers, K. (2008). *A Comparative Study of Return Migration Policies Targeting the Highly Skilled in China, India, Mexico, and Argentina*. MIREM Analytical Report. Fiesole: European University Institute.

Keenan, M. y Kergroach, S. (2016). *Public Research System Trends and Issues (Preliminary Draft of Chapter 3 of the 2016 STI Outlook)*. París: OCDE Publishing.

Kreimer, P. (1998). *Migración de científicos y estrategias de reinserción*. En J. Charum y J-B Meyer (Eds.), *El nuevo nomadismo científico. La perspectiva latinoamericana* (281-297). Bogotá: Escuela Superior de Administración Pública.

Kreimer, P. (2003). *Conocimientos científicos y utilidad social*. *Ciencia, Docencia y Sociedad*, XIV(26), 3-22.

Kreimer, P. y Ugartemendia, V. (2007). *Ciencia en la Universidad: dimensiones locales e internacionales. Mecanismos de reproducción de la investigación en grupos universitarios de la Argentina*. *Atos de Pesquisa em Educação. Revista del Programa de Pós-Grado em Educação de la FURB*, 2(3), 461-485.

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

Leiva, M. L. (2005). *La emigración de profesionales y las políticas de vinculación. Una perspectiva social-histórica del caso argentino*. V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria en América del Sur - Poder, Gobierno y Estrategias en las Universidades de América del Sur. Mar del Plata.

Leiva, M. L. (2011). Planes de retorno. Vinculación de científicos argentinos y dinámica de las diásporas. En V. Hernández, C. Mera, J-B Meyer y E. Oteiza (Coords.), *Circulación de saberes y moviidades internacionales: perspectivas latinoamericanas* (135-152). Buenos Aires: Biblos.

Lowell, B. L. (2001). Policy responses to the international mobility of skilled labor. *International Migration Papers* N° 45. Ginebra: International Labour Office.

Lowell, B. L. (2008). Highky skilled migration. En IOM, *World Migration 2008: Managing Labour Mobility in the Evolving Global Economy Switzerland*. IOM World Migration Report Series, 4, 51-76.

Lowell, B. L. y Findlay, A. (2001). Migration of highly skilled persons from developing countries: impact and policy responses. *International Migration Papers* N° 44. Ginebra: International Labour Office.

Luchilo, L. (2011). Argentina: una estimación de la emigración de científicos e ingenieros. En L. Luchilo (Coord.), *Más allá de la fuga de cerebros* (213-232). Buenos Aires: Eudeba.

Luchilo, L., Moreno, M. V. y D'Onofrio, M. G. (2019). Patrones de movilidad científica y oportunidades laborales en el mercado académico: efectos de estudiar un posgrado en Estados Unidos entre investigadores argentinos de ciencias exactas y naturales. *Norteamérica - Revista Académica del CISANUNAM*, 14(1), 283-311.

Martínez Pizarro, J., Cano Christiny, V. y Contrucci, M. S. (2014). Tendencias y patrones de la migración latinoamericana y caribeña hacia 2010 y desafíos para una agenda regional. *Serie Población y Desarrollo* N° 109. Santiago de Chile: CEPAL.

MECyT (2006). Resolución N° 2961/06.

Meyer, J-B (2015). La Web of Science: nueva ventana para observar moviidades. En J-B Meyer (Coord.), *Diáspora: hacia la nueva frontera* (47-93). Marsella y Montevideo: IRD.

Meyer, J-B y Brown, M. (1999). *Scientific Diasporas: A New Approach to the Brain Drain*. World Conference on Science. Budapest, 26 de junio. Recuperado de: <http://www.unesco.org/most/meyer.htm>.

MINCYT (2011). Programa Raíces. Una política de Estado. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/programa-raices-una-politica-de-estado>.

MINCYT (2012). Argentina Innovadora 2020. Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación. Lineamientos estratégicos 2012-2015. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pai2020.pdf>.

MINCYT (2015). Programa Raíces. Una política de Estado. Recuperado de http://www.raices.mincyt.gov.ar/documentos/Programa_Raices_2015.pdf.

Moreno, M. V. (2016). Sobre las diferencias salariales y la atomización de los agentes en la migración calificada. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 27(53), 1-32.

Moreno, M. V. (2020). Expectativas y determinantes sobre la migración de retorno de científicos Argentinos desde Estados Unidos. *Población & Sociedad*, 27(1), 31-58. DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/pys-2020-270102>.

National Science Foundation (2018). National Center for Science and Engineering Statistics. Survey of Doctorate Recipients (SDR). *Science and Engineering Indicators 2018*.

National Science Board (2020). The State of U. S. Science and Engineering 2020. Recuperado de: <https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb20201/u-s-and-global-education>.

OCDE (2008). Return Migration: A New Perspective. *International Migration Outlook, SOPEMI-2008 Edition*, 161-222.

Paluchowski, P. y Marco-Serrano, F. (2017). United Kingdom: recent migration suggests a substantial brain gain. En A. Schellinger (Ed.), *Brain Drain – Brain Gain: European Labour Markets in Times of Crisis (22-43)*. Politik Für Europa- 2017Plus. A Friedrich-Ebert-Stiftung Project 2015–2017.

Polanyi, M. (1967). *The Tacit Dimension*. Nueva York: Doubleday.

República Argentina (s/f). Sistema Integrado de Indicadores. Recuperado de: <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/indicadorescti/rrhh>.

227

República Argentina (2001). Ley Nacional N° 25.467. Recuperado de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=69045>. Consultado el 15 de marzo de 2020.

República Argentina (2008). Ley Nacional N° 26.421. Recuperado de: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/147138/norma.htm>. Consultado el 15 de marzo de 2020.

RICYT (s/f). Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Interamericana e Iberoamericana. Recuperado de: <http://www.ricyt.org/>.

Salomon, J. J. (1997). La ciencia y la tecnología modernas. En J. J. Salomon, F. Sagasti y C. Sachs (Comps.), *La búsqueda incierta: Ciencia, tecnología, desarrollo (49-86)*. México: Fondo de Cultura Económica.

Sautu, R., Boniolo, P., Dalle, P. y Elbert, R. (2005). *Manual de metodología. Construcción del marco teórico, formulación de objetivos y elección metodológica*. Buenos Aires: CLACSO.

SECYT (2006). Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación “Bicentenario” (2006-2010). Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.

Shinn, T. (2007). Jerarquía de investigadores y formas de investigación. *Redes*, 12(25), 119-163.

Spivak L'Hoste, A. y Hubert, M. (2012). Movilidad científica y reflexividad. De cómo los desplazamientos de los investigadores modelan modos de producir conocimientos. *Redes*, 18(34), 85-111.

Spivak L'Hoste, A. y Hubert, M. (2014). Volver a casa. Apuntes sobre el programa argentino de cooperación y repatriación de científicos. En M. Kleiche-Dray y D. Villavicencio (Eds.), *Cooperación, Colaboración Científica y movilidad internacional en América latina* (119-138). Buenos Aires: CLACSO.

UNESCO (2015). *UNESCO Science Report. Towards 2030*. París: United Nations-Educational, Scientific and Cultural Organization.

UNSAM (2013). Repatriados, Científicos que volvieron para investigar en la Argentina. *Revista de la Universidad Nacional de San Martín*, 6, 4-9.

Zukerfeld, M. (2018). Tipologías sobre el conocimiento: una revisión crítica y una propuesta materialista. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 13(39), 11-31.

228

Cómo citar este artículo

Ugartemendia, V. (2021). Retorno, apropiación y circulación de conocimientos. El regreso de científicos a Argentina con el Programa Raíces (2003-2015). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 16(48), 193-228.

**Los Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STAN)
como recursos de vinculación del CONICET. Alcances y limitaciones ***

**Os Serviços Tecnológicos de Alto Nível (STAN)
como recursos de transferência do CONICET. Escopos e limitações**

***The High-Level Technological Services (STAN) as Technology
and Knowledge Transfer Resources for CONICET.
Scopes and Limitations***

Leandro Ferrón y Leticia Katzer **

Durante la última década, las actividades de vinculación tecnológica han sido fuertemente promovidas desde el Estado a partir de la creación de áreas institucionales específicas que permiten articular el ámbito académico con los sectores productivos y gubernamentales y formalizar la vinculación tecnológica y social. En este artículo abordamos la conceptualización y operativización de los Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STAN) como recursos de formalización de la actividad de vinculación del CONICET argentino. Realizamos un relevamiento de la normativa institucional existente, a la vez que sistematizamos las experiencias adquiridas en cuanto a la tarea de vinculación, elaborando una serie de reflexiones a la luz de los debates contemporáneos sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Concluimos que los STAN constituyen una construcción social y un dispositivo de poder activo que en ocasiones limita las capacidades, potencialidades y proyecciones territoriales de la vinculación.

229

Palabras clave: vinculación tecnológica; sistemas de ciencia y tecnología; dispositivos de poder; investigadores

* Recepción del artículo: 03/05/2020. Entrega de la evaluación final: 14/12/2020. El artículo pasó por una instancia de corrección y reevaluación.

** *Leandro Ferrón*: doctor en medioambiente visual e iluminación eficiente (MAVILE) y especialista en gestión de la innovación en ciencia y tecnología. Investigador adjunto del Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía, CCT-Mendoza, CONICET, Argentina. Correo electrónico: lferron@mendoza-conicet.gob.ar. *Leticia Katzer*: doctora en antropología. Investigadora adjunta del Instituto Interdisciplinario de Ciencias Básicas, UnCuyo-CONICET, Argentina. Correo electrónico: lkatzet@mendoza-conicet.gob.ar.

Durante a última década, as atividades de transferência de tecnologia foram fortemente promovidas pelo Estado, promovendo a criação de áreas institucionais específicas que permitem articular a esfera acadêmica com os setores produtivo e governamental e formalizar a transferência tecnológica e social. Neste artigo, propomos abordar a conceitualização e operacionalização dos Serviços Tecnológicos de Alto Nível (STAN) como recursos para a formalização da atividade de transferência do CONICET. Realizamos um levantamento das regulamentações institucionais existentes, ao mesmo tempo em que sistematizamos as experiências adquiridas em relação à tarefa de transferência, elaborando uma série de reflexões à luz dos debates contemporâneos sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Concluimos que os STAN constituem uma construção social e um dispositivo de energia ativo, o que às vezes limita as capacidades, potencialidades e projeções territoriais da transferência.

Palavras-chave: transferência de tecnologia; sistemas de ciência e tecnologia; dispositivos de poder; pesquisadores

In the last decade, technology transfer activities have been strongly promoted by the Argentine State, encouraging the creation of specific institutional areas that allow the academic sector to be articulated with production and government areas in order to formalize technology and social transfer. In this article we approach the conceptualization and operationalization of High-Level Technological Services (STAN, due to its initials in Spanish) as resources for the formalization of CONICET's technology transfer activities. We surveyed the current institutional regulations, systematized the experiences acquired regarding technology transfer and made a series of arguments around contemporary debates on the relationships between science, technology and society. We conclude that STANs constitute a social construct and an active power device that sometimes limits the capacities, potentialities and territorial projections of technological and social transfer.

230

Keywords: technology transfer; science and technology systems; power device; researchers

Introducción

En la República Argentina, los nuevos abordajes políticos que se han hecho sobre la ciencia desde inicios del 2010 a la fecha se han centrado en las relaciones entre los diferentes elementos que componen los sistemas de producción de conocimiento, apuntando a fortalecer las articulaciones entre el sector científico-tecnológico y el sector productivo, ambos actores indispensables para hacer frente a las demandas manifiestas de la sociedad (Lundvall, 1992; Nelson, 1993). En esta línea de reflexión se sostiene que la ciencia constituye una construcción social cuyos intereses se definen en el seno de la sociedad, afectándose, produciéndose y favoreciéndose de manera mutua. Nace, a partir de esto, el concepto de “vinculación tecnológica” (VT), que, según lo reseñado por Rubén Edgar Corvalán (2016), tiene distintas acepciones:

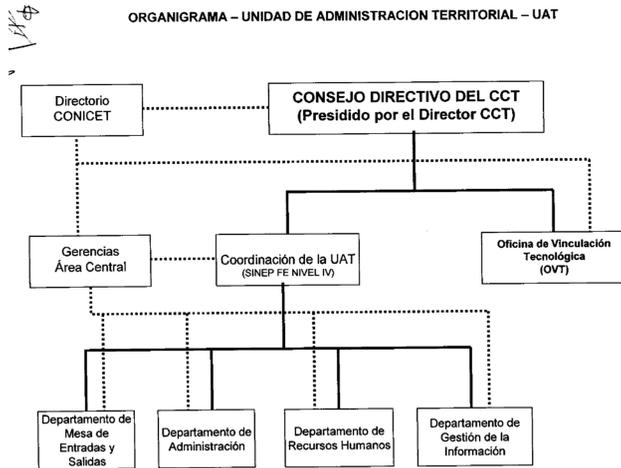
“En un sentido muy general se identifica a la VT como una práctica de interacción social mediada por conocimientos en donde los principales actores son el sector científico y tecnológico y el sector “usuario” de conocimientos localizados, tanto en el sector privado como público” (Corvalán, 2016, p. 28).

Para el autor las actividades de vinculación tecnológica son “esencialmente de interacción con el medio social y productivo, pero siendo sus principales insumos dados por la investigación” (Corvalán, 2016, p. 34).

Durante la última década, las actividades de vinculación tecnológica han sido fuertemente promovidas desde la esfera estatal, impulsando la creación de nexos institucionales que permitan a los sectores productivos sacar beneficio de los conocimientos generados en el ámbito académico (Molas-Gallart *et al.*, 2008). En el país, la institución que nuclea la mayor actividad de investigación es el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), con más de 10.000 investigadores activos y más de 10.000 becas otorgadas. Fue refundado en 1958 por el Decreto Ley N° 1291 y presidido en ese entonces por Bernardo Houssay, cuya impronta fue la de conferirle un perfil fuertemente orientado a la investigación académica básica, sobre el marco conceptual de un modelo lineal que propone que el Estado debe financiar la ciencia básica para, eventualmente, obtener algún beneficio del conocimiento generado. Actualmente la misión del organismo es “el fomento y ejecución de actividades científicas y tecnológicas en todo el territorio nacional y en las distintas áreas del conocimiento”. Atendiendo a la demanda de integración del conocimiento a los procesos socio productivos y de desarrollo, el CONICET implementó una serie de estrategias y cambios en su estructura organizacional para introducir mecanismos que promuevan y faciliten a los investigadores y profesionales de apoyo la ejecución de acciones de transferencia de tecnologías y conocimientos. En lo concerniente a la vinculación tecnológica y socioproductiva, caben destacar la creación, en 1984, del Área de Transferencia de Tecnología, y en 1985 de la Oficina de Transferencia de Tecnología. Siguiendo esta política, en 1986 se creó la Comisión Asesora de Desarrollo Tecnológico, que estaba integrada por investigadores, funcionarios del Estado y empresarios, y tenía como objetivo asesorar al directorio de CONICET en la promoción de la inversión de riesgo dentro del sector productivo.

En 2013, surgen dentro de la estructura de la institución las llamadas Oficinas de Vinculación Tecnológica (Res. N° 2220, 2013) como estructuras de interfaz, con la intención de actuar articulando las relaciones entre diferentes actores en el sistema y zanjando las barreras que obstaculizaban las relaciones entre ellos, pero sin constituirse en generadores de insumos tecnológicos o de conocimientos por sí mismos (Malizia *et al.*, 2013; Fernández de Lucio *et al.*, 2000) (**Figura 1**).

Figura 1. Organigrama institucional del CONICET



Fuente: Res. N° 2220, 2013 - Anexo 1.

Las Oficinas de Vinculación Tecnológica (OVT) dependen de la Gerencia de Vinculación Tecnológica (GVT) y se localizan físicamente en los Centros Científicos Tecnológicos (CCT Conicet). Tienen una distribución federal (en la actualidad existen 17 oficinas) con el objetivo de canalizar las demandas de los distintos grupos sociales desde y hacia los investigadores (CIC) y profesionales de apoyo (CPA), y los centros de investigación capaces de responder a esos requerimientos (UE).¹ Entre sus funciones, se espera que las OVT asesoren, gestionen, impulsen, representen y negocien actividades de vinculación institucional y temática, generando y detectando oportunidades y promocionando servicios y convenios de aplicación.

Para concretar estos objetivos, el CONICET creó diferentes figuras con las que identifica las actividades científicas tecnológicas factibles de constituir la oferta de servicios que puede brindar la institución. Estas figuras son también usadas como instrumentos administrativos para formalizar las acciones de vinculación con el sector socio-productivo, son trazables por las OVT y la GVT, y pasibles de nomenclatura dentro

1. Más información en: <https://vinculacion.conicet.gov.ar/direccion-de-vinculacion-tecnologica-2/>.

del Sistema Integral de Gestión y Evaluación (SIGEVA) para ser considerados por las comisiones temáticas de evaluación. En su origen, esas comisiones solo evaluaban en base al criterio de generación de conocimiento refrendado por publicaciones científicas, pero en estos últimos años incorporaron criterios relacionados con la interacción con el medio productivo y social. Entre las herramientas para la vinculación creadas por CONICET se encuentran los servicios tecnológicos de alto nivel (STAN), los convenios (de I+D, de asistencia técnica, de transferencia de material biológico para su evaluación, de licencia o transferencia de tecnología y convenios con unidades de vinculación tecnológica - UVT) y las asesorías individuales, entre otras.

Por tratarse del instrumento utilizado con mayor frecuencia dentro del sistema de vinculación del CONICET, en este trabajo nos proponemos analizar críticamente los alcances y limitaciones que tiene el STAN en tanto recurso de vinculación y para la gestión de la vinculación social y tecnológica, sobre la base del análisis de casos y situaciones empíricas, dos de ellos situados en Unidades Ejecutoras (UE), el Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía (INAHE)² y el Instituto Interdisciplinario de Ciencias Básicas (ICB)³ del CCT-Mendoza, y uno perteneciente a la denominada Zona de Influencia (ZI).⁴ Los datos relevados y sistematizados incluyen información referente a herramientas que se utilizaron en tres contextos distintos:

- 1) Durante el periodo de transición de laboratorio a instituto del INAHE, compilados durante un lapso de 48 meses, entre 2015 y el 2020, llevando adelante las tareas de vinculación tecnológica de instituto con el objetivo de organizar los mecanismos y las acciones de transferencia tecnológica y de conocimiento;
- 2) Durante 2017, con datos relevados como investigadora de ZI en el contexto de construcción de relaciones institucionales con el Municipio de Lavalle como resultado del trabajo etnográfico local;
- 3) Durante el período 2019-2020, con información adquirida como investigadora del ICB, en el contexto de consolidación de relaciones institucionales con el Municipio de Lavalle, resultado del trabajo etnográfico local.

233

En este marco, realizamos un análisis de la normativa institucional existente, a la vez que sistematizamos las experiencias adquiridas en cuanto a la tarea de vinculación

2. El INAHE es una Unidad Ejecutora del CONICET creada hace cuatro años, como resultado del crecimiento de la masa crítica de investigadores y becarios del Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda perteneciente al Instituto de Ciencias Humanas y Ambientales (INCIHUSA). El INAHE integra la investigación científica, la transferencia y servicios, la docencia y la difusión de conocimientos de los distintos aspectos del hábitat en el contexto de la sostenibilidad energética y ambiental en base climática. El instituto se organiza en cinco líneas de investigación, que comprenden: energías renovables en arquitectura, construcción y equipamiento; diseño urbano bioclimático; iluminación natural sustentable; urbanización, forestación y clima en mendoza; y vivienda social sustentable. Cada una de ellas cuenta con un investigador o profesional de apoyo responsable (típicamente quien inició la línea), investigadores que forman parte del grupo temático, y becarios doctorales y posdoctorales.

3. El ICB es una Unidad Ejecutora de doble dependencia (Universidad Nacional de Cuyo-CONICET) recientemente creada (2019).

4. La ZI agrupa investigadores, agentes de la carrera de personal de apoyo y becarios que no están nucleados en ninguna de las UE del CONICET.

en los tres contextos señalados, elaborando una serie de reflexiones a la luz de los debates contemporáneos sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. El presente trabajo propone analizar la figura de los STAN como construcción social y como dispositivo de poder activo, distinguiendo “recursos de vinculación” y “recursos de gestión de la vinculación”, e identificando su posible rol como limitante de las capacidades, potencialidades y proyecciones territoriales de la vinculación.

1. Enfoque teórico-metodológico

Analizar los STAN en tanto recurso para la vinculación y para la gestión de la vinculación tecnológica y social requiere abordar varios aspectos: un aspecto conceptual, un aspecto institucional (de funcionamiento institucional) y un aspecto operativo. La distinción que realizamos en la conceptualización de los STAN como recursos para la vinculación o como recursos para la gestión de la vinculación responde a los distintos alcances que tiene la vinculación como práctica y como institución. La vinculación puede por un lado generarse como parte del propio proceso de articulación social de los y las investigadoras con diversas referencias institucionales, sin que ello necesariamente implique una gestión particular. Por otro, en tanto institución propia del CONICET, la vinculación constituye un espacio de gestión que gestiona acciones en coordinación con diversas agencias empresariales, gubernamentales y no gubernamentales.

En primer lugar, “las actividades de vinculación tecnológica involucran estructuras, políticas y acciones” (J. Lotterberger, secretario de Vinculación y Transferencia Tecnológica de la UNL, *El Litoral*, entrevista 31 de octubre de 2019). Debemos entenderlas no como meras operaciones técnico-administrativas, sino como construcciones socio-culturales y políticas activas, con alcances y efectos de poder susceptibles de ser analizados tanto en el campo científico-tecnológico específico como en la sociedad toda, y más o menos significativos según los casos y variables múltiples. En este sentido, los STAN no operan solo como simples herramientas administrativas, sino también como dispositivos de poder, en un sentido positivo y negativo, y en tres planos distintos: conceptual, institucional y operativo (**Tabla 1**).

234

Tabla 1. Marco de operación de los STAN

STAN	Sentido	
	Positivo	Negativo
Conceptual	Interacciones sociales que generan y construyen nuevas realidades	Formas de dominación y jerarquización de categorías de RRHH. Invisibilización de prácticas
Institucional	Articulaciones intersectoriales	Operaciones y relaciones propias de la dinámica política del campo científico-tecnológico
Operativo	Resolución de problemáticas específicas	Verticalismo, jerarquización y dominación desde la referencia institucional hacia los propios RRHH

Fuente: elaboración propia.

Conceptualmente, los STAN son dispositivos de poder positivos en el sentido de que se trata de interacciones sociales que generan y construyen nuevas realidades. Ahora bien, se convierten en dispositivos negativos cuando se instrumentalizan como formas de dominación y jerarquización de categorías de recursos humanos, así como de invisibilización de prácticas no alcanzadas por ellas. En sus sentidos institucional y operativo, resultan un dispositivo de poder positivo, por cuanto los STAN implican articulaciones intersectoriales que buscan atender y resolver determinadas problemáticas; ahora bien, se tornan negativos cuando actualizan operaciones y relaciones propias de la dinámica política del campo científico-tecnológico, en su verticalismo, jerarquización y dominación desde la referencia institucional hacia adentro, hacia los propios investigadores, CPA y becarios.

En la línea de reflexión respecto a la producción positiva de poder, hemos sostenido que la vinculación constituye una proyección territorial situada de resultados de investigación, en articulación con instituciones y agencias no estrictamente académicas, que posibilita la traducción de diversos hallazgos científicos en el marco de las políticas públicas, produciendo puentes entre la información relevada y las instituciones estatales, en materia de gestión de intervenciones concretas conducentes a un beneficio real para la comunidad (Katzer, 2020).

Históricamente se ha establecido una distinción y jerarquización entre ciencia pura y ciencia aplicada que hoy resulta anacrónica. Siguiendo a Dreyfus Amos (1998), existe una fuerte tendencia a considerar a la tecnología como una disciplina separada, con características propias, pero no subalterna, y con interacciones complejas y simbióticas, en el marco de lo que el autor marca como tres dominios principales: los asuntos personales, las preocupaciones cívicas y las perspectivas culturales (Dreyfus, 1998, p. 5).

235

El modo de concebir la vinculación no se encuentra desligado del modo de concebir la ciencia, que también ha experimentado profundas transformaciones. Siguiendo a Trench (2008), a lo largo del siglo XX y lo que llevamos del XXI se registra una tendencia creciente a una expansión y multiplicación del concepto de ciencia tomando en consideración variables como las relaciones con la sociedad, el rol del público y el modo de comunicación que se puede y debe producir entre ellos. Estas transformaciones que tienen lugar en la evolución de la concepción de la ciencia, del público y de la comunicación científica se articulan y son expresión de las concepciones filosóficas sobre la ciencia, que portan tácitamente modelos que estipulan cómo ella y el público pueden y deben relacionarse (Cuevas Badallo y Urueña López, 2019).

Con frecuencia “vinculación” y “transferencia” aparecen como sinónimos y se muestran intercambiables:

“Entendemos por procesos de Vinculación y Transferencia, a los contactos orientados que tienen lugar entre los productores y los usuarios de conocimientos; en los cuales median intereses y voluntades, para el acceso al conocimiento científico o bien resultan de procesos interactivos de cooperación” (Albornoz, citado en Corvalán, 2016, p. 33).

Sin embargo, no son lo mismo y presentan diferencias que merecen ser explicitadas. Al respecto Corvalán (2016, p. 33) afirma que “al realizarse una vinculación no necesariamente se lleva adelante una transferencia, pero se puede considerar entonces al primero como un concepto que engloba al segundo”. Así, la vinculación tecnológica sería el “vínculo que permite fundar en otro el conjunto de teorías y técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico” (Corvalán, 2016, p. 29).

Cada sistema social define para la ciencia un papel determinado de acuerdo con el programa político de esa sociedad, y en ese sentido la ciencia tiene una dimensión política y forma parte de la estructura social y “puesto que es uno de los sectores principales de la economía, tiene que adaptarse a su lugar en el Estado” (Ziman, 2003, pp. 6-7). De igual manera, la vinculación tecnológica porta una dimensión social que no necesariamente se encuentra reconocida en los ámbitos académicos y gubernamentales. Siguiendo a Konstantinos y Melpomeni (2011), la tecnología es a la vez mito y realidad: el mito es el moderno por excelencia que reduce la tecnología a técnica en el marco de un concepto de técnica completamente sesgado, modernista y tecnocrático. Para los autores la tecnología no puede reducirse a lo técnico, sino que es una construcción cultural que incluye aspectos culturales, sociales y políticos. Las tecnologías no son simples instrumentos técnicos, sino que tienen una dimensión simbólica. Están ligadas a representaciones, valores y prácticas sociales, es decir: a una cierta cultura. Las tecnologías constituyen un elemento estructural de la sociedad. No hay sociedades sin tecnologías como tampoco hay culturas que son pretecnológicas (Konstantinos y Melpomeni, 2011).

236

Entendemos entonces que la institucionalización de los STAN contiene diversos niveles y dimensiones de análisis, que hemos organizado en los siguientes ejes: a) normativa, procedimiento y naturaleza; b) su implementación en las UE; c) presupuesto y costeo mínimo; d) y su instrumentalización con organismos de financiamiento. Cada uno de estos elementos construye la matriz de poder desde la cual los STAN funcionan concretamente: aquello que se reglamenta, cómo se implementa, las condiciones que se fijan para elaborar los presupuestos y las dinámicas que se determinan con antes de financiamiento no son meros operadores técnicos neutrales, sino activas construcciones sociales que fijan las coordenadas cualitativas —en tanto resultado de relaciones sociales— de la actividad de vinculación. La metodología de análisis se basa en un estudio de casos y evidencias empíricas en dos UE del CCT-CONICET-Mendoza.

2. Institucionalización de los STAN

2.1. Normativa, procedimiento y naturaleza

Según la Resolución N° 1873-2011 de CONICET, mediante la que fueron creados, los STAN comprenden “actividades científicas tecnológicas como ensayos, análisis, cursos, capacitaciones, asesorías y consultorías institucionales, entre otras. Para la prestación de estas actividades, en todos los casos es utilizado el membrete institucional, y en la mayoría de los casos, es utilizado el equipamiento, la infraestructura, y los recursos humanos especializados de los Centros, Institutos y

Laboratorios dependientes del CONICET o relacionados con él. Estos servicios son brindados a otros grupos de investigación, instituciones públicas, empresas y a la comunidad en general, y por ellos se percibe una contraprestación dineraria, aunque excepcionalmente podrían realizarse a título gratuito, con la debida justificación del caso. Tienden a ser actividades estandarizadas y se brindan en condiciones similares, independientemente de quien las solicite”.

Administrativamente, el proceso de alta de STAN comienza por la solicitud de un investigador o un grupo de investigación a la OVT, pero el proceso está centralizado en la GVT y contempla las siguientes instancias:

1. La OVT elabora la planilla inicial (que incluye nombre, prestación, detalle y el responsable técnico de la oferta, además de un costo mínimo del servicio).
2. Carga en sistema en borrador.
3. Envío al responsable técnico y al director de la UE para revisión y aprobación.
4. Corrección de observaciones.
5. Envío al área de servicios de la GTV para revisión y aprobación o rechazo. En esta etapa las consultas u objeciones que se puedan presentar se relacionan por lo general con la posibilidad de que la prestación del servicio implique algún desarrollo factible de ser patentado.
6. Corrección de observaciones.
7. Aviso desde la OVT para que el director de la UE y el director del CCT carguen el servicio como “presentado” en el Sistema de vinculación Tecnológica (SVT).
8. Aviso desde la OVT a la GVT para que apruebe finalmente el servicio, asignando un código de STAN.

237

Este proceso puede demorar de siete a 30 días hábiles, dependiendo de las objeciones en cada instancia. Una vez que los STAN están habilitados en el SVT, el proceso para la prestación de un servicio contempla:

1. Elaboración de un presupuesto específico (costos, más porcentajes institucionales, más productividad de los investigadores).
2. Envío al demandante y aceptación.
3. Orden de facturación (se envía de la OVT a la UVT).
4. Se emite la factura, y en función de las condiciones de pago se ejecuta el servicio.

Este proceso puede demorar entre 24 a 72 horas hábiles. Los STAN son actividades factibles de formar parte de la oferta de servicios de índole institucional, no personal y de carácter estandarizado, no excepcional. Ejemplos de este tipo de servicios podrían ser un servicio de microscopía o un asesoramiento en remediación de suelos, entre otros. Debido al hecho de que se trata de servicios se brindan de manera repetitiva, el formulario de carga del STAN contempla la figura de un responsable técnico que ejecute la prestación sistemáticamente. Una vez aprobada la prestación del servicio

por CONICET, los STAN son las herramientas más ágiles del sistema, en términos administrativos, para dar respuesta a una demanda.

2.2. Implementación en las UE

La implementación del sistema de STAN en todo el CONICET presentó diferentes escenarios y, en términos generales, no se ajustó a un criterio unificado que promoviera la adopción estandarizada de las nuevas herramientas para la vinculación tecnológica. Abordaremos el análisis de las situaciones que se relevaron en los casos analizados tomando los siguientes criterios:

- *Titularidad*: en el caso del INAHE (cuyo personal aún pertenecía al INCIHUSA cuando se reglamentaron los STAN), los integrantes del instituto habilitados y con capacidades para realizar actividades factibles de ser ofrecidas como servicios solicitaron la conformación de STAN sin atender a una pauta coordinada de oferta tecnológica institucional, sino como indicador de “propiedad” sobre la temática o el área de conocimiento del servicio, al figurar ellos como responsables técnicos del mismo. Cabe mencionar que, si bien la reglamentación contemplaba la posibilidad de enumerar a otros investigadores que participen de la prestación, la falta de información al respecto y el peso del carácter simbólico de ser “titular” del servicio fue suficiente para generar esta competencia por la propiedad de los temas entre los investigadores. Asimismo, y de manera genérica, se puede agregar que, al día de hoy, no existen mecanismos de verificación que permitan determinar de forma directa qué persona efectivamente brinda la prestación de un determinado servicio, por lo que puede presentarse la situación de que el responsable del STAN no sea efectivamente quien lo ejecuta. Este es el caso en el que el director o la directora de la UE (criterio adoptado por la dirección del INCIHUSA) o de la línea de investigación figura como responsable de los STAN, pero estos son ejecutados por personal a su cargo, o el caso de becarios doctorales que con el aval de sus directores participan de manera parcial en acciones de transferencia que están en concordancia con sus temas de tesis, pero que no pueden dejar constancia de esto debido a la prohibición por parte de CONICET de que los becarios participen en STAN, invisibilizando acciones de transferencia que se efectúan en el marco del trabajo de sus tesis doctorales (recientemente CONICET autorizó la participación de becarios posdoctorales en STAN, pero para cobrar la ganancia económica generada por su trabajo deben adoptar el régimen monotributista, ya que la institución no ha generado mecanismos específicos para el pago de productividad a becarios).

- *Oferta*: la ausencia de un catálogo coordinado de servicios generó como consecuencia la creación de ofertas duplicadas. Como ejemplo, puede verse la similitud entre los siguientes servicios:

- | | |
|-------|--|
| ST813 | Dictamen técnico del impacto sobre la eficiencia energética edilicia, de las alteraciones a los indicadores urbanos de ocupación del suelo y edificación |
| ST814 | Monitoreo de la incidencia de los indicadores urbanos de ocupación del suelo y edificación, sobre la eficiencia energética edilicia |

- ST906 Iluminación de espacios: relevamiento, análisis y optimización
- ST907 Iluminación de espacios: relevamiento, análisis y optimización
- ST1039 Impacto energético y ambiental del uso de energías renovables

• *Pertinencia:* bajo este criterio podemos observar dos antecedentes. Por una parte, que algunos investigadores abrieron un abanico de STAN como respaldo administrativo para la prestación de servicios de carácter profesional, no científico-tecnológicas, entrando en muchos casos en competencia con profesionales del ámbito privado, externos a CONICET. Es el caso de los siguientes STAN:

- ST1035 Desarrollo edilicio urbano-sostenible. Diseño, evaluación y optimización: Diseño de sistemas y tecnologías. Factibilidad constructiva, económica y pliegos de licitación.
Diseño bioclimático de edificios
- ST1036 Desarrollo edilicio urbano-sostenible. Diseño, evaluación y optimización: supervisión en obra y/o dirección técnica de edificios bioclimáticos

Por otra parte, podemos mencionar el caso de una investigadora que propuso una actividad de vinculación con un ente estatal (el municipio de Lavalle, Mendoza) consistente en un programa a mediano plazo (tres años) que comprendía el desarrollo de distintas actividades en el marco de un proyecto integral. En esta oportunidad, frente a la dificultad administrativa para canalizar la vinculación como un convenio de asistencia (una figura que hubiera sido pertinente debido a las características de la vinculación), le fue aprobado un STAN a través del ICB:

239

- ST4890 Asesoramiento en hábitat cultural, turismo cultural y economía social en territorios rurales e indígenas

Este caso pone en evidencia cómo la figura del STAN es en ocasiones forzada para compensar las complejidades burocráticas que representa el uso de herramientas que, por su naturaleza, serían más adecuadas para comprender un programa que contiene actividades no estandarizadas o repetitivas y pueden sufrir modificaciones en el mediano largo plazo.

• *Gestión administrativa:* en este punto encontramos dos situaciones. Por un lado, la sobrecarga administrativa de gestionar la oferta de servicios que no serían efectivamente ejecutados desde el instituto (relacionado con la titularidad de los temas). Por otro, la generación de una oferta de servicio para realizar actividades de carácter excepcional, incluso anticipando que no se trataba de servicios repetitivos, pero asegurando de esta manera que los investigadores contarían con el registro de una herramienta de vinculación para ser cargada en el ítem correspondiente en el SIGEVA. Esto se puede observar en la especificidad de los siguientes STAN:

- ST1915 Incorporación de sistemas solares en sanitarios ambientalmente eficientes
- ST813 Dictamen técnico del impacto sobre la eficiencia energética edilicia, de las alteraciones a los indicadores urbanos de ocupación del suelo y edificación

Adicionalmente, encontramos una variable más en análisis de los STAN como un recurso de poder: una misma investigadora (perteneciente al área de influencia) presentó en 2017 tres propuestas de STAN que fueron rechazadas, sugiriéndosele que sume la actividad a algún STAN de los ya autorizados en otros institutos del CCT y dando lugar a que la actividad de vinculación quede canalizada por alguno de los institutos/UE, lo que acrecienta de forma artificial su propia capacidad de transferencia.

2.3. Presupuesto y costeo mínimo

Todos los STAN cuentan con una planilla de costos mínimos para su ejecución, que contempla entre sus ítems tanto Materia Prima, Reactivos, Material descartable, Insumos generales, Mano de obra CONICET, Mano de obra No CONICET, Amortización de equipos, Preparación de equipos, Mantenimiento de equipos, Viáticos y Movilidad, Gastos generales de Infraestructura y Otros, como los porcentajes de comisión institucionales de CONICET, Universidad y UVT (**Tabla 2**).

Si bien esta planilla establece el costo mínimo que debe tener un STAN para ser ejecutado (que debe ser actualizado al menos una vez al año debido a los índices inflacionarios del país), al momento de prestar un servicio la dirección del instituto o el responsable técnico tienen la potestad de definir un valor total superior en concepto de “productividad”, es decir: el beneficio económico para el equipo de trabajo. La Resolución N° 1873-2011 (**Tabla 2**) contempla esta situación en su primer anexo, definiendo los porcentajes para la distribución del valor total del STAN, correspondientes a los conceptos de comisiones, costos directos o indirectos y saldo a distribuir (la productividad).

240

Tabla 2. Tabla de distribución de porcentajes

ANEXO I

TABLA – RESÚMEN: DEDUCCIÓN DE COMISIONES, COSTOS Y BENEFICIO EN RELACIÓN A LA FACTURACIÓN

Ítem	Destinatario	STAN	
		Servicios (ensayos, análisis, etc.)	Asesoramientos institucionales (cursos, capacitaciones, asesorías y/o consultorías, etc.)
1) Comisiones (% sobre lo facturado)	CONICET	5%	5%
	UVT	5%	5%
2) Costos directos e indirectos	Unidad Divisional CONICET, Unidad Funcional Universidad o Grupo que lo afrontó	Valor neto calculado	Valor neto calculado
3) Saldo a Distribuir: Beneficio		TOTAL FACTURADO - ÍTEM 1) Y 2)	TOTAL FACTURADO (-) ÍTEM 1) Y 2)
Saldo a distribuir resultante del ítem 3)	Unidad Divisional CONICET, Unidad Funcional Universidad o Grupo que lo afrontó	Mínimo 40%	Mínimo 20%
	Personal CONICET y no CONICET	Máximo 60%	Máximo 80%

Fuente: Res. N° 1873, 2011 - Anexo 1.

Tal como está planteada la tabla de comisiones, costos y beneficios, al momento de realizar la distribución porcentual las comisiones de CONICET y UVT se definen sobre el total facturado, provocando un incremento del 10% en el precio de los productos contenidos en el ítem “Costos directos e indirectos”. Para ejemplificar lo antedicho podemos observar el siguiente caso:

Tabla 3. Ejemplo aplicado, tabla de distribución de porcentajes

ST907 Iluminación de espacios: Relevamiento, análisis y optimización			
Detalle: Relevamiento lumínico nocturno de canchas de hockey.			
Asesoramiento en recambio lumínico.			
UVT = 5%		3.000,00	
CONICET = 5%		3.000,00	
Costo mínimo		10.797,95	
Costos adicionales (Adquisición de base niveladora para sensor de iluminancia)		24.201,20	
Saldo a Distribuir (Productividad de los investigadores)		19.000,85	3.800,17 UE = 20%
			15.200,68 Inv. = 80%
Valor total Facturado:		60.000,00	

Fuente: elaboración propia.

La **Tabla 3** muestra el cuadro de distribución de un STAN que tiene un costo mínimo de AR\$ 10.797,95, una productividad de AR\$19.000,85 y un valor total facturado de AR\$ 60.000.

241

La diferencia entre el valor total facturado y la suma del costo mínimo más la productividad está dada por el ítem “Costos Adicionales” y por los porcentajes institucionales de la UVT (5%) y de CONICET (5%) sobre el total facturado. Es decir: al contemplarse el precio del bien de capital (en este caso, una base niveladora) dentro de la suma del total facturado, y al calcularse los porcentajes institucionales sobre ese valor final, su adquisición (o la adquisición de cualquier otro bien de capital o insumo) se verá afectada por un incremento del 10% del valor total facturado: en el ejemplo, AR\$ 30.201,2.

2.4. STAN y organismos de financiamiento

La Ley 23.877 de Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica habilitó la creación de las Unidades de Vinculación Tecnológica (UVT), que tienen como misión asistir a las empresas e instituciones en el desarrollo de proyectos que tengan como fin el mejoramiento de actividades productivas y comerciales y son “entes no estatales constituidos para la identificación, selección y formulación de proyectos de investigación y desarrollo, transmisión de tecnología y asistencia técnica. Representa el núcleo fundamental del sistema, aportando su estructura jurídica para facilitar la gestión, organización y gerenciamiento de los proyectos” (Art. 3ro de la Ley 23.877). En cumplimiento de una de sus principales funciones asignadas por ley, estas unidades administran los fondos provenientes de convenios, licencias, cesiones y otras fuentes por cuenta y orden de aquellas, a cambio generalmente de un canon o porcentaje sobre los montos administrados.

Por otra parte, los STAN se hallan sometidos a la Ley N° 20.464: “Estatuto de las carreras del Investigador Científico y Tecnológico y del Personal de Apoyo a la Investigación y Desarrollo” y a la Resolución N° 3386: “Reglamento de Becas de Investigación Científica Tecnológica del CONICET”, que prohíben o limitan la actividad comercial de los becarios e investigadores como autónomos. Es decir: frente a una solicitud de servicio, la institución podrá disponer del equipamiento, instalaciones y el trabajo de los investigadores para su ejecución, y de la articulación con una UVT para la gestión administrativa y el cobro por cuenta y orden de la productividad de los participantes. Este mecanismo, que limita la actividad comercial de los investigadores y obliga a que una institución intermedia (UVT) interceda como agente administrativo y de facturación, presenta incompatibilidades con las normativas administrativas de programas de algunos entes internacionales que financian a organismos del Estado a nivel provincial y nacional, así como entidades no gubernamentales y multilaterales tales como fundaciones. Cabe mencionar que los investigadores podrían prestar servicios de consultoría bajo la figura de “Asesoría individual” (Res. CONICET 1093/2007). Sin embargo, esta figura de carácter excepcional habilita a los investigadores a brindar consultoría a título personal, es decir: sin el aval de institucional de CONICET.

Para ejemplificar esta situación, podemos tomar el caso del Programa de Fortalecimiento de la Gestión Provincial Secretaría de Provincias, llevado adelante por el Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda, y financiado mediante el contrato del préstamo BID 3835/OC-AR, por un monto total de 141,2 millones de dólares en un plazo de cinco años. El “reglamento operativo del programa” especifica, en su inciso V - Mecanismo Fiduciario de Ejecución, que los consultores deberán rendir una “certificación de prestación de servicios, factura y recibo oficial conformado por el proveedor”. En la práctica, este requisito ha representado una barrera para la contratación de CONICET y de sus investigadores por medio de STAN, ya que como prestadores no pueden facturar de forma autónoma, y los servicios que brinden finalmente se facturan a través de una UVT por cuenta y orden del CONICET.

242

3. Discusión

Podemos distinguir varias situaciones que dan cuenta de las limitaciones que tiene el STAN en tres dimensiones: conceptual, institucional y operativa. Una primera limitación que consideramos fundamental es conceptual y metodológica, respecto a cómo se concibe la vinculación como sistema y como actividad, y en ello cómo se operativiza de manera reductiva a los STAN en tanto herramientas administrativas de formalización de la actividad de vinculación.

Siguiendo a Corvalán (2016, p. 29), el CONICET habla de “capacidades e instrumentos de gestión de la vinculación: STAN, asesorías, convenios, servicios a terceros”. Ahora bien, es necesario distinguir entre el STAN como actividad de vinculación y el STAN como actividad de gestión de la vinculación. “Vinculación” y “gestión de la vinculación” son espacios de interacción social diferentes que ponen en circulación saberes y actores diferentes. La “vinculación” como concepto constituye un espacio de producción de conocimientos y de proyección territorial de conocimientos para lo cual se requiere de gestiones y articulaciones interinstitucionales de diversa

índole (Katzer, 2020). La “gestión de la vinculación” constituye una actividad o conjunto de actividades orientadas a impulsar y promocionar oportunidades, servicios y convenios de aplicación con el fin de concretar y consolidar la vinculación como espacio institucional. En este sentido, los STAN operan como recursos administrativos, capacidades e instrumentos de vinculación, y —según los casos— pueden convertirse en recursos de gestión de la vinculación, pero no necesariamente, ni en todos los casos, porque compete sólo al organismo tecnológico-científico. En cambio, la actividad de vinculación compete a cualquier espacio de articulación interinstitucional donde se proyecten territorialmente conocimientos.

Respecto del aspecto institucional y operativo, hemos visto que pueden darse dos situaciones opuestas: la conformación de STAN para institucionalizar actividades de vinculación acotadas y estandarizadas posibles de instrumentalizarse en diferentes contextos y momentos, cada vez que sea requerida esa actividad; y la inversa, acudir a asesorías y convenios para institucionalizar tareas que el STAN por sí solo no puede contener, en tanto es estandarizado y limitado respecto a dinámica de actividades. Este último es el caso de proyectos de mediano plazo, con etapas definidas, actividades dinámicas con productos a entregarse.

Si bien los STAN son las herramientas más ágiles del sistema en términos administrativos, su implementación en diversas UE de CONICET tuvo peculiaridades no previstas, generando consecuencias institucionales, profesionales y administrativas para los integrantes del sistema científico. En primer lugar, el alta de ofertas tecnológicas devino en un proceso administrativo lento, debido a su gestión centralizada en la GVT y a la existencia de instancias de control intermedias prescindibles de los CCT, las UE y hasta el personal CIC o CPA, derivando en tiempos de respuesta demasiado largos para atender por primera vez a potenciales demandantes. En segundo lugar, los STAN no comprenden la naturaleza de algunas actividades de vinculación que se hacen desde la institución, desconociendo las particularidades de las diferentes áreas de conocimientos y omitiendo distintos perfiles de RRHH involucrados en su ejecución. En tercer lugar, por sus características, algunas de las ofertas existentes contemplan la práctica profesional como actividad de transferencia, avanzando sobre el mercado y generando competencia desleal con el sector privado.

Esto se suma a que, en la medida en que los STAN constituyen prestaciones institucionales, pueden representar un elemento invisibilizador de actividades de vinculación que tanto investigadores como becarios realizan en conjunto con otros actores sociales o productivos, tergiversando los indicadores de producción individuales en instancias posteriores de evaluación de CONICET. Por un lado, porque desconocen las acciones de vinculación que los becarios efectúan en lo concreto como parte del trabajo de sus tesis doctorales, debido a las restricciones propias de la figura del STAN, que no contempla la participación de becarios en la prestación de servicios: tareas de recolección y análisis de datos, y elaboración de informes, entre otras. Por otro lado, la política de comisiones de CONICET desestimula la prestación de servicios institucionales cuando es el investigador quien propicia la vinculación por iniciativa propia (merced al proceso singular y creativo de su tarea, su capital social, etc.), ya que el esfuerzo que realiza no sólo se ignora o desvaloriza, tanto en instancias de evaluación como ante sus pares investigadores, sino que es sometido a

una plusvalía por parte de la propia institución. Esta situación deriva en que gran parte de las acciones de vinculación que realizan RRHH de CONICET sean canalizadas a través de cooperadoras universitarias, en los casos en los que el investigador pertenece a un instituto de doble pertenencia, o que sea ejecutada y facturada directamente por vías informales.

Vale destacar que la premisa de asignación de un responsable técnico a la figura de STAN promueve la prestación de servicios de forma individual, generando una errónea percepción de propiedad sobre las temáticas y profundizando diferencias profesionales y personales entre investigadores, grupos y líneas de investigación, y tendiendo a dar respuesta a las demandas de manera sesgada a causa del no involucramiento de todos los investigadores necesarios para la resolución de un problema.

Conclusiones

A partir de la evidencia empírica y los casos expuestos, podemos señalar que solo a través de operaciones de poder la actividad científico-tecnológica puede convertirse en parte de la oferta de servicios de la institución y, por lo tanto, ser consideradas actividades de vinculación. Las reglamentaciones forman parte de la institución y en tanto “reglamentaciones” son instrumentos jurídico-políticos que delimitan su legitimidad y eficacia.

244

Tal como está concebida y como opera, la figura del STAN es una categorización que se otorga a ciertas actividades del quehacer científico, que, a pesar de poseer una definición clara otorgada por resolución, en la práctica es habilitada en base a criterios encriptados, en los que interactúan un conjunto de vectores de poder que ejercen una serie de actores no especificados al atribuirse la potestad de decidir qué debe ser considerado como vinculación y qué no. Asimismo, el STAN es calificado como un servicio institucional y no una praxis propia de la actividad creativa del investigador. Sin embargo, en los hechos los STAN se presentan innumerables veces como la concreción de largos procesos de construcción propios de la singular carrera de cada investigador e investigadora. Esto muestra que, además de la invisibilización de dicho proceso singular, el esfuerzo de la generación de la vinculación queda desplazado, quedando el investigador cooptado por la forma institucional, ya que tanto desde lo conceptual como desde lo formal e institucional la vinculación “la hace” el CONICET. Esta situación nos permite introducir tres lecturas adicionales. Por un lado, se evidencia que las UE acrecientan sus capacidades de transferencia sobre la base de capitalizar las iniciativas de los investigadores, a los que luego no les es reconocido el trabajo específico que conlleva la tarea de vinculación, más que como un ítem a completar en el SIGEVA, y cuyo peso dependerá del valor que decida otorgarle la comisión evaluadora pertinente.

En este sentido, las actividades de vinculación se ven despreciadas frente a la hegemónica práctica de publicación de resultados, para la que existen criterios de evaluación estandarizados. Por otro, y en relación con lo anterior, se produce una

tergiversación del diálogo interinstitucional: el CONICET tiende a anular al investigador como interlocutor, ya que se espera que todo el proceso formal de la vinculación sea iniciado, negociado y administrado por el referente local de vinculación o incluso centralizado en la GVT, cuando en los hechos, para el contratante, gran parte de las veces el referente visible y su persona de confianza es el investigador o la investigadora. Por último, el escaso reconocimiento de la vinculación como actividad constitutiva de la práctica científica, tanto en términos formales en las instancias de evaluación de la labor científica como en términos económicos reflejados en la división de porcentajes que prevé sólo retenciones monetarias y carece de cualquier tipo de incentivo, repercute en la comunidad científica generando reticencias en el uso de herramientas y canales previstos por la institución, habilitando un “flujo paralelo” de actividades conjuntas entre investigadores y actores del sector socioproductivo.

Sumado a esto, y desde una perspectiva estrictamente operativa, cabe remarcar que la figura del STAN no tiene validez contable frente a organismos internacionales debido a su mecanismo de facturación por cuenta y orden de UVT, haciendo imposible la contratación directa de servicios del CONICET por parte del sector público, que cuenta habitualmente con subsidios del BID para la ejecución de proyectos. Esto origina una situación de incompatibilidad en la que el Estado no puede disponer del conocimiento generado por él mismo, resultando en un escaso aprovechamiento de las capacidades y recursos, y fomentando la tercerización de servicios a través de consultoras privadas abocadas a la gestión y no a la generación de conocimientos, cuyo fin es la generación de dividendos.

Finalmente, si bien los STAN son utilizados como herramienta administrativa, constituyen una construcción sociocultural en el sentido de que engloban y se ejecutan de acuerdo con patrones, valores y representaciones simbólicas determinadas. En este sentido, consideramos que no han sido instrumentos idóneos para cubrir el espectro de situaciones de vinculación o transferencia que tanto investigadores como profesionales de apoyo llevan adelante en su práctica cotidiana, requiriendo muchas veces trocar sus alcances, motivo por el que no han sido completamente adoptados por los y las investigadoras.

245

Bibliografía

Corvalán, R. E. (2016). Vinculación y transferencia. Su significado y alcances. *Extensionismo, innovación y transferencia tecnológica, Claves para el desarrollo*, Vol. 3. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.30972/eitt.302771>.

Cuevas Badallo, A. y Uruña López, S. (2019). Públicos y actores en la democratización de la actividad científica. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS*, 14(42), 9-29.

Dreyfus, A. (1998). Science, technologie et société: un nouveau domaine d'enseignement? *La lettre de l'OCIM*, 58, 3-10.

Katzer, L. (2020). Políticas públicas y juventudes rurales e indígenas: una experiencia de etnografía colaborativa con el Municipio de Lavalle. *Revista Argentina de Juventud*, 14. Recuperado de: <https://doi.org/10.24215/18524907e032>.

Lundvall, B. A. (1992). *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. Londres: Pinter Publishers.

Nelson, R. R. (1993). *National innovation systems: a comparative analysis*. Nueva York: Oxford University Press on Demand.

Molas Gallart, J., Castro Martínez, E. y Fernández De Lucio, I. (2008). *Interface Structures: Knowledge Transfer Practice In Changing Environments*. INGENIO (CSIC-UPV) Working Papers Series, 2008-4.

Malizia, A. I., Sánchez-Barrioluengo, M., Lombera, G. y Castro-Martínez, E. (2013). Análisis de los Mecanismos de Transferencia Tecnológica entre los Sectores Científico-tecnológico y Productivo de Argentina. *Journal of Technology Management & Innovation*, 8(4), 103-115.

Fernández De Lucio, I., Castro Martínez, E., Conesa Cegarra, F. y Gutiérrez Gracia, A. (2000). Una visión crítica de las relaciones universidad-empresa: el papel de las estructuras de interrelación. En Fundación Empresa Universidad de Granada (Ed.), *La universidad y la empresa: claves para una relación innovadora*.

246

Trench, B. (2008). Towards an analytical framework of science communication models. En J. Metcalfe, D. Cheng y S. Shi (Eds.), *Communicating science in social contexts*, Springer (119-135).

Valero Matas, J. A. (2006). Responsabilidad social de la actividad científica. *Revista Internacional de Sociología*, LXIV(43), 219-242.

Vryzas, K. y Tsitouridou M. (2011). Technologie, culture et éducation. *Synergies Sud-Est européen*, 3, 15-34.

Ziman, J. (2003). *Ciencia y sociedad civil*. Segoría, 28, 5-17.

Fuentes

Decreto 310/2007: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas Estructura organizativa. Buenos Aires, 29/3/2007.

Resolución N°1873-2011 de CONICET: Creación de los Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STAN).

Ley 23.877: Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica.

Ley N° 20.464: Estatuto de las carreras del Investigador Científico y Tecnológico y del Personal de Apoyo a la Investigación y Desarrollo.

Resolución N° 3386: Reglamento de Becas de Investigación Científica Tecnológica del CONICET.

BID 3835/OC-AR: Reglamento Operativo-PFGP.

Diario El Litoral: Entrevista a Javier Lottersberger, secretario de Vinculación y Transferencia Tecnológica de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), 31/10/2019.

Cómo citar este artículo

Ferrón, L. y Katzer, L. (2021). Los Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STAN) como recursos de vinculación del CONICET. Alcances y limitaciones. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS*, 16(48), 229-247.

**Muros: orden matemático y ontología del desorden.
Reflexiones sobre el legado de Alexandre Grothendieck ***

**Paredes: Ordem matemática e ontologia da desordem.
Reflexões sobre o legado de Alexandre Grothendieck**

***Walls: Mathematical Order and Ontology of Disorder.
Reflections on the Legacy of Alexandre Grothendieck***

Domingo Fernández Agis y Jabel A. Ramírez Naranjo **

La matemática ha buscado en sus orígenes dotar de expresión formal a la presencia de un orden subyacente al caos. Cuando no ha encontrado o no ha logrado formalizar regularidades subyacentes, ha creado recursos formales para permitirnos habitar el desorden. ¿Qué ha aportado la irrupción de la tecnología computacional en esas estrategias? El legado de Alexandre Grothendieck.

249

Palabras clave: epistemología; computabilidad; racionalidad; esencia; matemáticas

A matemática originalmente procurou dar expressão formal à presença de uma ordem subjacente ao caos. Quando não encontrou ou não formalizou regularidades subjacentes, criou recursos formais que nos permitem habitar a desordem. O que o surgimento da tecnologia de computador contribuiu para essas estratégias? O legado de Alexandre Grothendieck.

Palavras-chave: epistemologia; computabilidade; racionalidade; essência; matemática

In its origins, mathematics has sought to give formal expression to an order underlying chaos. When it has not found it or has failed to formalize underlying regularities, it has created formal resources to allow us to inhabit disorder. What has the emergence of computer technology contributed to these strategies? The legacy of Alexandre Grothendieck.

Keywords: epistemology; computability; rationality; essence; mathematics

* Recepción del artículo: 03/01/2021. Entrega de la evaluación final: 07/04/2021.

** *Domingo Fernández Agis*: Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia, Universidad de La Laguna (ULL), España. Correo electrónico: dferagi@ull.edu.es. *Jabel A. Ramírez Naranjo*: Grupo de Investigación Social en Innovación, Universidad de La Laguna (ULL), España. Correo electrónico: jabel.ramirez.82@ull.edu.es.

“Sin consideración, sin piedad, sin pudor
en torno mío han levantado altas y sólidas murallas.
Y ahora permanezco aquí en mi soledad.
Meditando en mi destino: la suerte roe mi espíritu;
tanto como tenía que hacer.
¿Cómo no advertí que levantaban esos muros?
No escuché trabajar a los obreros ni sus voces.
Silenciosamente me tapiaron el mundo”
Konstantin Kavafis

“*Wir müssen wissen, wir werden wissen*”¹
David Hilbert

Introducción

La razón matemática es profundamente humana, pues es expresión del deseo de comprender el orden subyacente a la realidad percibida. Su soporte y configuración hacen pensar en lo que nos aleja de lo concreto, pero no es así, pues en ella nos encontramos con lo que más puede acercarnos a lo próximo que, sin embargo, por los recursos más comunes que se ponen en uso en el pensar, nos parece lo más lejano.

250 Mostrar la proximidad real del álgebra a la geometría como hizo Alexandre Grothendieck es un excelente ejemplo de lo que antes decíamos. Si la expresión algebraica se funde con la expresión geométrica es porque los pasos decisivos que él nos enseñó a dar nos permiten mirar por encima de los muros que canalizan el pensar. No hay mayor sensación de libertad que aquella que se deriva de la amplitud de la mirada. La razón matemática muestra que el más claro límite deriva del limitar.

En efecto, la operación de la abstracción, que constituye el fundamento principal de la matemática, actúa mediante un alejamiento de los objetos que permite que puedan ser abarcados, en conjunto, con la mirada. Es la distancia, que se impone en la visión intelectual a los rasgos particulares de cada ente real, la que a la postre posibilita que pueda percibirse lo común entre lo diverso y, por tanto, escindir las características universales que se encuentran entremezcladas en la multiplicidad de lo concreto. Es una operación, en cierta manera, opuesta al logos clásico, que buscaba clasificar y ordenar la realidad a través de la separación de los rasgos particulares presentes entre lo informe de lo homogéneo e indiferenciado.

La operación abstractiva, que da nacimiento al saber científico basado en conceptos universales e incondicionados expresados en un sentido aristotélico mediante la forma, cuando es llevada al más alto grado de sus posibilidades, a una generalidad en la búsqueda de lo común en lo diverso —que tendría como límite la unidad de lo real—, causa como contrapartida una pérdida de la conexión con la realidad misma de lo experimentable: es la osamenta vaciada de pulpa, de cualquier indicio

1. “Debemos conocer, y conoceremos.”

de materialidad. Su poderosa estructura fuerza al pensamiento a avanzar bajo la dirección que marca el discurrir entre los muros que erige, mostrando como ajenos entes que en la naturaleza pueden llegar a estar fuertemente vinculados. Los muros que construye mediante las conexiones de conceptos devienen murallas que, en su función de bastión contra lo irracional, lo arbitrario y lo singular, provocan también una enajenación del pensamiento. Es, por tanto, labor de suma importancia la construcción tanto de arcos entre muros que comuniquen las estructuras epistemológicas como de pórticos que abran y atraviesen determinados constructos, y también de bulevares donde se permita la circulación del pensamiento en plena libertad, sin temor a una pérdida de su legitimidad y de su rigor.

Por último, no debería pasar inadvertido otro peligro que subyace a la construcción de muros: la aparición del laberinto. No en pocas ocasiones, el despliegue y la subsunción de estructuras abstractas conduce, si somos capaces de percibirlo, a la figura del laberinto. Tal y como su etimología indica, un laberinto es un artificio que se despliega en el interior de sí mismo. Es la obra de un ente que elige desarrollarse hacia su propia interioridad en lugar de establecer vínculos con el exterior, dando lugar en su disposición estructural a una maraña de elementos que se cruzan y envuelven hasta provocar la confusión y el extravío de aquél que se adentre en él. La dinámica constructiva de las estructuras matemáticas que siguen el método axiomático puede llegar a presentar las características de un laberinto formalizado; en efecto, el repliegue sobre sí misma de cada área de la matemática pura y el encadenamiento estricto de enunciados cada vez más específicos y alejados de otras partes de la propia matemática, llegan a investir al edificio conceptual de una complejidad en la que es fácil perderse y que requiere, para que pueda estar dotado de firmeza epistémica, que se busquen vías de comunicación con otras áreas de la matemática. Sería posible realizar una analogía entre los laberintos matemáticos y los arquitectónicos. Umberto Eco, en "Apostillas a *El nombre de la rosa*" (Eco, 1985, pp. 60-62), identifica tres clases de laberintos diferentes: el laberinto clásico o de Teseo, el laberinto manierista y el laberinto rizomático. El primer tipo de laberinto sería tal que no habría posibilidad de extraviarse, puesto que la entrada se comunica con la salida de forma directa mediante el hilo de Ariadna. Su desafío radica en enfrentarse a lo que ineludiblemente encontraremos en el centro. El laberinto manierista, sin embargo, se caracteriza porque su finalidad es provocar la pérdida en su interior. Posee una sola salida y multitud de caminos. Por último, estaría el laberinto rizomático, en el que cualquier camino puede conectarse con cualquier otro y, por tanto, no posee una estructura espacial definida, ni centro, ni límites, ni salida.

La analogía entre estructuras matemáticas y la tipología de los laberintos reseñada es clara: el laberinto de Teseo es la estructura clásica de representación del formalismo axiomático, en la que se debe cumplir el ideal del encadenamiento deductivo perfecto entre enunciados. En esta estructura, que se basa en la creencia en la existencia de la verdad matemática pura, el tránsito entre axiomas y conclusiones viene sobredeterminado, así como estaba prefijado el camino entre la entrada y el centro del laberinto. Es un ideal peligroso, porque en el centro siempre hay un minotauro representado por la desvinculación entre la técnica formalista y el pensamiento. Lo cual transformaría a las leyes formales en puros y ciegos automatismos.

En el laberinto manierista, empero, no existe la certeza, solo lo aproximadamente verdadero o lo probable. Su peligro no consiste, como en el anterior, en la existencia de un monstruo que nos aguarda en forma de verdad monolítica y anquilosada, desconectada de toda noción ajena a sus premisas, sino precisamente en la incapacidad de encontrar una salida y morir vagando por sus corredores. Esto es, en la ramificación y disgregación de los problemas sin lograr la culminación en ninguno de ellos. Ejemplos de este fenómeno serían las conjeturas y los planteamientos sin solución analítica o exacta.

Por último, el laberinto rizomático tendría su paralelismo en la matemática que elude la cristalización en una estructura per se. Pura fluidez, puro hacer pragmático, en el que se llegan a contravenir leyes que en la primera clase se consideran ineluctables, pero que en la estructura del rizoma llegan a adquirir una cualidad de superfluidad. El rizoma, en determinadas circunstancias, puede adoptar la estructura temporal de raíz, y entonces estar relacionado con el laberinto manierista de lo aproximado y lo probabilístico. Suele ser el caso de las matemáticas aplicadas, donde ni se puede obtener la certeza, ni se escatima la innovación epistemológica allí donde sea necesaria, aun a costa de la contravención de los procedimientos clásicos.

La tecnología computacional ha supuesto, sin duda, la emergencia de nuevas posibilidades jamás avizoradas. La amalgama de las capacidades de la máquina con la aritmetización del análisis ha producido, más allá del consabido incremento exponencial de la potencia de cálculo, la reordenación de gran parte del edificio conceptual de la matemática. Efectivamente, constreñido entre los límites de la eficiencia y el coste computacionales, se encuentra el modelo algorítmico de pensamiento. El algoritmo ha introducido una nueva cualidad matemática denominada recursividad. Mediante ella, la inferencia paso por paso, propia del método axiomático que nos condenaba al primer laberinto, deja de tener tanta importancia y cesa de constituir la única fuente de aseguramiento de la aproximación a la verdad matemática. El algoritmo permite que la verdad no proceda solamente por intensión, sino que más bien comience a hacerlo por extensión, tomando como origen de lo cierto la proyección epistémica que genera la totalidad del algoritmo cuando se ejecuta en un computador.

Esto significa que el segundo laberinto puede ser completamente reconstituido, ya que la aritmética en punto flotante permite que la operación de la aproximación deje de ser una entelequia condenada a la incertidumbre, y que, mediada por nuevos conceptos matemáticos como los de la estabilidad y la convergencia, pueda asentarse como un recurso totalmente válido.

La nueva perspectiva que se abre con ello impulsa la irrupción de modelos de la realidad física, del espacio y el tiempo, en la configuración del hacer matemático; lo cual permite que la concepción rizomática de la matemática también acontezca en el horizonte de posibilidades. Un hacer matemático sin jerarquías claras, con la preponderancia del pragmatismo finalista, y en el que el método del ensayo y error, practicado de forma inteligente, se hace absolutamente legítimo.

Todo lo anterior sin duda modifica el mapa de las regularidades subyacentes en el modelo abstracto de la realidad que constituye la matemática, ampliándolo y haciéndolo aún más complejo con la aparición de nuevas categorías epistémicas.

Muros: orden matemático y desorden matematizable

No constituye en absoluto una muestra de originalidad intelectual el intento de vincular la estructura de las formas más abstractas de conocimiento con el orden interno del conocimiento mismo. Cuando se ha hablado de conocimiento puro, para referirse a dichas formas se pensaba ante todo en que la carencia de contenidos materiales concretos, vinculaba necesariamente tales configuraciones con la dimensión esencial del conocer y de la realidad misma. No en vano, para Kant, en el ámbito de la lógica, la pregunta esencial es: “¿cómo se conocerá el entendimiento a sí mismo?” (Kant, 2002, p. 51).

Todo ello pondría de relieve el carácter ridículo que tiene todo empeño en limitarse a utilizar el lenguaje religioso o metafísico, para intentar decir lo que se tendría que llegar a expresar con respecto a lo impensado y lo impensable. Sin duda, ese empeño encierra en sí la más grande de las utopías imaginables, pero el resultado del aludido enfoque sería vergonzante y ni tan siquiera nos conduciría a la entrada del laberinto.

Para evitar, al menos en parte, la confusión que esa aproximación a la mística genera, sería preciso aprender a pensar sin palabras o, cuando menos, recordar cómo se piensa sin el apoyo de un código lingüístico de uso común. Sin embargo, pocas vías conducen de una forma más directa a la frustración. Tras vivir tal experiencia, habría que tener el valor de permanecer callado el mayor tiempo posible.

253

Recordemos que la tesis de Church-Turing sostiene que todo problema efectivamente calculable o decidible es, asimismo, computable por una máquina de Turing. De igual forma, todo problema computable por una máquina de Turing es igualmente calculable por un método efectivo o decidible. Sin embargo, esta estimulante tesis es indemostrable al relacionar una noción y un concepto de condición dispar. No obstante, puede considerarse como una hipótesis plausible.

Por su parte, el teorema de Löwenheim-Skolem sostiene que, si un conjunto de fórmulas cualesquiera es simultáneamente satisfacible en cualquier dominio no vacío, entonces es simultáneamente satisfacible en un dominio enumerable. El corolario que parece desprenderse del Teorema de Leopold Löwenheim y Thoralf Skolem es la eliminación de la posibilidad de aplicar el concepto de satisfacibilidad a un conjunto infinito. Con ello quedaría justificado el postulado que sostiene que la operación de la razón no es completamente matematizable. Esta conclusión debería impulsar un replanteamiento de la actividad filosófica y no solo promover una reinterpretación de la potencia real de cálculo que tienen las ciencias formales.

A su vez, el teorema de la compacidad nos dice que, si tomamos un subconjunto finito de fórmulas de un conjunto infinito, y comprobamos que ese subconjunto de fórmulas es satisfacible, entonces podemos concluir que todo el conjunto infinito lo

es también. Como sucede a menudo en otros procesos demostrativos, aquí el paso a la conclusión se realiza mediante inducción semiótica. En efecto, el teorema de la compacidad sería inconcebible sin tomar como base la idea de la homogeneidad estructural de las fórmulas del sistema. Si se toma en consideración la existencia del azar, se entiende desde la perspectiva enunciada que éste no debe afectar a la estructura del cálculo ni a sus elementos básicos.

Podríamos pensar qué clase de infinito es ése al que se alude, que es representado a partir de un esquema lineal y se mueve siempre en una dirección exclusiva y excluyente. Frente a ello tendríamos que pensar en la distancia que existe entre el algoritmo y el cálculo efectivo. De igual manera, tendríamos que concluir que, si ese infinito es numerable, lo es porque pueden enumerarse sus elementos, en la medida en que tal conjunto es resultado de la sucesión constante y continua de ellos. Por eso no es más que una línea en el horizonte y podríamos, incluso, interrogarnos sobre su carácter imaginario. En efecto, tal vez lo sea, como lo son también otras líneas de fuerza de nuestro conocimiento del mundo.

El impulso a conocer orienta nuestra mirada, pero antes de mirar nos decimos a nosotros mismos que vamos a hacerlo. Así, mientras sin palabras afirmamos eso, sucede lo que queríamos mirar sin que llegemos casi nunca a verlo. Tan solo vemos nuestro deseo de ver, escrito en el sombrío muro del lenguaje. Una idea análoga la encontramos en la obra de Michel Foucault, *El pensamiento del afuera* (2014), donde reflexiona sobre la aparición, en el lenguaje propio de la literatura, de un movimiento de alejamiento de sí mismo basado en la materialidad del lenguaje y en el trazo de un límite entre el interior y el exterior del discurso. Nos dice en tal sentido que:

“... un tránsito al afuera del lenguaje escapa del modo de ser del discurso —es decir, a la dinastía de la representación—, y la palabra literaria se desarrolla a partir de sí misma, formando una red en la que cada punto, distinto de los demás, a distancia incluso de los más próximos, se sitúa por relación a todos los otros en un espacio que los contiene y los separa al mismo tiempo” (Foucault, 2014, p. 12).

Lo expresado en la cita precedente describe aquellas modalidades del discurso en las que el lenguaje no se identifica consigo mismo, buscando un punto de máxima actualización, sino, por el contrario, se aleja de sí mismo todo lo posible al salir a una exterioridad de un espacio neutro y vacío. En este “fuera de sí mismo” desvela su propio ser (Foucault, 2014, p. 12).

Si adoptamos un punto de vista análogo en el ámbito del saber matemático, veremos que a través de la identificación de muchas de sus características epistémicas podemos identificar un movimiento similar al del lenguaje entre el exterior y el interior, como en la separación provocada en un territorio por la presencia de un muro. Algunas de estas características son: una estructuración abstracta conectada a un orden interior del conocimiento vaciado de toda materialidad, una determinación de su decidibilidad por medio de la aplicación de esquemas generales de la computabilidad,

una imposibilidad de la aplicación del concepto de satisfacibilidad en conjuntos infinitos, junto a la posibilidad paradójica de prolongar enunciados satisfacibles por inducción semiótica entre subconjuntos finitos y conjuntos infinitos, señalando así el carácter homogéneo de las estructuras de un sistema. También serían características una opacidad epistémica entre el encadenamiento de enunciados, especialmente los de carácter algorítmico, y una capacidad de generación de nuevas estructuras desnaturalizadas respecto de sus predecesoras.

Si prestamos atención, comprenderemos que en todas ellas se revela un juego dialéctico entre partes situadas en posiciones de distinto nivel topológico que parece establecer relaciones de concordancia, equivalencia o proximidad entre entes procedentes de dichos niveles. Por tanto, no es descartable un origen dialéctico para la demostración matemática.

“El logos es un arma de destrucción, el laberinto de la razón sólo aparentemente es un edificio. Este período primitivo de la dialéctica, cuyos artífices han caído en el olvido, ha construido sus profundos senderos anudando universales y palabras; luego de repente aparece alguien que en los flancos de aquellas galerías descubre aperturas, pasajes cada vez más numerosos, hasta el punto de que las paredes se revelarán inconsistentes. Es el demonio deductivo quien lo lleva a cabo, quien une abstracciones en dirección descendente, abarcando sinópticamente todos los presupuestos. La culminación de la dialéctica es así la demostración, pero el ímpetu juvenil, con el que esta fue inventada, violentamente aplicada y agotada — como por una sed devoradora— en todas sus confluencias, la vació rápidamente y mostró su carácter destructor; por consiguiente, cuando el arte dialéctico aparece por primera vez a plena luz, su parábola está ya en el apogeo” (Colli, 1996, pp. 224-225).

255

La razón es para Colli un laberinto cuyas paredes dialécticas han sido horadadas hasta el punto de volverse inconsistentes. Todo ello por causa de un uso desmesurado y violento de la deducción durante los prolegómenos griegos de la operación dialéctica sobre el logos. Entendemos por deducción la búsqueda de relaciones entre enunciados cuyo nivel de certeza —el de las relaciones— es superior al de los términos que pone en conexión. Como consecuencia, se producirá una serie de encadenamientos de certeza siempre creciente prolongados hasta un límite absoluto e inalcanzable. Esta ansiedad por abarcar sinópticamente todos los presupuestos convierte a la razón en su propio verdugo. Sin embargo, por medio de esta destrucción de un orden emergente podemos coagular esa relación entre dialéctica y deducción, llegando a estar seguros de que esas dimensiones de exterioridad e interioridad son puramente genéticas para las matemáticas. Finalmente, todo procede de la necesidad originaria del establecimiento de un orden que conduzca a la armonía en las estructuras matemáticas, puesto que, haciendo referencia a las sabias palabras de Filolao, podemos afirmar que “las cosas similares y de la misma índole no tienen necesidad alguna de armonía, pero aquellas que son desemejantes y de índole y orden diferentes requieren que se las encierre juntas bajo llave con una armonía capaz de contenerlas en un orden” (VV.AA., 1986, p. 133).

Siguiendo con la idea del muro como separación, es pertinente observar que, contemplado desde cierto ángulo, un muro revela, al mismo tiempo, que es un factor de aislamiento y un objeto de una insospechada materialidad, a pesar de su extraña evanescencia, pero también un objeto que tiende a separar y separarse de su entorno. Visto frontalmente, un muro proporciona una impresión de solidez y continuidad, haciéndonos creer que hay toda una construcción que se prolonga y mantiene en pie tras él. Pero tal vez no haya nada tras él, siendo entonces el muro la fachada que oculta un vacío, una carencia. Pese a ello, en el muro puede inscribirse un signo de salvación, ya que el muro también puede representar la continuidad y, a la vez, la ruptura del tiempo. Por ejemplo, el muro en ruinas ilustra la idea de una separación que el tiempo está en trance de borrar. El muro puede asimismo representar la inesperada y fresca solidez de una separación fraguada siglos atrás.

Es difícil, entonces, de soslayar la visión del muro en su solidez como un límite que puede tanto protegernos de un vacío exterior como impedirnos el acceso a un contenido interior. Lo importante de esto no es la materialización de una de las dos casuísticas, sino la incapacidad de conocer en cuál de los dos casos nos encontramos. Por tanto, lo que constituye una cuestión muy relevante es la patente imposibilidad que se elabora a partir del concepto de límite: el impedimento de pasar al otro lado. Limitar el número de posibilidades equivale a forzar el seguimiento de los caminos dados. El muro debe la naturaleza de la trama que lo hace posible a su existencia como límite y a su poder generador de exclusión.

256

Precisamente en matemáticas, el límite es, recogiendo una idea expresada por Weil (2001), ese punto que tarde o temprano está condenado a tropezar con una imposibilidad que obligará al nacimiento de nuevas nociones. El suceso del nacimiento es completamente imprevisible, y los puntos en donde se producen concentran armonía y belleza. Son los puntos armónicos (Weil, 2001, p. 726). Los muros de las estructuras matemáticas, que en sus comienzos fueron erigidos como trama de relación de las regularidades de la realidad, también encerrarían en sí mismos esos puntos que nos permitirían saltar de un sentido a otro aparentemente alejado, funcionando como herramientas para proporcionar orden allí donde en apariencia solo hay espacio vacío y caos. La clave de esos saltos, de esos puentes de los que hablamos en un principio, que impedirían vagar eternamente por el laberinto, se encuentra en la belleza.

Para Weil, la belleza en las matemáticas se caracteriza por varias líneas abiertas. La primera sería la presencia de una cierta resistencia al movimiento formalizante, tanto en dirección ascendente como en dirección descendente de los encadenamientos lógicos. La segunda, y la más enjundiosa, sería la manifestación de concordancias misteriosas tanto dentro de las propias matemáticas como en relación con el mundo sensible, y también con las verdades trascendentes. Esto explicaría que “mediante las matemáticas, las verdades trascendentes presenten sus símbolos en las mismas necesidades mecánicas que rigen la materia. De ahí también que la belleza matemática conduzca a la noción de Orden del Mundo” (Weil, 2001, p. 736).

La belleza surge en este ámbito el efecto de introducir armonía entre elementos que podrían ser considerados heterogéneos. La trascendencia y la *physis* se relacionan con la matemática por medio de estos lugares, estos *topos atopos* que comunican

los muros y trascienden los límites impuestos, dando paso a nuevas estructuras de materiales y técnicas constructivas diferentes.

Es innegable que la forma de relación entre la *physis* y la matemática pasa por las técnicas computacionales. La recursividad y la verdad aproximada que caracterizan a las operaciones del computador, dan la entrada en la *physis* al mundo de la abstracción matemática. En efecto, como se dijo en la introducción, no es que simplemente el mayor poder de cálculo haya facilitado la resolución de modelos complejos a los que la mente humana difícilmente podría tener acceso, sino que los contenidos epistemológicos que aporta el computador permiten una nueva relación entre la abstracción y lo material concreto. Los símbolos tienen ahora conexión estrecha con los entes físicos, lo cual culmina en la emergencia de la representación de sistemas reales. El computador y la matemática computacional nos permiten representar en tiempo real la evolución de un fenómeno físico: una tormenta, por ejemplo. Es decir, podemos observar con los sentidos dichos fenómenos en desarrollo. Eso jamás podría haber ocurrido a través de cálculos humanos, incluso aunque estos fueran mejorados.

El computador introduce nuevas propiedades semánticas en las matemáticas, puesto que otorga un significado representacional a la construcción simbólica. Los símbolos que, combinados entre sí, producían estructuras abstractas caracterizadas por un alejamiento patente de todo significado material, ahora pueden recoger mediante modelos numéricos una dimensión más cercana a la matriz de la experiencia sensible. Las cualidades fundamentales de la *physis* como la transformación, la generación y la corrupción, y el movimiento, son ahora plenamente compatibles con las cualidades que aporta la matemática computacional: la aproximación, la perturbación, la estratificación semántica, la opacidad epistémica, la iteratividad o la interpolación. Ahora el sustrato simbólico se reviste de nuevo de la pulpa que le fue arrancada a la realidad sensible mediante el proceso matemático de la abstracción, volviendo a configurar una realidad encarnada, aunque sea por mera aproximación. Esto es una forma de decir que la tecnología computacional permite dar el salto por encima del muro, conectando la interioridad de la abstracción con la exterioridad de la *physis*. Sin embargo, no siempre conduce este medio a fines dotados de sentido. También ha de tenerse en cuenta el peligro del desbordamiento de las estructuras y el extravío en el infinito del crecimiento numérico descontrolado. La misma violencia que podían infligir los encadenamientos deductivos, y que arruinaron los procesos dialécticos originarios, es ahora multiplicada por muchos órdenes de magnitud con las operaciones de redondeo y truncamiento de los computadores, dando fácilmente al traste con cualquier capacidad representacional de los esquemas numéricos de partida.

Además, no siempre se toman presupuestos epistemológicos con contenido real; en muchas ocasiones se oculta una simplificación del contenido epistémico de los enunciados de partida por medio de una complejización vacía de los enunciados matemáticos y de los cálculos numéricos, pretendiendo que su mera operatividad justifique los resultados, por muy alejados que se hallen de la realidad física, social o humana en general. En este caso se comprueba la incapacidad de las potencialidades computacionales de captar las dimensiones cualitativas complejas, y de reducir cualquier elemento cognoscitivo a un continente simbólico como las variables de una ecuación.

No obstante, a pesar de la presencia de límites también en la computación, no ha cesado de ampliarse el desarrollo de nuevas estrategias algorítmicas, con el objetivo de suplir las carencias respecto a lo cualitativo de las que adolece la matemática. Numerosos avances han sido realizados en esta dirección en los últimos tiempos, dando lugar al nacimiento de la inteligencia artificial, el aprendizaje automático y, en general, a un movimiento de reducción de las distancias epistemológicas que existen entre la máquina y el ser humano.

Inteligencia artificial, robótica y vida cotidiana

Al acercarnos a la relación entre los ordenadores y los seres humanos, lo primero que advertimos es que controlar la conexión con la máquina no es fácil. De hecho, no se puede conseguir sin lograr previamente cierta desconexión. No hay interruptor ni conector que pueda servir fehacientemente para ello. De ahí suelen surgir nuestras primeras inquietudes, pero de ellas se derivan otras aún más preocupantes. En ese sentido, habría que afrontar estas dos cuestiones cruciales: i) ¿qué hemos de temer más, que los robots se humanicen o que los humanos se roboticen?; y ii) ¿puede un robot tener una identidad cuando es reproducible, con absoluta exactitud y precisión, hasta el infinito?

258

En el futuro próximo, humanos y robots tendrán que aprender a convivir. El mundo del futuro no podrá sostenerse si no logran construir una cultura de convivencia. Por ejemplo, se están produciendo avances muy notables en ámbitos como el tratamiento de información y el manejo de imágenes. Observamos cómo, a partir de los datos acumulados y sometidos a procesos de selección pautados, las máquinas muestran ya la capacidad de comprender conceptos. Por ejemplo, el reconocimiento de un animal, partiendo de fragmentos de imágenes e imágenes distorsionadas, sugiere que se ha comprendido el “concepto” que define a dicho animal.

Todos estos progresos se están aplicando exitosamente en la medicina, permitiendo el manejo rápido, por parte de los profesionales, de una ingente cantidad de información. También se están utilizando en las tareas de diagnóstico de enfermedades. Podemos hablar, en ese sentido, de las experiencias desarrolladas por IBM, con millones de historias médicas digitalizadas. En definitiva, en las tareas de diagnóstico, la IA ha alcanzado niveles de comprensión de datos que han llevado a descubrir nuevos indicios para el diagnóstico de enfermedades mentales, a partir de indicadores de comportamiento recogidos en grabaciones de vídeo de entrevistas con hipotéticos pacientes psiquiátricos. Es, por tanto, un hecho constatable que el *big data* está transformando la *praxis* médica.

Pero no hay que olvidar las dificultades que entraña el progreso de la inteligencia artificial, que han llevado a ciertos investigadores a hablar de “estupidez artificial”. En ese sentido, lo que llamamos “sentido común” es algo difícil de desarrollar en una máquina. Por otro lado, se plantea cada vez con más fundamento el problema del control de la IA, pensando en que podemos desarrollar formas de inteligencia artificial que lleguen a operar de modo completamente autónomo e interfieran con los intereses humanos.

Por último, habría que abordar la cuestión de las relaciones afectivas (amorosas o de amistad) entre humanos y máquinas. Tendríamos que preguntarnos acerca de todo lo que puede cambiar en este sentido en la sociedad del futuro. Desde tal perspectiva, si las relaciones amorosas y de amistad entre humanos y máquinas llegan a ser más fluidas y placenteras que las relaciones entre humanos, ¿qué efectos tendrá esto sobre estas últimas formas de relación?

Todas estas posibilidades en ciernes parecen desprenderse de algunos enunciados epistemológicos que convergen en la siguiente afirmación: la distancia cognitiva entre seres humanos y computadoras está reduciéndose. Con esto queremos decir que, a causa tanto del desarrollo tecnológico como de la evolución cultural, los humanos y las máquinas empiezan a compartir, cada vez con mayor frecuencia y de manera más intensa, escenarios de actuación en los que coinciden sus capacidades de manipulación y transmisión de la información.

Por un lado, es un hecho notorio la cada vez mayor competencia de los computadores —por medio en gran medida de los avances en matemática computacional— para utilizar ingentes cantidades de datos derivando de ellos nuevos conocimientos. Además, los límites de influencia y actuación de los computadores se han ensanchado, puesto que los interfaces que los ponen en comunicación con la realidad del mundo físico se han multiplicado. Todo ello, junto con una voluntaria cesión de territorio intelectual por parte de los humanos que, conscientes de sus límites a la hora de controlar las operaciones cognitivas de las máquinas, programan los sistemas con técnicas que tienden al autoaprendizaje y a la autonomía en la toma de decisiones; todo ello, decimos, ha provocado que las máquinas puedan entrar, con mayor frecuencia y penetración, en contacto directo con la realidad sensible o con su espejo informacional,² y operar con los datos de la realidad humana, aprender de ellos, elaborar modelos o inferencias muy precisas y, por último, tomar decisiones que afectan a dispositivos que actúan sobre elementos físicos o sociales.

259

Pero, por otro lado, el despliegue cognitivo de las máquinas, esto es, la mejora de las facultades relativas a la adquisición, el manejo y la generación de información, y sobre todo a la capacidad de crear conocimiento eficaz en la realidad humana, se ha visto estimulado y catalizado por la inercia cultural hacia la digitalización del mundo. Los espacios de relación entre humanos y máquinas se han ampliado, y previsiblemente lo seguirán haciendo de forma acelerada, porque se ha producido un volcado masivo de las relaciones, procesos y eventos sociales en la dimensión digital. En efecto, si prestamos atención al mundo que nos rodea, veremos cómo prácticamente cualquier interacción entre humanos socialmente relevante está actualmente mediada por computadores y además se lleva a cabo en el mundo simbólico de lo digital. El ocio, el trabajo, la vida civil y política, las relaciones de amistad o amorosas, incluso en la faceta más íntima de la sexualidad, todo ello ha sido traspasado en gran medida y en muy poco tiempo a una dimensión digital que se desarrolla a través de pantallas.

2. Denotamos con esta expresión a las enormes bases de datos que continuamente almacenan las características y los cambios de la realidad física y social en forma de cantidades numéricas o símbolos.

En esta dimensión las computadoras no se limitan a servir como simples medios de interacción, o facilitadores de tareas que quizás en el mundo físico serían engorrosas, aumentando la eficiencia del esfuerzo humano, sino que ellas mismas ejercen una presión acerca de los criterios y las formas que deben seguirse para interactuar y para elegir, dando lugar a lo que comúnmente se denomina la "tiranía del algoritmo". Es cierto que suele decirse que, puesto que los algoritmos han sido, de momento, programados por humanos, en realidad la influencia algorítmica no es sino una vía de trasladar el criterio de los propios programadores, y por derivación de las entidades socioeconómicas que los han contratado, sobre los usuarios. Por lo tanto, el algoritmo no sería más que una digitalización de la dinámica de los sistemas de estimulación del consumo y del control social.

Ahora bien, admitiendo que, ciertamente, el fin último del *hardware* y del *software* es servir de instrumento para fines que sobrepasan el *ethos* de los computadores, denotaría falta de visión el ignorar que hay una aportación esencial de la computación, una proyección de su forma de ser en el mundo, de su manera de relacionarse con la realidad, que altera de manera ostensible el desarrollo de los procesos que en base a ella se gestionan. En otras palabras, la tecnología computacional, consistente en un híbrido entre matemática computacional, algorítmica y computadores, no es un medio transparente.

Los algoritmos que gobiernan los procesos de inteligencia artificial, aprendizaje automático o procesamiento semántico, en su manera de operar aplican generalmente técnicas matemáticas de optimización, maximización o minimización de funciones objetivo. Las funciones serán de naturaleza muy variada según la técnica de la que se trate, pero prácticamente en todos los casos habrá una función que recibirá valores de entrada y arrojará valores de salida. Por lo tanto, cualquier criterio que se establezca por parte del algoritmo para realizar juicios o llegar a conclusiones deberá pasar por el proceso de conversión del objeto del que se trate en una unidad, muchas veces un punto en un plano geométrico, identificado por un valor numérico. El valor será contabilizado con alguna clase de medida, por ejemplo, una distancia euclídea, y sometido al paso por una función. En definitiva, cualquier aspecto de la realidad será transformado en un valor numérico y manipulado con criterios de máximos o mínimos, sumatorios y ponderaciones, regresiones lineales, operaciones matriciales, programación lineal, etc.

A pesar de la complejidad que posean las estructuras matemáticas de las técnicas computacionales mencionadas, sus presupuestos epistemológicos son tremendamente simples y se reducen a conceptos derivados de ideas tales como el máximo beneficio, el mínimo coste, la dominación del fuerte sobre el débil, el equilibrio entre pérdidas y ganancias, la elección del mínimo daño, etc.

En un movimiento inverso, estos patrones que imponen los algoritmos en sus resultados oraculares son recogidos por los propios seres humanos, que los asimilan, asumiendo como lógica y normal esta clase de reduccionismo epistémico. Por ello, por ejemplo, una de las principales quejas de los directores de cine sobre las plataformas de contenidos online se basa en críticas relativas al empobrecimiento temático que provoca el uso de un algoritmo de selección, puesto que aplica un criterio

darwiniano de maximización de contenidos acordes al gusto del público, eliminando de forma progresiva todo el cine que no cumple con criterios de éxito de visionado, o de aparición en las películas de elementos clasificados como exitosos (temática, estructura narrativa, roles de género, o aspectos visuales); esto elimina la posibilidad de ofrecer un cine que aporte nuevas miradas o elaboraciones críticas. Sin embargo, el público lo asume como natural y benigno, puesto que, al fin y al cabo, le proporciona productos de su gusto, que va siendo cada vez más simple y encerrado en sí mismo.

En consecuencia, la mimetización humana de los patrones algorítmicos provoca un fuerte impacto ético, que corrompe el denominado “sentido común”, del que las máquinas aún carecen por ser necesario para ello un tipo de pensamiento de características cualitativas, metafóricas, simbólicas, emocionales y corporales. Toda la realidad no es computable.

La tesis que afirma que todos los aspectos de la realidad no son tratables por medio de cálculos computacionales posee sólidas bases en la propia teoría de computadores, como sostiene Sánchez Ron, haciendo referencia a lo defendido al respecto por Mosterín, a pesar de su impactante e influyente progreso, el desarrollo de la computación ha puesto en evidencia los límites a los que ésta ha de enfrentarse. El propio Turing reflexionó sobre los límites que pesan sobre el funcionamiento de la máquina que lleva su nombre. De este modo, la misma computabilidad de la máquina de Turing acaba poniendo de manifiesto la existencia de objetivos definidos por su intrínseca incomputabilidad (Sánchez Ron, 2003, p. 83).

La “incomputabilidad por principio”, por tanto, existe indudablemente y podría implicar que siempre existirá una distancia insalvable, por muy pequeña que sea, entre la mente y el computador, entre los humanos y las máquinas. La consecuencia clara que se desprende de estas nociones científicas es la afirmación de las diferencias entre la mente y el computador. Cuando Von Neumann esbozó los principios básicos de la máquina universal de computación, no estaba realmente replicando la mente humana, sino aplicando ideas, en parte extraídas de sus propias hipótesis acerca de cómo debía de funcionar el cerebro, que intentaban aprovechar operaciones simples de almacenamiento y transmisión de información en un artificio para maximizar la capacidad de cálculo. Por ello, a pesar de que, sin duda, la aptitud de los computadores para el cálculo es superior a la de la mente en muchos órdenes de magnitud, ello no significa que la mente haya sido superada, o que sea peor o más débil que el computador. Sencillamente, su estructura y funcionalidad es por completo diferente a la de los ordenadores. Esta idea se puede extender a la propia matemática computacional siguiendo el planteamiento de Sánchez Ron:

“Decía que si fuese correcto el punto de vista de Penrose (y en última instancia, como acabamos de ver del propio Turing, aunque éste no llegase a formularlo así), según el cual ‘la verdad matemática va más allá de las simples construcciones humanas’, entonces difícilmente podríamos evitar concluir que el reduccionismo matemático no permitirá acoger bajo su protector y acogedor manto a aquellas disciplinas que se ocupan de la mente humana” (Sánchez Ron, 2003, p. 83).

En efecto, si la matemática computacional no fuera aplicable al pensamiento humano como modelo replicable, entonces habría que concluir que intentar captar la forma de ser de las personas, sus preferencias, deseos y pensamientos por medio de algoritmos, puede ser un grave error, distorsionador de la sociedad y de la subjetividad humana. Quizás habría que empezar a plantear un horizonte en el que el pensamiento no algorítmico, no recursivo, deba empezar a ser considerado como prioritario cuando tratemos cuestiones humanas. En ese sentido, hemos de considerar que, para elaborar una explicación adecuada del funcionamiento de la mente humana, empezando por la misma actividad consciente, deberíamos tener como presupuesto básico formulaciones no algorítmicas. Los planteamientos de Penrose y Gödel son fundamentales para lograr ese objetivo, pues vienen a subrayar que incluso en la elaboración de juicios matemáticos los componentes no algorítmicos tienen una crucial importancia (Sánchez Ron, 2003, p. 84).

Sin duda, la convivencia entre humanos y computadoras irá acrecentándose con el tiempo, y no solo eso, el propio espacio de lo humano irá aproximándose al espacio de lo computacional hasta que ambas realidades se fundan y sean indistinguibles. Precisamente por eso es de suma importancia reconocer la diversidad de ambos seres, admitir que los fines humanos no son los fines de los computadores y que su inclusión en la realidad tiene por fin humanizarla, en lugar de robotizar al ser humano.

El trabajo matemático

262

A propósito del teorema de incompletud de Gödel, habría que decir, siguiendo a Javier de Lorenzo, que hay que concederle el rango de teorema de crucial importancia, pero más por el proceso demostrativo que Gödel puso en pie para alcanzar el resultado de la incompletud de todo sistema formal que pretenda contener la aritmética. Esos mecanismos de “gödelización” y representación, y con ellos la noción básica de “función primitivo-recursiva”, suponen una aportación esencial, ya que “lo que con esta demostración se abre al Hacer matemático es, junto a la aritmetización matemática, nada menos que todo el campo de la recursividad, de la computabilidad” (De Lorenzo, 2007, p. 11).

Es fácil incurrir en una valoración errónea del hacer matemático que nos lleve a percibir el saber matemático como una abstracción pura, lo que constituiría la máxima expresión del formalismo argumentativo y probatorio. La aplicabilidad de esta forma de saber quedaría permanentemente comprometida por ese repliegue de la matemática en el interior de un formalismo protector. Pese a los efectos de tan frecuentes interpretaciones, la matemática conecta con el núcleo de lo real a través de las formalizaciones más abstractas. De Lorenzo habla de una matemática situada “en el núcleo de lo más real, de lo más transformador de las condiciones sociales de la especie humana que se haya creado en el siglo XX. En el núcleo originario de la computabilidad, de lo que terminará siendo el ordenador con las consecuencias que ha tenido y tiene” (De Lorenzo, 2007, p. 13).

Para exponer lo que él considera el “núcleo de la computabilidad”, De Lorenzo se refiere al “Programa Lions”, en base al cual se intenta buscar la conexión íntima entre

el desarrollo del conocimiento matemático y “los problemas de la *physis*, pero ahora a través de lo tecnológico”. Recurriendo para lograrlo a la intensificación del cálculo diferencial y al desarrollo de algoritmos con capacidad de emulación de los fenómenos del mundo físico. Se busca así la puesta en pie de “modelos analógicos que, establecidos, posibiliten que, dados unos parámetros, se obtenga el comportamiento — crecimiento o desarrollo, transformación... — del fenómeno de la *physis* considerado” (De Lorenzo, 2007, p. 13). Para él las aludidas transformaciones no solo tienen un gran impacto sobre el enfoque y realización de las tareas de indagación científica, sino que están alterando por completo nuestra vida cotidiana. Otra elocuente ilustración de todo ello la encontramos en la historia de los números reales.

“Como nueva construcción, este concepto de número real rompe, en el fondo, con una idea muy intuitiva: la que se tiene en el dato del continuo lineal, de un continuo representado por una línea geométrica como la recta. Y ahora lo que se capta no es esa recta como imagen de una magnitud continua, sino como conjunto distributivo discreto de números separados, pero sin huecos entre sí. Lo cual es, imaginativamente, una aberración” (De Lorenzo, 2007, p. 15).

A pesar de todo ello, el trabajo matemático se sigue entendiendo como una labor que busca, ante todo, lograr demostraciones consistentes desde el punto de vista formal, en lugar de poner de relieve las aplicaciones de este saber, que tanta relevancia práctica tienen en el mundo actual. De Lorenzo piensa que:

263

“... si se tuviera en cuenta este último hecho cabría considerar que en muchos casos los postulados no son enunciados veritativos, sino legislativos o, en otros términos, normativos. Y de las normas no se puede realizar atribución alguna de verdad o falsedad porque no son juicios veritativos sino constitutivos de un campo de juego determinado. Las leyes se aceptan o rechazan, y si se aceptan pueden manejarse bien o mal, puede hacerse una construcción hermosa o un adefesio, un teorema excepcional o una nimiedad. Eso dependerá de quien sea el jugador que juegue y que, para ello, y en cualquier caso, tiene que dominar las normas, las reglas de juego, es decir, las hipótesis o postulados pero como normas caracterizadoras tanto de su terreno de juego como de cómo jugar en el mismo” (De Lorenzo, 2007, p. 20).

Que los modelos computacionales funcionan con presupuestos epistemológicos radicalmente distintos a la matemática demostrativa es un hecho que se ha venido observando desde hace algún tiempo. Su renuncia, en aras de la efectividad, a proceder mediante postulados veritativos es una de sus principales características. Otras de no menor importancia serían: la opacidad epistémica que se produce entre sus presupuestos de partida y los resultados finales del cálculo; la estratificación semántica de sus enunciados, que le permite alcanzar soluciones por aproximación —o aproximadamente verdaderas—, eligiendo el número de capas que añadir a las funciones descriptivas del modelo; y la innovación epistémica de sus soluciones,

caracterizada por una gran prolificidad en sus métodos y concepciones de las soluciones numéricas.

Sin entrar en pormenores, en el contexto de la simulación computacional podemos entender la opacidad epistémica bien como una incapacidad para conocer todos los pasos epistémicamente relevantes que se producen durante la ejecución de un algoritmo (Humphreys, 2004, p. 618), bien como una falta de algoritmo explícito que vincule los datos de entrada con los de salida de un proceso —esta modalidad es conocida como irreductibilidad computacional (Barberousse *et al.*, 2014, p. 148)—, bien como una pérdida de interpretabilidad entre un enunciado matemático y la caracterización original del problema del cual el enunciado forma parte. Esto también puede ser considerado como una falta de interpretabilidad de la información que se halla en algunos pasos de una computación, en términos que tengan sentido en nuestra representación del sistema objetivo. A esta última modalidad la denominamos opacidad interpretacional y, en el caso de que el sistema objetivo u original sea un fenómeno físico, recibiría el apelativo de opacidad representacional.

El fenómeno general de la opacidad no solo debe ser considerado como una característica negativa de la matemática computacional, como un precio que se debe pagar por la gran fertilidad y aplicabilidad de los métodos numéricos, sino que es una consecuencia directa de su naturaleza normativa y del poder de mutación de sus procedimientos. En efecto, el enfoque no veritativo de su arquitectura interna hace que no sea ni tan siquiera posible el seguimiento de sus desarrollos en forma de cadenas derivativas; bien por la incapacidad de la mente para igualar la velocidad de cálculo de los computadores, bien por la multiplicidad de cálculos intermedios ocultos, implícitos, o también por la construcción finalista, no axiomática, de sus enunciados, que, por tanto, no siguen un patrón predecible a partir del punto de partida o de sus antecedentes, y cuyos procesos mutan constantemente con el fin de lograr resultados más exactos con el menor coste computacional posible.

264

Por otra parte, cuando hablamos de estratificación semántica, nos referimos a un proceso distintivo de los métodos de aproximación computacional donde están presentes la incertidumbre, la gestión del error y la aproximación de soluciones. En él, la información que se transmite durante el desarrollo del método numérico se encuentra repartida en distintas capas, como por ejemplo en los diferentes términos de una serie numérica. La proporción de contenido informativo no estaría repartido de manera equivalente entre todas las capas, sino que la primera capa, que supondría la aproximación más grosera a la solución, poseería la mayoría de la información del sistema. La cantidad de información iría disminuyendo paulatinamente con las restantes capas. De esta manera, existirían múltiples formas de aproximar la solución de un modelo numérico, en función del número y del tipo de capas semánticas que se elijan (Fillion, 2021, p. 11).

La innovación o mutabilidad epistémica es una cualidad que incide en la naturaleza cambiante de la solución matemática. En efecto, la introducción del ordenador ha propiciado una innegable proliferación de esquemas numéricos y de metodologías para resolver modelos matemáticos que emplean ecuaciones que no poseen solución analíticamente exacta. Esto ha supuesto en la práctica una ampliación sin precedentes

de las situaciones en las que es posible encontrar soluciones a las ecuaciones. Ahora bien, lo cierto es que no solamente se ha ampliado el rango de soluciones posibles, sino que se ha modificado el mismo concepto de solución matemática.

En la matemática computacional, el concepto de solución numérica es un término general que reagrupa numerosos métodos de resolución. Teniendo en cuenta que, a diferencia de la matemática tradicional, en donde la solución procedía simplemente de la sustitución de los valores adecuados en los términos de la ecuación, las soluciones numéricas dependen de una negociación equilibrada entre diferentes criterios que se encuentran en conflicto, como la tratabilidad, la velocidad, la exactitud, o la estabilidad. Esto significará que cada fórmula elegida para hallar un compromiso entre los mencionados criterios supondrá un tipo diferente de solución. Además, como la solución numérica es el único requisito que se necesita para la correcta comprensión de los modelos computacionales, puesto que su valor de verdad ya no depende de ninguna justificación acerca de la correcta deducción de sus postulados, sino únicamente de la eficacia de sus resultados, las distintas direcciones en las que se desarrollen los modelos requerirán clases distintas de soluciones, más o menos exactas, precisas, probabilísticas, etc.

Otra cuestión relevante sería la de las condiciones validativas que deben reunir los enunciados normativos de los métodos computacionales. Efectivamente, si deseamos, a causa de sus facultades epistémicas, la posibilidad de juicios veritativos en los métodos computacionales, debemos buscar otras estrategias de otorgamiento de valores de verdad a los resultados de las simulaciones computacionales. Dos son las vías que han permitido apuntalar la certidumbre de las soluciones numéricas: el análisis del error y la estrategia de verificación y validación. La primera supone un análisis interno de los valores de la solución, mientras que la segunda se basa en el contraste con el modelo de partida y con mediciones externas, respectivamente.

265

El análisis del error es una disciplina de gran importancia para el análisis numérico, puesto que el mayor problema de la aproximación a la solución de un modelo emana del desconocimiento real que tenemos de la distancia que hay entre la solución verdadera y la solución aproximada. Por ello, se debe asumir que el modelo numérico de un fenómeno físico, que contiene incertidumbre y errores de redondeo, discretización y truncamiento, no es solamente una réplica imperfecta del modelo analítico, cuyo valor solución no es calculable, sino que es una forma menos idealizada de reflejar la realidad del fenómeno. En efecto, pretender que la resolución analítica de ecuaciones mediante herramientas que conducen a soluciones exactas, como el cálculo infinitesimal, diferencial e integral, sea un reflejo fidedigno de los fenómenos reales sin contemplar en ellos ninguna clase de incertidumbre, perturbación, aproximación o error, es sin duda una ingenuidad. No podemos escapar a la inclusión de las dimensiones de complejidad e incertidumbre en los modelos, si queremos aproximarnos lo máximo posible a la realidad. En consecuencia, tener formas de acotar el error en el que incurre un modelo por múltiples causas, sin poder acceder a los valores exactos de la solución, es algo sumamente importante. Ello se consigue, por ejemplo, con el *backward error analysis*, donde se cuantifica la cantidad de error acumulado como consecuencia de la perturbación de los valores de entrada del modelo (Fillion *et al.*, 2014).

Por último, otra vía complementaria vendría dada por las metodologías de verificación y de validación de los modelos. La verificación de un modelo computacional consiste en una comparación entre el modelo matemático-conceptual de un fenómeno y su representación numérica. Sirve para interrogar acerca de la correcta representación de los parámetros y de la estructura lógica del modelo. Es decir, su finalidad no es averiguar si el modelo numérico es un fiel reflejo de la realidad física, sino que es asegurar que nuestra concepción de la realidad, sea cual sea, está correctamente implementada en el modelo numérico.

La validación, sin embargo, sí se ocupa de evaluar la representación numérica de una realidad física. Normalmente se realiza mediante comparaciones entre valores numéricos del modelo con sus homólogos del mundo real. Por ejemplo, se pueden medir determinadas características de un fenómeno físico y realizar después una calibración del modelo comparando dichas medidas con los valores correspondientes de la representación numérica.

La verificación y la validación constituyen una forma de asegurar el vínculo de la normatividad con la veritatividad. Podemos, en efecto, construir un modelo conforme a unas reglas que nos hemos dado, internamente, a causa de su eficacia en lograr una finalidad matemática en forma de resolución de ecuaciones, y de su eficiencia en el aprovechamiento de los recursos de memoria y velocidad de cálculo del ordenador. Pero, además, debemos asegurarnos de que dichas reglas coinciden en sus resultados con las leyes naturales, lógicas y experimentales. Einstein comentaba a propósito del desarrollo de Occidente, que han sido dos los grandes logros de la ciencia occidental: la invención de la lógica formal por los filósofos griegos y el descubrimiento, durante el Renacimiento, de la posibilidad de encontrar relaciones causales mediante experimentos sistemáticos. Ambos aspectos deben estar correctamente garantizados en la estructura de los modelos numéricos si queremos que formen parte del patrimonio científico y no sean considerados como elucubraciones pragmatistas.

266

Metafísica y ciencia

Como se ha señalado reiteradamente, desde el momento mismo en que surge la ciencia moderna se replantea con inusitada radicalidad la correlación entre conocimiento y realidad. En ese sentido, Claudine Tiercelin recuerda que ciertas cautelas llevaron a los científicos de la época renacentista a escudarse en una interpretación de las teorías como instrumentos de representación de los fenómenos empíricos, pero manteniendo siempre la idea de la existencia de una insalvable distancia entre teoría y realidad (Tiercelin, 2014, p. 4).

Desde tal perspectiva, se considera que hay un “solo y único conjunto de fenómenos (puesto que la base observacional es la misma)”, lo que llevará a plantear la posibilidad de unificar el lenguaje científico que intenta explicar de forma adecuada dicho conjunto de fenómenos. Por ello se considerará que la “heterogeneidad de los fenómenos y de las ciencias no es, por tanto, sino aparente o en el mejor caso, pragmática: es por eso dejada en suspenso (más bien que negada) la cuestión (metafísica) de saber si sí o no, la realidad comporta grados o niveles jerárquicos de complejidad perfectamente

reductibles. En cuanto a los sistemas metafísicos, son ‘un sustituto de la teología al nivel del pensamiento conceptual y sistemático’, ‘poemas conceptuales’ que ‘contribuyen a enriquecer la vida, pero no el conocimiento’, dirá Carnap” (Tiercelin, 2014, pp. 5-6).

El concepto de ciencia ha experimentado, a lo largo del pasado siglo, una profunda transformación (Tiercelin, 2014, p. 9). En base a ella, el concepto imperial de ciencia ha quedado de facto desplazado, aunque todavía haya científicos y filósofos de la ciencia que parecen no haberlo advertido. Lo que en la actualidad define a la ciencia es “ser, más que un cuerpo de conocimiento o una doctrina, una actividad de descubrimiento, una persecución del saber, más que un saber, en una palabra, una indagación (*inquiry*) que, al prolongarse, exige del investigador cierto número de virtudes particulares. También hemos de evocar las relaciones entre ciencia, conocimiento y ética” (Tiercelin, 2014, p. 10).

En ese sentido hemos de considerar, tal como hace Tiercelin, que rechazar el uso de conceptos metafísicos clave, como aquellos que definen estructuras categoriales o elementos conceptuales que permiten delimitar la singularidad de elementos o procesos, “es privarse de los mismos materiales conceptuales por los que el mismo cambio puede ser descrito de forma coherente. La metafísica tiene, en este sentido, un papel decisivo para apoyar la posibilidad misma del conocimiento empírico” (Tiercelin, 2014, p. 17). De igual manera podríamos hacer referencia a los elementos teóricos que hacen posible la toma en consideración de la posibilidad, con independencia de si con ellos pretendemos analizar lo sucedido o aquello que se considera susceptible de acaecer (Tiercelin, 2014, pp. 21-22). De forma análoga, hemos de replantearnos el desarrollo del pensamiento metafísico tratando de iluminarlo a la luz del avance científico, también hemos de tomar en consideración la influencia positiva que la metafísica puede tener en diversos campos científicos. Por ello, Tiercelin plantea que la metafísica es “también, a su manera, una guía para la ciencia: en un caso como en el otro, aquello que hay que tener presente, sobre todo, en efecto, es que no son guías infalibles” (Tiercelin, 2014, p. 32).

267

Por lo tanto, la metafísica constituye un soporte conceptual para la ciencia y, por ende, para cualquier clase de conocimiento que pretenda realizar una indagación de la realidad sobre estructuras de carácter universalizante y objetivo. Ciertamente, las ciencias empíricas no podrían sino quedar atrapadas en concepciones instrumentalistas o pragmáticas de su contenido —meros conjuntos de datos sin capacidad de trascendencia, ni siquiera a través de una idealización teórica que, sin la categorización metafísica, colapsaría en simple fantasía—, sin el concurso de una metafísica realista que aporte coherencia, interpretabilidad y unidad absoluta del conocimiento.

Ahora bien, siendo evidente que una perspectiva realista de la metafísica puede ser alcanzada sin mayores inconvenientes en las ciencias empíricas, en las que el concurso de lo real físico facilita un material idóneo para ser ordenado epistemológicamente por medio del soporte de los conceptos metafísicos, ¿podríamos decir lo mismo en el caso de la matemática, especialmente de la matemática pura? ¿Es posible aquí la mezcla de ambas tipologías epistémicas sin que sea puesto en entredicho el

suelo firme de la positividad matemática? Sería normal opinar que en el fenómeno matemático solo caben los dictados de la normatividad lógico-formalista, para lograr el fin de garantizar el orden de sus estructuras. Empero, dicho enfoque no bastaría para dar cuenta de numerosas manifestaciones de un orden que se impone muchas veces entre el caos, y que viene continuamente a enriquecer el acervo matemático. A dichas manifestaciones nos hemos referido con bastante detalle en los primeros apartados del presente trabajo. Como nos sugiere Simone Weil, “la invención matemática es trascendente. Procede de analogías absolutamente irrepresentables, y sólo es posible comprobar sus consecuencias. Gracias a que las matemáticas son en grado singular y por excelencia claras, cogemos el misterio en la red” (Weil, 2001).

En matemática, es el sustrato metafísico de sus enunciados lo que otorga el claro enlazamiento entre las estructuras más abstractas y el orden interno del conocimiento. Si las matemáticas no son vistas como un encadenamiento de conceptos formales y normas independientes de cualquier contenido real, como un mero juego de símbolos vuelto sobre sí mismo, si, por el contrario, son consideradas como una estructura que atraviesa el pensamiento e incluso la realidad en su totalidad; es justamente porque se apoyan y desenvuelven en un orden conformado por elementos que están más allá de su practicidad operativa, ya sea calculística o deductiva. No sería posible la creatividad, y la especulación matemática sin la intervención de herramientas que permitan al pensamiento situarse por encima y por fuera de sí mismo. Únicamente la analogía y la metáfora en un contexto metafísico apropiado al discurso matemático son capaces de proyectar los valores esenciales de la *mathesis*. Por ello, conceptos como los de muro, laberinto, punto de bloqueo, belleza o cristalización son esenciales para construir un discurso que dote de sentido interpretativo a la dinámica de la génesis y de los problemas de la matemática, y ello desde un punto de vista humanístico, esto es: más allá del tecnicismo ciego, con un sentido global y abierto. Acerca de esto, André Weil refiere en uno de sus escritos que:

268

“Los matemáticos del siglo XVIII solían hablar de la metafísica del cálculo infinitesimal, de la metafísica de la teoría de las ecuaciones. Con esto se referían a un conjunto de analogías vagas, difíciles de comprender, que sin embargo les parecían jugar un papel importante en un momento dado de la investigación y el descubrimiento matemático” (Weil, 1960, p. 1).

Lo cual significa que ya era habitual, desde los orígenes modernos de la matemática, la práctica de emplear metáforas y analogías como medio de investigación y especulación sobre nuevos conceptos matemáticos. No podría haberse seguido con éxito esta traducción lingüística de la intuición matemática, sin la protección que proporcionaba asumir la existencia de una rejilla metafísica de concepciones sobre las que apoyar el incipiente descubrimiento matemático.

Además, en la oscuridad y la indefinición premeditada de estas analogías a las que se refiere Weil se produce la fermentación de las nuevas teorías. No es posible que exista, a su juicio, terreno más fértil que el de las disputas y las reflexiones inquietantes entre teorías que se acarician de manera furtiva. Es como una ilusión que

se va gestando y engordando a medida que nuevos elementos se van añadiendo al caldo del pensamiento. Pero llega un día en el que la fantasmagoría se desvanece, los presentimientos largamente mascullados se materializan, y salen a la luz diáfana del día las relaciones entre teorías, las fuentes comunes y las estructuras que enganchan en sus nodos nuevos conceptos, como peces atrapados en una red: la metafísica se ha vuelto matemática y su fría belleza, reflejada en áridos tratados, ya no puede conmovernos (Weil, 1960, p. 1).

El proceso que siguió Lagrange para lograr la génesis de la noción de grupo es un ejemplo muy esclarecedor de la importancia del soporte metafísico, y también del lugar que le corresponde a dicho soporte como precursor de toda estructura matemática.

“Donde Lagrange vio analogías, vemos teoremas. Pero éstos sólo pueden anunciarse mediante nociones y estructuras que para Lagrange no eran objetos matemáticos: grupos, cuerpos, isomorfismos, todo esto necesitaba ser concebido y definido. Mientras Lagrange sólo perciba estas nociones, mientras se esfuerce en vano por alcanzar su unidad sustancial a través de la multiplicidad de sus encarnaciones cambiantes, permanecerá atrapado en la metafísica. Al menos encuentra ahí el hilo conductor que le permite pasar de un problema a otro, poner los materiales en funcionamiento, poner todo en orden para la futura teoría general” (Weil, 1960, p. 1).

En efecto, entre la noción de estructura y la intuición inicial existe una vinculación que solamente puede ser sacada a la luz tirando del hilo conductor de las concepciones metafísicas. La analogía que se realiza entre la multiplicidad de encarnaciones cambiantes de los objetos matemáticos va poco a poco convergiendo en una única imagen de la intuición matemática inicial. El proceso de formación de las estructuras por medio de analogías puede ser denominado “cristalización”. Tal suceso puede ocurrir únicamente en un entorno con la libertad conceptual que solo asegura la presencia de un marco metafísico adecuado.

269

Racionalidad

La racionalidad tiende a la unificación, a la agrupación de lo diverso según los indicios que en ello aparecen de pérdida homogeneidad, a la integración por la vertiente de las formas y también por la de los contenidos. Pero, tanto en una como en otra, esa unidad es problemática y por ello es natural que sea permanentemente contestada por quienes ven en ella una toma de posición conformista o a favor de lo ya conocido.

Por añadidura, ningún individuo o grupo pueden erigirse en paladines exclusivos del proyecto de racionalidad o racionalización. Son múltiples los proyectos que pueden extender la racionalidad en la sociedad y en la historia, porque las formas de la racionalidad y las situaciones históricas múltiples lo son también. Y si alguien apela a principios inamovibles o referentes inmortales, habrá que recordarle esta crasa verdad: los principios son invenciones.

Claro está que quienes inventan principios están interesados en lograr su aceptación por parte del mayor número posible de entre los miembros de la sociedad. Y en esa hipotética aceptación no se barajan factores de una determinada índole. La cara de quien los defiende, su trayectoria vital, su presencia e imagen, la coyuntura sociohistórica que se esté atravesando, la simplicidad y racionalidad de la propuesta, diversos factores emotivos, es decir: un sinfín de elementos influyen en la aceptación o no de la propuesta axiológica.

Aceptado este supuesto, más que en la exclusiva naturaleza racional de los principios que consideramos aceptables, habría que insistir en las posibilidades de conciliarlos con otros principios, propuestas o planteamientos de carácter racional. Porque, en efecto, hay principios compatibles con la racionalidad y otros que no lo son. Por ejemplo, si aceptamos la legitimidad del asesinato estamos poniendo en práctica un modo de expresión que excluye el diálogo y nos lleva al suicidio moral. El diálogo es un valor fundamental y una base necesaria para una convivencia plenamente democrática, pero nadie puede dialogar con quienes, de forma implícita o explícita, estén diciendo: tenemos derecho a matarte si no conseguimos convencerte.

Hay una ética que insiste sobre el carácter primordial de los principios y otra que concede más importancia a las consecuencias de las acciones. Pero la ética de los principios es la ética por excelencia.

No se puede justificar la conducta de nadie que cause sufrimiento a personas inocentes. En último término tampoco puede hallar justificación alguna el asesinato. La iniquidad de los medios hace también deleznable los fines. Por ejemplo, el problema ético fundamental en Sartre es el del mantenimiento de la subjetividad. No es otra cosa que el intento de impedir el suicidio del sujeto moral, aun reduciendo a su mínima expresión la ética de los principios. La subjetividad implica libertad, y la libertad responsabilidad. En el extremo, el único principio es el de la subjetividad libre, creadora desde el punto de vista moral. Lo otro es ir por la vía de la ética de las consecuencias. Sartre está, pues, a medio camino entre ambas tendencias éticas.

270

Alexandre Grothendieck: la matemática y la esencia de lo real

Lo que hemos pretendido demostrar a través de lo que nos atreveríamos a denominar “teoría de muros” es la dificultad que acompaña a todo intento de salir del espacio amurallado del conocimiento, sea pensable como un recinto cerrado o como un camino protegido por dos murallas. Incluso en este último caso, hasta asomarse por encima de los muros y tratar de ver lo que hay fuera del camino predeterminado, entraña una gran dificultad.

Un planteamiento derivado del teorema de Gödel resulta ser reductor y aperturista al mismo tiempo, ya que cierra unos espacios de creación y reflexión, al tiempo que abre otros. Sin embargo, el valor de la potencia de apertura que nos hace advertir ha de considerarse muy superior al de las limitaciones que introduce.

Que no exista un algoritmo universal de resolución, en un ámbito tan emblemático como el de la aritmética, abre posibilidades al pensamiento matemático. Grothendieck siempre concibió la investigación matemática como un trabajo de demolición de muros y de apertura de nuevos caminos. Un determinado desarrollo teórico puede contribuir a la conversión de lo que era un muro en la acotación de un camino. Sin embargo, lo previsible es que, al recorrer una y otra vez ese camino, los límites que lo encuadran se hagan cada vez más altos y el propio camino llegue a ser frontera amurallada.

Financiamiento

La investigación conducente a los resultados que se dan a conocer a través de este artículo se enmarca en el proyecto de investigación: “Praxeología de la cultura científica”. Referencia: FFI2017-82217-C2-1-P. Convocatoria 2015 - Proyectos I+D+I - Programa Estatal de Investigación, Desarrollo e Innovación Orientada a los Retos de la Sociedad.

Bibliografía

Anderson, A. R. (1970). *Mentes y máquinas*, México: UNAM.

Barberousse, A. y Vorms, M. (2014). About the warrants of computer-based empirical knowledge. *Synthese*, 191(15), 3595–3620.

Boden, M. (1984). *Inteligencia artificial y hombre actual*. Madrid: Tecnos.

Brenner, A. (2011). Sur Émile Meyerson et son oeuvre. *Revue critique, Revue d'histoire des sciences*, 2010/1(63), 299-302.

Colli, G. (1996). *Filosofía de la expresión*. Madrid: Siruela.

De Lorenzo, J. (2007). Imágenes del Hacer matemático. *Estudios filosóficos*, 56(162), 229-248.

Eco, U. (1985). *Apostillas al nombre de la rosa*. Barcelona: Ed. Lumen.

Fillion, N. y Corless, R. M. (2014). On the epistemological analysis of modeling and computational error in the mathematical sciences. *Synthese*, 191, 1451-1467.

Fillion, N. (2021). *Semantic layering and the succes of mathematical sciences [Manuscrito enviado para su publicación]*. Universidad Simon Fraser.

Foucault, M. (2014). *El pensamiento del afuera*. Valencia: Pre-textos.

Grothendieck, A. (2012). Récoltes et semailles. Montpellier: Université des Sciences et Techniques du Languedoc et Centre National de la Recherche Scientifique.

Hofstadter, D. R. (1987). Gödel, Escher, Bach: un eterno y grácil bucle. Barcelona: Tusquets.

Humphreys, P. (2004). Extending ourselves: Computational science, empiricism, and scientific method. Oxford: Oxford University Press.

Kant, I. (2002). Crítica de la razón pura. Madrid: Tecnos.

Penrose, R. (1996). La mente nueva del emperador. México: FCE.

Poincaré, H. (1963). Sobre la naturaleza del razonamiento matemático. La ciencia y la hipótesis. Madrid: Espasa-Calpe.

Sánchez Ron, J. M. (2003). El sueño de Von Neumann y la realidad de Freud. Revista de la Asociación Española de Neuropsiquiatría, 85, 77-87.

Tiercelin, C. (2014). La métaphysique et les sciences. Les nouveaux enjeux. París: Collège de France.

Turing, A. (1974). ¿Puede pensar una máquina? Valencia: Cuadernos Teorema.

272

VV.AA. (1986). Los filósofos presocráticos. Madrid: Gredos.

Wang, H. (1991). Reflexiones sobre Kurt Gödel. Madrid: Alianza.

Weil, A. (1960). De la métaphysique aux mathématiques, OC, vol II. París: Hermann.

Weil, S. (2001). Cuadernos. Madrid: Trotta.

Cómo citar este artículo

Fernández Agis, D. y Ramírez Naranjo, J. A. (2021). Muros: Orden matemático y ontología del desorden. Reflexiones sobre el legado de Alexandre Grothendieck. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad —CTS, 16(48), 249-272.

FORO *C/S*

Del individuo al actor social, de la sociedad a las redes sociales, de lo macro a lo micro, de las mentalidades a las representaciones. En las últimas dos décadas las ciencias sociales se han renovado y mutado sus objetos y formas de análisis, en un contexto multidisciplinar y de cambios en la escala de observación. La desaparición de los grandes paradigmas modifica la concepción misma de la ciencia, diría Jacques Le Goff (2000-2001).

Del conjunto de las humanidades, la historia pone el acento en los estudios de casos con el propósito de ajustarse al juego de escalas entre lo macro y lo microhistórico propuesto por la intelectualidad italiana (Levi, 2019). Individuos, biografías, acontecimientos, rupturas, espacios socialmente construidos son algunos asuntos que ocupan su centro de interés cuando pretende desestimar la “historia global”, la interpretación única y la verdad absoluta. La propuesta no es nueva, aunque se plantean renovadas formas de escribir la historia adscriptas a “los nuevos métodos de la investigación”, como lo enunciara Bernard Lepetit (1995). La historia cultural y social se apoya en las representaciones, la *linguistic turn* americana produce una fuerte renovación en los interrogantes epistemológicos de la disciplina, la historia económica pone el acento en los estudios regionales y de sectores productivos, mientras la historia política reinstala en sus estudios el acontecimiento y la noción de ruptura.

La pregunta de los años 90 acerca de si la historia es ciencia o relato ha perdido fuerza, porque, más allá de cómo se escribe, la historia (Paul Veyne, 1971) es un saber verificable.¹ Los cambios se vinculan a una nueva concepción del espacio — construido socialmente— cuando pone su interés en las regiones, los territorios y las dinámicas locales, reforzando sus nexos con las representaciones, los estudios de caso, las continuidades y los cambios en el proceso histórico. Son los “órdenes locales” los que terminan por imponerse, más allá de la globalización. Un juego de actores y de lazos sociales invisibles integran hoy los objetos de estudio de las humanidades y las ciencias sociales (Rofman, 1981; Boisier, 1992; Leyva, 1993; Eckert, 1996).

* CONICET y Centro de Estudios de la Argentina Rural, Universidad Nacional de Quilmes (CEAR-UNQ), Argentina. ORCID: 0000-0003-4193-075X. Correo electrónico: noemigirbal@gmail.com.

1. Entrevista a Roger Chartier (Sudovsky, 1997).

Cuando en el último decenio del siglo XX el cerebro aparece como un ordenador y el pensamiento como un programa informático (Jean-François Dortier), lo cognitivo ocupa el centro de los debates y el mundo de las representaciones encuentra su lugar en las humanidades. Para François Dosse se produce una convergencia de diversas corrientes del pensamiento destinada a construir un nuevo paradigma basado en las teorías de la acción y el análisis de los sentidos. Se hace presente y se ponen en cuestión los modos de acceso al mundo humano, cuando se admite la subjetividad del actor y recobra cuerpo el relato. Se genera una “humanización de las ciencias humanas” y así, por ejemplo, la historia social y económica no permanece indiferente a esa mutación.²

La denominada nueva sociología representada por Anthony Giddens, Pierre Bourdieu y Luc Boltanski, entre otros, se aproxima al constructivismo para intentar resolver la oposición clásica entre individuo y sociedad. Se aspira a una concepción del mundo social donde los actores (individuales y colectivos) son creadores de las realidades sociales exteriorizadas como parte de un sistema de contratos, mientras se las interioriza como parte de representaciones y socializaciones, que admite la declinación de las instituciones. Las interacciones sociales y las representaciones conforman esas explicaciones.

Las ciencias se hacen eco de “la metamorfosis del poder”,³ de las políticas públicas, cuando se estudia la acción del Estado y la evolución política. La mutación de la sociedad y la movilización colectiva en el marco de una profunda conflictividad son parte de esa interpretación. La construcción de identidades (comunitarias, grupales, nacionales) convoca a historiadores, sociólogos, antropólogos, economistas y politólogos por igual, para tratar de definir las realidades interculturales, así como la vinculación entre la integración nacional y las autonomías regionales (Bourdieu, 2001). La vertiente institucional de la historia económica refleja finalmente estas concepciones.

276

El pluralismo se hace más profundo, en estrecha relación con la resistencia a ligar la investigación científica a un modelo de referencia único. Las nuevas generaciones científicas son prudentes, escépticas, y reniegan asociar sus estudios a grandes teorías, como ocurriera en otros tiempos (funcionalismo, estructuralismo, marxismo). Prima la diversidad de enfoques y hay resistencia a integrar modelos y teorías en un molde único. Los proyectos de investigación multidisciplinarios —sin perder la esencia disciplinar— son los que abren renovados horizontes. Las ciencias sociales y las humanidades son dinámicas. Se apuesta a la transgresión disciplinaria como una oportunidad interesante (Fox Kéller, 2000, pp. 11-19). Sin grandes paradigmas, los nombres magistrales de relevo para esta gran área del conocimiento están ausentes; cuando se vive en una sociedad dominada por la lógica de la información, de la interacción, aunque inmersa en un ámbito de exclusión, de marginalidad, y fracturada.⁴

2. Véase: “*Le renouveau des sciences humaines*” (*Sciences Humaines*, 100, 1999).

3. Véase: “*Les métamorphoses du pouvoir*” (*Sciences Humaines*, 11, 1995-1996).

4. Véase: “*Le renouveau des sciences humaines*” (*Sciences Humaines*, 100, 1999, pp. 58-60).

En un ambiente en el cual parece primar la cuantificación, si se admite que la economía es —en tanto ciencia social— una decisión política y que el hombre es el sujeto de historia; por ejemplo, resulta indudable que la historia social y la historia económica se presentan como campos complementarios, que deben llevar adelante un preciso diagnóstico de la inequidad y las crisis, para contribuir al debate pluralista e interdisciplinario. Pueden plantear soluciones capaces de contrarrestar los efectos más nefastos de la difícil situación nacional e internacional influida por la pandemia del Covid-19, que ofrece no solo flancos económicos, sino sociales, institucionales, culturales y políticos, inestables. La participación de estas áreas de la ciencia es irrenunciable, en tanto son campos capaces de dar respuestas a los problemas de la sociedad, porque su responsabilidad es intransferible.

Los aportes más recientes de la historia económica y de la economía, por ejemplo, estudian los cambios y las continuidades de los instrumentos financieros con influencia social (Gerchunoff, Rocchi y Rossi, 2008); reconociendo que aun el deterioro del equilibrio ecológico regional forma parte de una aproximación a los problemas fundamentales de la sociedad y sus normas de funcionamiento. Estos aspectos están en el centro de la discusión académica, como parte de renovadas interpretaciones sobre viejos y nuevos problemas del pasado que se proyectan en el presente.

Los estudios realizados en los últimos tiempos ponderan las diferencias interregionales de la nación, en tanto expresan los cambios de intereses y metodológicos en las ciencias sociales. Se alejan de los enfoques descriptivos, tradicionales, que suelen integrar las obras generales de historia económica y social. También se apartan de aquellos que se atienen preferentemente a las explicaciones sociales propias de los estudios de la década de 1960 —cuando la economía regional suele analizarse para ejemplificar conceptos teóricos más que para explicar la realidad histórica— o bien de las que apuestan al perfil político económico —en algunos casos comprometidos con teorías globales— de los años 70 y los de rasgos socioeconómicos de los 80. A partir del decenio de 1990 se ofrecen abordajes más eclécticos, más precisos en algunas propuestas teóricas y con mayor disposición para asociar la información cuantitativa y cualitativa. Desde entonces los estudios de casos ocupan el centro del escenario de las investigaciones en ciencias sociales (Girbal-Blacha y Moreyra, 2011).

Aunque el avance ha sido explícito desde entonces, aún quedan vacíos por cubrir, más allá de los progresos en la visión federalista del pasado y el presente de la Argentina. Estudios acerca de la diversificación del riesgo empresario, la circulación de capitales y su drenaje regional vinculado con el varias veces denunciado subequipamiento tecnológico en las agroindustrias tradicionales, la distribución del crédito y sus diversas formas de inversión y reinversión a nivel regional y por rubros; la relación unidad productiva, tipos de explotación y experimentación agrícola, el nivel de vida, el desempleo por zonas y actividades, las nuevas formas de pobreza y de consumo, entre otros, son temas que todavía presentan carencias de abordaje y que necesitan ser impulsados.

Respecto de los estudios sobre la intervención del Estado en la economía (más allá de su política monetaria y fiscal), también puede advertirse un área de vacancia, esencialmente cuando las leyes las fija el mercado. Desde hace más de una década,

“la economía del conocimiento” vista como una “reinención del capitalismo” es parte de la agenda académica y también la trasciende. La idea no es nueva. Se reconoce que el conocimiento es el motor de la economía, como parte de la sociedad posindustrial. El conocimiento mismo es visto como una mercancía. Para Gascón Muro (2008, p. 7), “la economía del conocimiento abre un dilema entre dos objetivos incompatibles: garantizar el uso social del conocimiento, que es fuente de riqueza y desarrollo individual y social, o incentivar y proteger a los productores privados del conocimiento”.

La llamada “sociedad de la información” —término atribuido a Fritz Machlup— supone también un funcionamiento del mercado de la información. Información y conocimiento son factores estratégicos, generadores de riqueza, y es por esta razón que se habla de una economía del conocimiento. El rumbo que siga el accionar estatal marcará la suerte de las sociedades. Es el Banco Mundial el que, apenas iniciado el siglo actual, se refiere al conocimiento como factor preponderante del desarrollo económico en un mundo globalizado Gascón Muro (2008, pp. 7-30), cuando nos recuerda que las tecnologías de información y comunicación (TIC) permiten la acumulación del saber y se convierten en insumos para la innovación, ya sea al servicio de la sociedad o al servicio de la desigualdad social si no se garantiza su uso social (Girbal-Blacha, 2011, pp. 195-210).

278

En síntesis, la ciencia no puede hacerse en la actualidad desde un solo ángulo de observación, sea económico, social, político, institucional o cultural. Su estudio debe, necesariamente, compendiar todos esos aspectos, poniendo el acento en el análisis de casos particulares, que den sentido a los análisis micro para explicar los procesos macro del heterogéneo territorio argentino. En los inicios de este siglo XXI se está “repensando la región y sus actores”, expresa Alejandro Rofman (1981), como parte de otro paradigma. Control, regulación sobre las decisiones sociopolíticas, nivel de incertidumbre en el accionar de los sujetos sociales y los agentes económicos indican que se “abre un debate teórico”, diverso, amplio y multidisciplinar, como parte de un escenario globalizado, dominado por poderosos sectores económico-financieros, en un contexto de endeudamiento externo y el accionar de un Estado que parece ajeno a la necesaria reconversión de la realidad argentina.

La ciencia en general y las sociales en particular deben responder a estos desafíos, proponiendo áreas prioritarias para su desarrollo y también un gerenciamiento y consejería tecnológicos que las incluya, enunciados como parte de las políticas científicas nacionales que deben manifestarse en un cambio cultural en la sociedad y darle a conocer de manera concreta y efectiva que es ella la destinataria de esta transferencia. Las ciencias sociales y las humanidades requieren recursos para su desarrollo, pero esencialmente decisión para que sus resultados se conviertan en insumos destinados a nutrir las políticas públicas, que deben atender a la redistribución y a superar las desigualdades sociales, regionales, económicas y culturales. Esas son las responsabilidades específicas y el compromiso de esta gran área de la ciencia cuando trabaja para generar un conocimiento que atienda la imprescindible equidad social, con el propósito de revertir la reflexión del humorista Quino, cuando ya hace más de un decenio afirmaba que “los problemas que hoy nos agobian vienen repitiéndose gracias al talento que posee la sociedad en reciclar sus errores”.

Bibliografía

Boisier, S. (1992). El difícil arte de hacer región: las regiones como actores territoriales del nuevo orden internacional. Cusco: CBC.

Bourdieu, P. (2001). *Countre-feux 2. Pour un mouvement social européen*. París: Raisons D'Agir Editions.

Eckert, D. (1996). *Evaluation et prospective des territoires*. París: Reclus.

Fox Kéller, E. (2000). *Lenguaje y vida. Metáforas de la biología en el siglo XX (11-19)*. Buenos Aires: Manantial.

Gascón Muro, P. (2008). *La economía del conocimiento o la reinención del capitalismo*. Veredas. *Revista del pensamiento sociológico*, 9(17). México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

Gerchunoff, P., Rocchi, F. y Rossi, G. (2008). *Desorden y progreso. Las crisis económicas argentinas*. Buenos Aires: Edhasa.

Girbal-Blacha, N. (2011). *Organización y gobernanza de la ciencia y tecnología*. En M. Albornoz y J. A. López Cerezo (Eds.), *Ciencia, tecnología y universidad en Iberoamérica (195-210)*. Buenos Aires: OEI-EUDEBA.

Girbal-Blacha, N. y Moreyra, B. (2011). *Producción de conocimiento y transferencia en las Ciencias Sociales*. Buenos Aires: Imago Mundi.

Le Goff, J. (2000-2001). *Histoire et philosophie des sciences*. *Sciences Humaines*, 31.

Lepetit, B. (1995). *Les formes de l'expérience. Une autre histoire sociale*. París: Albin Michel.

Levi, G. (2019). *Microhistorias*. Bogotá: Universidad de los Andes.

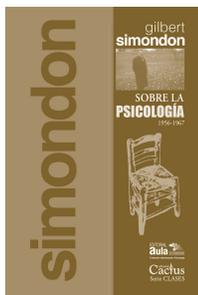
Leyva, X. (1993). *Poder y desarrollo regional*. México: Colegio de Michoacán.

Rofman, A. B. (1981). *La política económica y el desarrollo regional*. Bogotá: Universidad Simón Bolívar.

Subosky, C. (1997). *Entrevista a Roger Chartier*. *Clarín*, 3 de agosto, 20-21.

Veyne, P. (1971). *Comment on écrit l'histoire*. París: Seuil.

RESEÑAS *CTS*



Sobre la psicología: 1956-1967

Gilbert Simondon

Cactus, Buenos Aires, 2018, 479 págs.

Por **Fernando Tula Molina ***

En el presente volumen los editores de Cactus agrupan tres textos de Simondon en torno a la psicología, dos de ellos inéditos. El primero, “Fundamentos de Psicología Contemporánea” data de 1956, época en que Simondon enseñaba en la Universidad de Poitiers. Su objetivo consiste en introducir la discusión sobre la convergencia posible entre cibernética y psicología. Tal convergencia supone que, en su última fase, la psicología se abre a los resultados obtenidos luego de las guerras mundiales: la automatización de los sistemas complejos y la posibilidad de transmitir información. Sobre tales resultados se erigirá “una tecnología de causalidad recurrente, altamente matematizada, con la noción fundamental de entropía negativa (cibernética)” (27).

283

Bajo este esquema, Simondon caracterizará el despliegue transductivo de la psicología en tres fases, según sea su concepción sobre la explicación y la causalidad: el dualismo causal basado en una causa eficiente, el monismo sistemático –basado en la comunidad de acción– y el pluralismo genético, propio de la concepción de la causalidad basada en la retroalimentación. Así, la primera fase abarcará las investigaciones previas a 1918. Hasta allí la causalidad mental había sido definida de modo pasivo a partir de la asociación y la creatividad propias de la síntesis psíquica. El fisiólogo y filósofo Wilhelm M. Wundt (1832-1920) llamará a esta síntesis “apercepción”. También la psicología del acto –del filósofo y psicólogo alemán Franz Brentano (1839-1917)– seguirá esta línea: “los actos solo tienen sentido por referencia a un objeto que le da su significación” (33).

* Investigador adjunto, CONICET, Argentina. Profesor titular, Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), Argentina. Correo electrónico: ftulamolina@gmail.com.

Ahora bien, la corriente fenomenológica adoptará un giro naturalista a partir de los umbrales de irritabilidad estudiados por el filósofo y psicólogo británico –discípulo de Brentano– James Ward (1843-1925). Aquí Simondon encuentra un punto de partida: concebir la vida mental “de modo análogo al de la irritabilidad en fisiología” (36). ¿Qué consecuencias tiene este abordaje? Simondon muestra cómo esta tendencia lleva al psicólogo y pedagogo francés Alfred Binet (1857-1911) a postular –como también hará más adelante Gilles Deleuze– un pensamiento sin imágenes: “La inteligencia debe entenderse como un todo bajo la forma de tendencias y esquemas de orientación” (40). Dado que las reacciones que desencadenan los estímulos provenientes del medio, incluso las más débiles, se llevan a cabo con las propias reservas energéticas del individuo, no puede decirse que las imágenes representen algo. Las significaciones no surgen a partir de las imágenes sino, por el contrario, a partir de “la comunidad de modalidades de reacción” (43). Por otra parte, Simondon destaca cómo en Binet se prefiguran nociones propias de la teoría de la información como “receptor perfecto” y “ruido de fondo”.

En Alemania la perspectiva naturalista se instaurará con el manifiesto conductista redactado en 1899 por los fisiólogos Theodor Beer, Albrecht Bethe y Jacob von Uexküll. Se propone allí desplazar los estudios sobre la conciencia hacia los comportamientos. Este movimiento supone un recambio terminológico: “sensación” por “recepción”, “movimiento” por “reflejo”, “memoria” por “resonancia” (47). A su vez, en Rusia, Iván Pavlov (1849-1936) había mostrado que se pueden crear reflejos artificiales. Esta línea será continuada por el psicólogo estadounidense John B. Watson (1878-1958), quien hizo de la noción de “reflejo condicionado” la clave de comprensión de los comportamientos adquiridos. En Francia, el neurólogo Pierre Janet (1859-1947) abordará el psiquismo como constituido por capas geológicas, las cuales se deben atravesar para encontrar sus pliegues internos. Simondon rescata la relevancia de este abordaje para la concepción cibernética, dado que las tendencias existen como “potenciales intermediarios entre la actualidad y la virtualidad” (63). Si bien Janet ya había mostrado que ciertos síntomas histéricos dependen de ideas fijas inconscientes, será Sigmund Freud (1856-1939) quien organice la teoría con sus tres capas de profundidad. Al final de este primer recorrido, Simondon hace incidir la filosofía de Henri Bergson (1859-1941), particularmente por considerar la vida como un impulso que “supera y anticipa” cualquier función adaptativa.

Luego de 1918, comienza una segunda fase donde se abandona la indagación de las causas para estudiar los comportamientos en sí mismos. Como observa Bernard Balan desde el prefacio, Simondon otorga gran importancia a la evolución de la versión inicial estática de la teoría de la forma –defendida por el psicólogo checo Max Wertheimer (1880-1943)– a la concepción dinámica y hodológica propuesta por el psicólogo alemán Kurt Lewin (1890-1947). Esta evolución involucra dos principios: “el del “campo homogéneo” con equilibrio estable y el del “campo heterogéneo de potenciales” (92). El abordaje dinámico de Lewin le permitirá a Simondon especular sobre el modelo del oscilador, es decir, el que postula que la energía se recibe con mayor fuerza si el objeto en cuestión puede oscilar en la misma frecuencia que el emisor. De este modo, se introducirá la resonancia como principio explicativo.

¿Qué es una “buena forma” psicológica? Simondon observará que son aquellas que introducen una heterogeneidad, una oposición o una diferencia cualitativa entre dos o más dominios del campo perceptivo. La buena forma, en este sentido, ya no será la más simple sino la más significativa. Desde este abordaje, el descubrimiento (insight) será entendido como “una reestructuración del conjunto de las regiones del espacio y de las fuerzas relacionadas con él” (102). Un discípulo de Wertheimer, W. Köhler –junto a la psicóloga alemana Hedwig von Restoff– propusieron considerar las “huellas de la memoria” como un tipo de sedimentación cronológicamente depositada en la corteza cerebral. A partir de esta hipótesis, continúa Simondon, puede entenderse que es bajo la influencia de vectores provenientes del problema que se opera “la segregación de la figura y el fondo, la articulación del campo, el equilibrio figural, en función de los marcos, los ejes, el centro y los contornos que aparecen en el campo” (108).

Ahora bien, ¿qué es lo que debemos analizar? ¿Y cómo? Fundamentalmente a partir de Martin Heidegger (1889-1976) se plantea que de nada sirven los métodos de las ciencias físicas, dado que el existente que debemos analizar somos nosotros mismos. A diferencia de la intelección clásica, para alcanzar la comprensión debemos “reaprender la intención total, la fórmula de un único comportamiento, de una única manera de existir, una génesis del sentido” (130). En este proceso, para lograr actualizar y realizar nuestro ser, debemos enfrentar las perturbaciones que resultan del conflicto con el entorno. Esta actitud, orientada hacia lo posible, está para Simondon dirigida a un modo de ser espiritual. Por ello mismo, el devenir no será más que la “vibración de lo uno en sí mismo” y la multiplicidad no más que el “pliegue del ser sobre sí mismo” (120).

285

En contrapunto con la psicología fenomenológica, la psicología social sí aceptará métodos científicos. Así, antes de 1919, el psicólogo británico –y opositor al conductismo– William Mc Dougall (1871-1938) incorporó el instinto gregario utilizando esquemas biológicos. Del mismo modo lo hizo la psicopatología de Alfred Adler (1870-1937) en sus estudios sobre la agresividad. Simondon también menciona cómo el psiquiatra y psicólogo suizo Carl G. Jung (1875-1961) –con la intención de terciar entre Adler y Freud– consideró que la causa de la neurosis reside en la negativa del Yo –impermeabilidad– a los mensajes del inconsciente. Mientras Jung tipificaba los arquetipos inconscientes –que contienen tales mensajes– el filósofo y psicólogo checo Emil Utitz (1883-1956) fundaba la caracterología en términos biológicos.

En cuanto a las relaciones interindividuales, Simondon apunta hacia la sociología relacional del economista alemán Leopold M. von Wiese (1876-1969) y a la comunicación de las conciencias, postulada por la sociología fenomenológica de Max Scheler (1873-1928). En definitiva, lo que busca es caracterizar la segunda fase de la evolución de la psicología como un pensamiento no causal, el cual contrasta con el modo de explicación dominante hasta 1918. Efectivamente, como resultado de esta segunda fase, tanto las ciencias como la psicología llegan al punto de enfocarse en los efectos de los comportamientos, entendidos estos en un sentido físico. Simondon señala aquí la coincidencia con la Cibernética, interesada fundamentalmente por el arte de pilotaje y del gobierno, y aspira a que la psicología pueda concebirse como parte de la “ingeniería humana” orientada al mejor acoplamiento entre hombre y máquina. Ahora

bien, para garantizar la integridad del conjunto, será imprescindible una reorientación axiológica “más allá de los valores mercantilistas” (204). Habrá que decir, entonces, que el objeto del psicoanálisis no es en realidad el inconsciente, sino “la personalidad total en sus relaciones con el mundo y consigo misma” (212).

A partir de esta conclusión para Simondon cobra centralidad la pedagogía. En particular, destaca el proyecto pedagógico y psicosocial de las “nuevas clases” delineado por Jean Bayet en 1945. En esta línea, avizora la posibilidad de un nuevo plan pedagógico centrado no ya en las categorías profesionales, sino en las esencias técnicas propiamente dichas. Tal sería el plan general de teoría general de las operaciones o “allagmática”. Ahora bien, cuando Simondon habla de operaciones, se refiere a procesos con una doble raíz, biológica y estética: la intuición estética, no solo existe junto al conocimiento científico, sino que subsiste por debajo.

Surge entonces la pregunta sobre cómo investigar los a priori estéticos. Al respecto, Simondon apunta hacia las investigaciones de Mikel Dufrenne (1910-1995) sobre los a priori no lógicos del conocimiento. Por otra parte, y al igual que Deleuze, rescata la importancia del “ritmo” como elemento central que vincula las artes de la duración con las del espacio, según señalara el príncipe rumano Matilda Ghyka (1881-1965). Más allá de tales referencias, en definitiva, Simondon apuesta a encontrar la unidad teórica de tales *a priori* a través de la “convergencia entre la Teoría de la Forma y la fenomenología” (231). En cualquier caso, la conclusión de todo este estudio –como observa el editor– es casi nula, aunque prefiguran la tesis a defender en la segunda parte de El Modo de Existencia de los Objetos Técnicos: “El hombre se encuentra con el objeto que ha fabricado, no como herramienta u objeto de consumo, sino como un ser cuya actividad es paralela a la del hombre” (235).

286

Hay que decir que esta conclusión puede extenderse a los otros dos textos incluidos en este volumen. El primero consiste en el curso “Iniciación a la Psicología Moderna” publicado por partes en el Boletín de Psicología entre 1966 y 1967. Simondon volverá aquí a considerar el campo psíquico como un campo urbanizable de acuerdo a buenas formas que conducen a configuraciones estables, es decir, resistentes a la deformación. A partir de aquí, desarrollará la idea de la percepción como “segregación” (280). Con ello busca destacar que tal estabilidad es el resultado de “una red de fuerzas antes que un sistema en equilibrio” (310). En este sentido, y al igual que hará Deleuze, entenderá que tanto la toma de conciencia, como la conducta voluntaria, son fenómenos desbordantes.

El último texto, previamente inédito, recupera el curso sobre “La sensibilidad” dictado en La Sorbona para la misma época. Simondon argumenta allí sobre la posibilidad de asociar todas las formas de sensibilidad a partir de “una evolución diferenciadora a partir de una irritabilidad primitiva” (349). Su interés reside en abordar la relación entre el “mensaje nervioso” y el “estímulo” que lo desencadena de modo análogo al de un relé, es decir tomando en cuenta una fuente de alimentación de energía potencial. Esto supone reconocer el carácter determinante –irreversible– del sistema sináptico que se instala entre la estimulación y la respuesta, como un registro de datos a la espera de ser utilizados. Será el estado particular del organismo –necesidades y motivaciones– el que module y polarice los estímulos recibidos.

Para concluir, habría que señalar el carácter artificial, aunque necesario, de la distinción hecha por los editores entre los textos Sobre la Filosofía y los incluidos aquí. Se trata del mismo proyecto, el de la cibernética que postula la entropía negativa, a partir del esquema del modulador y la causalidad recurrente. Su dominio será el de los sistemas hólicos y su función rectora será una función de totalidad; es decir, aquella que determina las condiciones de metaestabilidad que permite la oposición entre las series convergentes y divergentes. Tal proyecto, ideal permanente en Simondon, es el del enciclopedismo que aspira a una teoría de los seres organizados a la vez científica, filosófica y técnica.

SOBRE ESTE VOLUMEN *C/S*

EVALUADORES DEL VOLUMEN 16

Números 46, 47 y 48

Los siguientes son algunos de los evaluadores que revisaron y aprobaron los trabajos publicados en la sección *Artículos* del volumen 16 (números 46, 47 y 48):

Alice Rangel de Paiva Abreu: profesora emérita de la Universidad Federal de Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil. Socióloga con publicaciones relevantes en sociología del trabajo, género y ciencia. MSc en sociología, London School of Economics, Reino Unido, y PhD en ciencias sociales, Universidad de São Paulo, Brasil. Su carrera académica estuvo vinculada a la UFRJ, donde se jubiló como profesora titular en 2009. Además, tuvo importantes posiciones en Brasil y en el exterior: vicepresidenta del Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq), directora de la Oficina de Ciencia Tecnología y Educación de la Organización de los Estados Americanos, directora de la Oficina Regional para América Latina y el Caribe de ICSU (actual International Science Council) y directora de GenderInSITE. Actualmente es miembro de distintos comités y sigue activa en el área de políticas de igualdad en ciencia y tecnología.

291

Marcia Alvim: bacharel e licenciada em história pela Universidade Estadual de Campinas (1997-2001), com mestrado em ciências pela Universidade Estadual de Campinas (2001-2003), e doutorado em ensino e história das ciências da terra pela Universidade Estadual de Campinas (2003-2007). Docente da Universidade Federal do ABC desde 2008, sendo docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino e História das Ciências e da Matemática. Coordenadora da especialização lato-sensu em história, ciências, ensino e sociedade (2020-2022) e da licenciatura em ciências humanas da UFABC (2018-atual). Desenvolve pesquisas na área de história das ciências, destacando-se os seguintes temas: pedagogia decolonial, epistemologias do sul, conhecimentos sobre os astros no século XVI, história das ciências e interfaces com a educação.

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 como coordinador adjunto del Observatorio Iberoamericano de la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (OCTS) de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).

Daniel Blinder: investigador del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) de Argentina en IDEPI UNPAZ. Sus temas de interés son las relaciones internacionales, la geopolítica, la defensa y seguridad internacional en relación a la tecnología, especialmente la tecnología espacial en Argentina y la región. Es licenciado en ciencia política y doctor en ciencias sociales por la Universidad de Buenos Aires.

Sebastián Carenzo: doctor en antropología por la Universidad de Buenos Aires (UBA) e investigador independiente del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET) de Argentina, con lugar de trabajo en el Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes (IESCT-UNQ), donde además dirige el Laboratorio Abierto de Innovación y Economía Circular (LabIEC-UNQ). Es profesor en el Departamento de Ciencias Sociales en dicha casa de estudios y enseña cursos de posgrado en la maestría en economía social de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS) y en el diploma de diseño de tecnologías para el desarrollo inclusivo y sostenible (IESCT-UNQ). Actualmente integra proyectos de investigación y transferencia internacionales con colegas de la Universidad de Gotemburgo y de la Universidad Tecnológica Chalmers (Suecia), la Universidad de Victoria (Canadá) y la Universidad de Ciencia y Tecnología Jaramogi Oginga Odinga (Kenia).

Carina Cortassa: doctora en ciencia y cultura (Universidad Autónoma de Madrid, España). Magíster en ciencia, tecnología y sociedad (Universidad de Salamanca, España). Licenciada en comunicación social (Universidad Nacional de Entre Ríos, UNER, Argentina). Actualmente es profesora titular de grado y posgrado, investigadora y secretaria de investigación y posgrado de la Facultad de Ciencias de la Educación (UNER). Investigadora en el Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior (REDES). Temas de interés: estudios CTS, comprensión y comunicación públicas de las ciencias y la tecnología, política y gestión de la ciencia y la tecnología.

José Manuel de Cózar Escalante: doctor en filosofía por la Universitat de València, España. Desde 1995 es profesor titular de la Universidad de La Laguna (ULL), Tenerife. Ha publicado numerosos textos sobre las repercusiones políticas, éticas, sociales y ambientales de las tecnologías emergentes. Es coordinador del Grupo de Investigación Social en Innovación (GRISON) de ULL. Sus últimas publicaciones son *El Antropoceno* (Madrid, Catarata, 2019) y la ficción filosófica *Hasta que nos extingamos* (2021).

Carlos Enrique Gómez: profesor asociado de relaciones industriales en la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Regional San Nicolás, Argentina. Profesor titular de

análisis institucional y organizacional en la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), Argentina. Director del doctorado en ciencias sociales de UNER. Licenciado en antropología social por la Universidad Nacional de Rosario (UNR), Argentina. Doctor en ciencias políticas y sociología por la Universidad Complutense de Madrid (UCM), España. Investigador invitado (*visiting fellow*) en el Departamento de Sociología de la Universidad de Harvard, Estados Unidos. Exprofesor de la Universidad Carlos III de Madrid, España, y de la Universidad de San Andrés, Argentina.

César Guzmán Tovar: profesor de la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida, de la Universidad Nacional Autónoma de México (ENES Mérida-UNAM). Sociólogo de la Universidad Nacional de Colombia y doctor de investigación en ciencias sociales con mención en sociología por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO-México). Realizó una estancia posdoctoral sobre estudios sociales de la ciencia en el Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIS-UNAM). En Colombia ha sido profesor de la Universidad Central y de la Universidad Externado, y en México de la Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH) y del Programa de Posgrado de Filosofía de la Ciencia de la UNAM. Sus líneas de investigación son: subjetividades científicas; prácticas y trayectorias científicas; políticas de ciencia, tecnología e innovación; y producción de conocimientos en América Latina.

José Luis Luján: catedrático de lógica y filosofía de la ciencia en la Universitat de les Illes Balears, España. Es doctor en filosofía por la Universidad de Valencia y ha sido investigador en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

293

Isabel Martins: professora catedrática (aposentada) da Universidade de Aveiro, Departamento de Educação e Psicologia, e membro do CIDTFF – Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Portugal. É presidente da Associação Ibero-Americana CTS na Educação em Ciência, desde 2012. Foi vice-reitora da Universidade de Aveiro (para a pós-graduação e assuntos científicos), 2004-2010, e coordenadora do CIDTFF, 2008-2012. Dirigiu projetos de desenvolvimento curricular e de formação de professores em Timor-Leste, no âmbito da cooperação Portugal/Timor-Leste. Coordenou projetos de investigação financiados, é referee de revistas científicas e (co)organizadora de congressos nacionais e internacionais. Consultora do Ministério da Educação de Portugal e autora de programas de química para o ensino secundário. As suas áreas de docência e de investigação são: didática das ciências, educação CTS, ensino experimental das ciências, formação de professores e desenvolvimento curricular. Produção científica disponível em: <https://blogs.ua.pt/isabelpmartins/>.

Carlos Augusto Osorio Marulanda: profesor titular de la Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad del Valle, Cali, Colombia, desde 1998. Sus temas de investigación abarcan los estudios en educación en ciencia, tecnología y sociedad con énfasis en los procesos de aprendizaje para la participación pública en ciencia y tecnología. Se formó como biólogo en la Universidad del Valle, Colombia (1984). Posteriormente cursó estudios en historia y filosofía de las ciencias y de las técnicas, Universidad de París (1995); estudios avanzados en el área de lógica y filosofía de la ciencia, Universidad de Oviedo (2002); y doctorado en filosofía por la Universidad

de Oviedo (2008). Ha sido miembro de la Red Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad e Innovación CTS+I (OEI) y de la Red Iberoamericana de Docentes (formacionib.org).

Alejandra Osses: socióloga de la Universidad de Chile. Magíster en ciencias humanas y sociales de la Universidad de Borgoña (Francia) y Ph.D. en educación de la Universidad de Melbourne (Australia). Ha desarrollado su carrera profesional en Chile y Australia, principalmente ligada al área del mejoramiento escolar y las evaluaciones a gran escala. Actualmente trabaja como consultora independiente para el Global Education Monitoring (GEM) Centre del Australian Council for Educational Research (ACER), un centro que apoya a diferentes organizaciones del mundo para monitorear los logros educativos y la equidad. Su área de trabajo está centrada en el desarrollo de indicadores que permitan contextualizar los resultados de las evaluaciones a gran escala para monitorear la equidad en educación e informar la política educativa. Participa además del proyecto MiExperiencia Chile.

Agustín Piaz: doctor en ciencias sociales por la Universidad de Buenos Aires (UBA) y magíster en sociología de la cultura y el análisis cultural y licenciado en comunicación audiovisual por la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), ambas de Argentina. Es profesor adjunto de la Escuela de Humanidades de la UNSAM y de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la UBA. Investigador del Centro de Estudios de Historia de la Ciencia y la Técnica José Babini, integrante del LICH-CONICET-UNSAM. Entre sus líneas de trabajo se destacan estudios sobre controversias y procesos de discusión de ciencia y tecnología que se desarrollan en la esfera pública, especialmente aquellos que versan sobre la producción de energía, alimentos y la cuestión ambiental.

Susana Reis: *Ph.D. in didactics. She has been teaching in Politécnico de Leiria (ESECS, Department of Math and Sciences), Portugal, since 2008. She has collaborated in development projects related to teacher training in science education in Portugal and Cabo Verde. Her research focuses on teacher training, didactics of science, mathematics and technologies in education. She is a member of the Centre for Studies in Education and Innovation (CI&DEI) and has acted as a reviewer for many scientific journals and tutored a number of master students.*

Roxana Popelka Sosa Sánchez: licenciada en ciencias políticas y sociología. Doctora por la Universidad de Oviedo, España. Profesora contratada doctora en la Sección Departamental de Sociología Aplicada de la Facultad de Ciencias de la Información, Universidad Complutense de Madrid, España. Es autora o coautora de numerosas publicaciones: libros, capítulos de libro y artículos en revistas científicas en las que aborda temas sobre la identidad, creación y prácticas artísticas en torno a la sociología feminista. Forma parte de numerosos proyectos de investigación competitivos desde la perspectiva de género. Sus temas de investigación se centran en torno al análisis de la representación femenina en la cultura visual y mediática. Forma parte del Instituto de Investigaciones Feministas de la Universidad Complutense de Madrid.

Ezequiel Sosiuk: magíster en ciencia, tecnología y sociedad, Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Doctor en ciencias sociales, Universidad de Buenos Aires.

Becario posdoctoral CONICET. Investigador del Centro de Ciencia, Tecnología y Sociedad de la Universidad Maimónides.

Ana Spivak L'Hoste: investigadora del CONICET y del Centro de Investigaciones Sociales (CONICET/IDES), Argentina.

Adolfo Stubrin: abogado por la Universidad Nacional del Litoral (UNL), Argentina. Doctor en ciencia política por la Universidad Nacional de Rosario (UNR). Profesor titular ordinario e investigador en la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de UNL. Docente de posgrado en la Facultad de Humanidades y Ciencias de la misma universidad y en la Facultad de Humanidades y Arte de UNR. Diputado nacional y presidente de la Comisión de Educación de la Cámara, secretario de educación del gobierno nacional; integrante y vicepresidente de la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria; secretario académico y secretario de planeamiento de UNL; coordinador del Núcleo Disciplinar sobre Evaluación, Gestión y Planeamiento Universitarios de la Asociación de Universidades del Grupo Montevideo. Autor de numerosas publicaciones, entre ellas del libro *Calidad universitaria. Evaluación y Acreditación en la Educación Superior Latinoamericana*, EUDEBA y Ediciones UNL (2010), y compilador del libro *Tensiones entre disciplinas y competencias en el currículum universitario*, Ediciones UNL (2013).

Florencia Trentini: licenciada y doctora en ciencias antropológicas por la Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina. Investigadora asistente del CONICET, con lugar de trabajo en el Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes (IESCT-UNQ). Es docente de grado y posgrado de la UBA y la UNQ. Investiga sobre la producción colaborativa de conocimientos y tecnologías ambientales en sectores populares a través del cuidado desde una perspectiva etnográfica y feminista. Esta labor se encuentra plasmada en artículos de revistas especializadas, presentaciones a congresos y libros nacionales e internacionales. En forma complementaria, su investigación se articula con tareas de capacitación y asesoramiento técnico a agencias gubernamentales, ONG y organizaciones de base.

Se terminó de editar en
Buenos Aires, Argentina
en noviembre de 2021



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

Artículos

Terrorismo, tecnología y sociedad en el siglo XXI

Juan Acerbi

Tecnologias em tempos de (pós) pandemia: um ensaio focalizado ao mundo rural brasileiro

Monique Medeiros

La producción de conocimiento en contextos agroindustriales de baja capitalización.

Desarrollos técnicos en dos cooperativas de mandioca de Misiones, Argentina

Ana Padawer, Mauro Oliveri y Ramiro de Uribe

Apropiación de TIC como herramienta de organización comunitaria y desarrollo humano en Santa Julia, Chile

Pedro Reyes García y Teresa P. Vernal-Vilicic

El rol de las empresas privadas en la encrucijada tecnológica nuclear.

Una mirada comparativa de los casos argentino y español (1950-1974)

Milagros Rocío Rodríguez

El impacto de las políticas de promoción sobre el sector productivo argentino: el caso de la nanotecnología (2003-2018)

Sofya Surtayeva

Las evaluaciones internacionales a gran escala y la regulación global de los sistemas educacionales: un análisis integrativo

Claudio Ramos Zincke

Retorno, apropiación y circulación de conocimientos. El regreso de científicos a Argentina con el Programa Raíces (2003-2015)

Victoria Ugartemendia

Los Servicios Tecnológicos de Alto Nivel (STAN) como recursos de vinculación del CONICET. Alcances y limitaciones

Leandro Ferrón y Leticia Katzer

Muros: orden matemático y ontología del desorden. Reflexiones sobre el legado de Alexandre Grothendieck

Domingo Fernández Agis y Jabel A. Ramírez Naranjo

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

